

## Altın Madeni İşletmeciliği Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi

Meltem KEKEÇ<sup>1</sup>, Yağmur UYSAL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

**ÖZET:** Bu çalışma, Altın madeni işletmeciliğinden kaynaklanabilecek çevresel etkilerin, ÇED, hava, su ve toprak yönetimi altında incelenmesinin analizlerle desteklenerek değerlendirilmesini sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Altın Madeni, Çevresel Etkiler, ÇED*

## Environmental Impact Assessment of A Gold Mine Management

**ABSTRACT:** This study of the environmental impacts that may result from the operation of a gold mine offers supporting evaluation with EIA, air, water, soil quality, vibration, noise, flora and fauna system analysis.

**Keywords:** *Gold Mine, Environmental Impact Assessment*

### 1. GİRİŞ

Madencilik, tarih boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörlerden biri olmuştur. (MMO, 2011). Doğal kaynakların insan ve toplum yaşamındaki önemi bilinmektedir. Yaşamı fonksiyonel hale getiren araç ve gereçlerin % 99'u doğal kaynaklardan, özellikle de madenlerden sağlanmaktadır (Anacın, 2005). Ülkemizin jeolojik ve tektonik yapısı çok çeşitli maden yataklarının bulunmasına olanak sağlamıştır. Bu maden yatakları içerisinde altın cevherleşmelerine yönelik modern maden yatağı modellemelerine dayandırılmış aramalar ve işletmeye yönelik hedefler de yer almaktadır. Altın madenciliğinin ülkelerin kalkınma ve ekonomik gelişiminde önemli yeri olmakla birlikte en büyük katma değeri sağlamaktadır. Ülkemizde Altın madeni işletmeciliğinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

İncelediğimiz proje kapsamında değerlendirdiğimizde açık ocak yöntemi ile cevher çıkarılarak, liç yöntemi ile de cevher zenginleştirme işlemleri yapılarak nihai dore üretimi gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

İşletme prosesleri gereği oluşabilecek çevresel etkilerin değerlendirilmesi yasal mevzuatın ilk adımıdır. Çalışma hedefimiz incelediğimiz prosesler üzerinde çevresel etkilerin hava, su, toprak, titreşim-gürültü, flora-fauna ve sosyal etkiler olarak değerlendirilmesidir.

### 2. ALTIN MADENCİLİĞİ PROSESLERİ

Madencilik, açık ve yeraltı madencilik olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Açık madencilikte, cevherin yeryüzüne yakın bir tabakada bulunması gerekirken, yeraltı madencilikte cevher yeryüzünün derinliklerinde bulunabilir. Cevher hazırlama

ünitesinden sonra altın madenciliğinde cevherli malzemeden altın eldesi için kullanılan teknoloji, cevher içerisindeki altın taneciklerinin büyüklüğü, tenörü, cevher kayacının metal içeriği, kimyasal ve fiziksel özellikleri gibi ana faktörlere bağlıdır. Buna göre kullanılan çeşitli işleme yöntemlerinden başlıcaları aşağıdaki gibidir (TMD, 2002)

- Liç
- Gravitasyon
- Flotasyon
- Amalgamasyon
- Manyetik yöntemle ayırma
- Ağır ortam ayırması

İncelenen altın madeni projesinde geçirimsiz bir zemin üzerindeki malzemeye çözücü gönderilerek kazanılmak istenen bileşenin seçimli olarak çözeltiye alınması işlemi olan yığın liç yöntemi kullanılacak olup proje nihai olarak;

- Açık ocak,
- Kırma,eleme
- Yığın liç ve havuzlar,
- ADR ve Altın döküm ünitelerinden oluşmaktadır.

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesinde hâlihazırda işletimde olan tesiste açık ocak işletmeciliği seçilmiş ve patlatma yöntemi ile cevherin çıkarılması hedeflenmiştir. Açık oaktan patlama yöntemi ile çıkarılacak cevher, cevher hazırlama işleminin bir parçası olan ve cevherin proseste istenilen boyuta indirgenmesi amacıyla kurulan kırma eleme tesisine gelmektedir (Golder, 2011)

\*Sorumlu Yazar: Yağmur UYSAL, [yağmuruyisal@gmail.com](mailto:yağmuruyisal@gmail.com)

Kırma eleme işleminden sonra yüksüz çözelti havuzunda hazırlanan çözeltinin uygulanması amacıyla liç alanına cevher serilmektedir. Liç alanında süzülme işlemi ile cevher yüklü çözelti havuzunda toplanmaktadır. Daha sonra ADR (adsorbsiyon-desorbsiyon-deaktivasyon) ünitesine alınmaktadır. Bu üniteye aktif karbonlardan geçirilerek altın bu hazneye alınıp daha sonrasında 6 aşamalı sıyırma işlemine tabi tutulmaktadır. En son elektroliz işlemi ve altın döküm odasında dore altın üretimi sağlanmaktadır.(Golder, 2011)

### 3. ÇEVRESEL ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 3.1. Hava Kalitesi Yönetimi

Proje üniteleri incelendiğinde açık ocak ünitesinde iş makinalarını hareketinden kaynaklı tozuma, patlatma işlemlerinden kaynaklı tozlanma, kırma eleme tesisinde işletme kaynaklı toz oluşumu problemi söz konusudur. Liç ve havuzlar alanında gaz çıkışları, ADR ünitesinde baca emisyonları yer almaktadır. Hava kalitesi çalışmalarında karşılaşılabilecek bu etkiler için sırasıyla;

- Açık ocak işletmeciliğinde patlatma dizaynı önem taşımaktadır. Milisaniye gecikmeli patlatma dizaynı, patlayıcı miktarı gibi planlamaların yapılması önem taşımaktadır. Ayrıca hesaplamalar ile belirlenecek mesafelerde 3 yönlü titreşim ve hava şoku değerlerinin ölçülerek yönetmelik hükümlerince sürekli olarak kontrol altına alınmalıdır. Açık ocak makinaların güzergâhlarının sürekli sulanması ile tozuma minimuma indirgenmeli ve çevresel maruziyetin izlenmesi amacıyla çöken toz ölçümleri yapılmalıdır.
- Kırma eleme tesislerinde bant konveyörlerin üzerleri kapalı yapılmalı ve toz tutma sistemleri ile inşaa edilmelidir.
- Liç alanı ve havuzlar bölgesinde altın madenciliği prosesi gereği kullanılan siyanürden kaynaklı HCN gaz çıkışlarının sürekli takip edilmesi amacıyla gaz ölçüm dedektörlerinin olması ve olası gaz çıkışında anında müdahale edilmelidir.

#### 3.2. Titreşim-Gürültü Yönetimi

Açık ocak işletmeciliğinde patlatma işlemlerinden kaynaklı hava şoku ve titreşim etkileri yer almaktadır. Patlatma anında yakın yerleşim birimlerinde 3 yönlü titreşim ve gürültü değerlerinin sürekli olarak

ölçülerek takip edilmesi, ilgili yönetmelik hükümlerince değerlendirilmesi gerekmektedir

#### 3.3. Su Kalitesi Yönetimi

Açık ocak işletmeciliği basamaklar şeklinde üretim yöntemi ile gerçekleştirildiğinden üretim ilerledikçe her bir basamakta alt kotlara inilerek işletme yürütülür. Alt kotlara inilerek devam edildiğinde yeraltı su seviyesine bağlı olarak yeraltı suyunun ocağa girişi ile kontamine yeraltı suyu oluşumu, liç işleminin yapıldığı liç alanı ve havuzlar bölgesinde yeraltı sularına sızmalar, proses kaynaklı atıksu, evsel nitelikli atıksu oluşumu, saha içerisinde yağmur sularının düşmesi şeklinde su kalitesi etkileri ve atıksu oluşumları gözlemlenebilir. Olabilecek bu çevresel etkiler için sırasıyla;

- Açık ocak kot düşümleri ile yeraltı sularının, ocağa girişinin önceden susuzlaştırma çalışmaları ile suyun açık ocağa girişi ve kontamine olması engellenmelidir.
- Liç alanı ve havuzlar bölgesinde kimyasal kullanımı mevcut olup bu kimyasalların yeraltı sularına sızmasının engellenmesi için inşa edilen alanların sızdırmazlıklarının sağlanması ve test ettirilmesi gerekir. Bu çalışmada incelenen projede tesis yetkilileri ile yapılan görüşmede zemin kayaç üzerine kil serimi, jeomembran ve jeotekstil kullanımı ile alan hazırlandıktan sonra sızdırmazlık ve dayanım testlerinin yapıldığı firma yetkilileri tarafından belirtilmiştir. Firma yetkilileri aynı zamanda tüm saha genelinde açılan gözlem kuyuları ile su kalitesi takibinin sağlandığını bildirmişlerdir.
- Proseste kullanılan suların proses ünitelerinde istenilen su kalitesini sağlaması durumunda geri devir yaptırılarak yeniden kullanımı sağlanmalı böylece atıksu oluşumu engellenmelidir.
- Personelden kaynaklı oluşan atıksuların biyolojik arıtma gibi uygun bir atıksu arıtma sisteminde arıtılarak deşarjı sağlanmalıdır.

#### 3.4. Toprak Kalitesi Yönetimi

Çalışma yapılacak alanlarda yer alan bitkisel toprağın tahrip edilmesi, oluşan hafriyat atıklarının yönetimi, açık ocak işletmeciliğinden oluşabilecek pasa, iş makinaları ve ekipmanlardan toprağa yağ döküntüleri, kullanılan kimyasal malzemelerin sızıntıları, liç ve havuzlar bölgesinde toprağa olabilecek sızıntılar, oluşan tehlikeli atıkların yönetimi gibi çevresel etkilerinin oluşabileceği gözlemlenebilir. Bu çevresel etkilerin önlenmesi amacıyla alınacak tedbirler;

- Proje sahalarında bitkisel üst ve alt toprak ayrı ayrı sıyrılarak depolanmalı ve sonrasında rehabilitasyon çalışmalarında kullanılmak üzere organik yapı bozulmadan korunmalıdır. Bu çalışmalarda toprak koruma projesinin hazırlanarak bu projeye bağlı ağaçlandırma çalışmalarının yönetilmesi gerekir.
- Oluşan hafriyat atıkları geri dolgularda kullanılabilir aksi halde ilgili belediyenin izniyle depolama alanına taşınmalıdır.
- İş makineleri ve ekipmanlardan kaynaklanabilecek olası teknik arızalardan ani döküntülerde kirlenen toprağın anında döküntü temizleme malzemeleri ile müdahale edilerek toprağın zarar görmesi engellenmeli ve toprağın rehabilitasyonu sağlanmalıdır.
- Liç alanı ve havuzlar bölgesinde kimyasal kullanımı sebebiyle bu kimyasalların toprağa sızmasının engellenmesi için inşa edilen alanların sızdırmazlıkları sağlanmalıdır.
- Kullanılan tüm kimyasallar malzeme güvenlik bilgi formlarına ve ilgili yönetmelikler hususunda değerlendirilerek depolama, kullanma ve bertaraf işlemleri yürütülmelidir.
- Saha genelinde oluşan tüm tehlikeli atıklar kaynağında yönetmelik hükümleri gereği kodlarına bağlı olarak ayrı ayrı toplanmalı ve tehlikeli atık geçici depolama alanlarında depolanmalı ve daha sonrasında lisanslı firmalar aracılığı ile geri kazanım öncelikli olmak üzere bertarafa gönderilmelidir.

#### 4. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde hâlihazırda faaliyet gösteren bir altın madeni işletmesinin muhtemel çevresel etkileri araştırılmıştır. İncelenen prosesler, hava, su ve gürültü kirlilik yaratma potansiyelleri ve uygulanan arıtım metotları açısından incelenmiştir.

##### 4.1. Toz Ölçümü:

Toz ölçümünde çöken toz kovası 1 ay süre ile rüzgâr yönüne bağlı olarak konumlandırılır. 1 ay sonunda 4 yönde toplanan çöken tozlar daha önce şartlandırılmış filtrelerden geçirilir ve filtre ağırlığı not edilerek çöken toz değeri hesaplanır.

##### 4.2. Gürültü Ölçümleri

3 yönlü titreşim ve hava şoku ölçme cihazı programlanarak titreşim ve hava şoku ölçümü

yapılmıştır. Bunun için patlatma alanına bağlı titreşim ve hava şoku ölçüm cihazından veriler alınmıştır.

#### 4.3. Su Kalitesi Ölçümleri

Yeraltı suyu gözlem kuyusu ve atıksu arıtma sistemi çıkış suyu analiz sonuçları Standart Metotlara (APHA, 2012) göre değerlendirilmiştir.

#### 5. BULGULAR

Yapılan toz ölçüm sonucuna göre çöken toz aylık analiz sonucu 127,6 mg/m<sup>2</sup>.gün olarak ölçülmüştür. Gürültü ölçüm sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1:** Patlatma ölçüm sonuçları

Vibrasyon (mm/s)	Frekans (Hz)	Hava Şoku (dB)	Yönetmelik limit değeri (mm/s)
3,45	50	107	50

Madencilik tesisinin biyolojik arıtma çıkışından alınan atıksuyun analiz sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tüm bulgular Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği limit değerleri ile kıyaslandığında incelediğimiz tesis verilerinin Yönetmelik değerlerini sağladığı görülmüştür.

**Tablo 2:** Biyolojik atıksu arıtma sistemi çıkış suyu analiz sonuçları

Parametre	Analiz sonucu	SKKY Tablo 21.1
pH	7,08	6-9
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (mg/L)	33,3	180
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	10,6	50
Askıda katı madde (mg/L)	<20	70

#### 6. SONUÇ

Ülkemizde, altın cevherleşmelerine yönelik modern maden yatağı modellemelerine dayandırılmış aramalar son onbeş yıldır aralıklarla sürdürülmektedir (TMD, 2002).

Her tür ekonomik faaliyette olduğu gibi madencilik faaliyetlerinde de amaç, insanın refah ve mutluluğudur. İnsan onuruna ve emeğine saygı, madencilik faaliyetlerinin planlama ve uygulanmasında hareket noktası olmalıdır (MMO, 2011).

Madencilik sektörünün geliştirilmesine yönelik oluşturulacak tüm amaç ve hedefler ile uygulamalar, her şeyden önce bilimsel ve teknik temeller üzerinde geliştirilmeli, bilimsel bilgi ile desteklenmeyen söylem ya da tasarımlardan uzak durulmalıdır (MMO, 2011).

Çevre faktörü gözardı edilerek madencilik faaliyetlerinin yürütülmesi mümkün değildir. Madencilik sektöründe, çevre dostu teknoloji ve yöntemlerin kullanılması, madencilik süreçlerinde ya da sonrasında çevrenin korunmasına ve yenilenmesine yönelik önlemlerin alınması, sektörün gelişimini engellemeyecek, aksine genel anlamda sektörün gelişimine yönelik katkıyı yapacaktır (MMO, 2011).

Toplumsal, ekonomik ve çevresel bakımdan sürdürülebilir bir madencilik sektörünün gelişimi için çevre kanunu altında mevzuatta yer alan tüm yönetmelik hükümlerinin ve prosese bağlı ekstra önlemlerin ÇED çalışmaları ile belirlenmesi daha sonrasında da hava, su, toprak kalitesi yönetimi esasında izleme ve kıyaslama çalışmalarının hassasiyetle yürütülmesi, gözlemlenen sıkıntılı durumlarda yine yönetmelik hükümlerinde belirtilen şartlarda anında önlemlerin alınması, çevresel etkilerin oluşumunun engellenmesi veya hangi boyutta olursa olsun kirliliğin giderilmesinin sağlanması gerekmektedir.

Tüm bu çalışmaların prosedür haline getirilmesi ve tüm çalışanların çevre mevzuatı ve prosese bağlı çevre bilinci eğitimleri ile bilinçlendirilmesi önem taşımakla birlikte uygulama sahalarında sürekli kontrollerin ölçümlerin gerçekleştirilmesi gerekir.

Tüm literatür bilgilerini ve uygulama gereksinimi duyulan ekstra çalışmaları mevcut altın madeni işletmeciliğinde uygulandığında çevresel etkilerin minimize edildiği ve tüm süreçlerin gözlemlenerek olası durumların önlenmesi veya müdahale edilebildiği gözlemlenmiştir. Bu şekilde çalışmaların yürütülmesi ile çevresel etkilerin minimize edilmesi ve yeraltı kaynaklarının işlenerek ülke ekonomisi ve halkının kalkınması sağlanacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

- [1]. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 pp.
- [2]. Anacın, S. 2005. Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı (09-12 Haziran), İzmir.
- [3]. Girgin, İ. ve Kırşan, H.İ. 1990. Yığın Liçi Uygulamaları ve Ekonomik Açısından Önemi, Sayı No:3, Ankara.

- [4]. Golder Associates A.Ş. 2011. Himmetdede Altın Madeni Projesi Çevresel Etki Değerlendirilmesi Raporu, Ankara, 382 s.
- [5]. Maden Mühendisleri Odası (MMO) 2011. TMMOB Madencilik Sektörü Raporu 2002–2010. <http://www.maden.org.tr>.
- [6]. Türkiye Madenciler Derneği(TMD) 2002. Dünyada ve Türkiye’de Altın Madenciliği,45s.