

## **OVACIK ALTIN MADENİ KİMYASAL BOZUNDURMA TESİSİ DİZAYNI VE İŞLETİLMESİ**

### **OVACIK GOLD MINE CHEMICAL DESTRUCTION PLANT DESIGN AND OPERATION**

E. KOKSAL

Maden Yüksek Mühendisi, Eurogold Madencilik A.Ş., İzmir

**ÖZET:** Uluslararası standartlara göre dizayn ve İnşa edilmiş Ovacık Altın Madeni projesi, alıcı ortama sıfır deşarjı sağlayan geçirimsiz atık barajına ilaveten Çevre Bakanlığı taleplerini yerine getirmek amacıyla atıkların bozundurulmasını sağlayacak kimyasal bozundurma tesisini de içermektedir. Kimyasal bozundurma ünitesinin Inco tarafından Ovacık cevherini temsil eden numuneler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarına göre dizayn edilmiş ve inşaatı tamamlanmıştır. Proseste SO<sub>2</sub>/Hava yöntemi kullanılmaktadır. Gerek laboratuvar çalışmaları gerekse tesisin çalıştırılması sonucunda Ovacık atıklarında bulunan siyanür ve ağır metallerin Çevre Bakanlığı limitlerinde altına arttırılabileceği görülmüştür. Çevre Bakanlığı limitleri 'alıcı ortama deşarj' limitlerine yakın tutulmuştur.

**ABSTRACT:** In addition to an impervious tailings dam designed and constructed according to the international standards Ovacık Gold Mine project provides zero discharge to the environment and contains a cyanide destruction plant to treat its tailings to achieve the requirements of the Ministry of Environment. The reduced plant is designed by Inco after laboratory testworks carried out on Ovacık representative ore samples and the construction has been completed. The process employs SO<sub>2</sub>/Air method. Both the testworks and operation of the plant at Ovacık proved that cyanide and heavy metals in Ovacık tailings can be destructed below the limits dictated by the Ministry of Environment. The limits of the Ministry are close to the limits for discharge to the environment.

#### **1. GİRİŞ**

Ovacık Altın Madeni'nde ince boyutlu altın içeren cevher yataklarındaki altının kazanılmasında halen teknik ve ekonomik olarak uygulanabilecek tek yöntem olan siyanürleme yönteminin kullanılması öngörülmüştür. Bu yöntem günümüzde dünya altın madenciliğinde yaygın ve başarılı bir biçimde uygulanmaktadır.

Dünya uygulamalarına bakıldığında siyanürleme İşleminden sonra oluşan atıklar ya atık barajında doğal yolla bozundurulmakta ya da, özellikle alıcı ortama deşarj yapılması söz konusu ise, alıcı ortam limitlerini sağlamak amacıyla kimyasal yöntemlerle bozundurulmaktadır. Ovacık'ta alıcı ortama deşarj utmamasına karşın atıkların kimyasal bozundurma Ünitesinde bozundurulduktan sonra atık barajında depolanması öngörülmektedir. Hem atıkların insan sağlığı ve çevre açısından emniyetli seviyeye bozundurulması hem de alıcı ortama deşarj edilmeyip geçirimsiz atık depolama haznesinde depolanması, Ovacık madenini dünyadaki uygulamaları ile karşılaştırıldığında dünya

standartlarının üzerinde bir maden haline getirmektedir.

Siyanürün kimyasal yöntemle bozundurulmasında değişik yöntemler uygulanmaktadır (Smith, 1991). Dünyadaki uygulamalar ve avantajları gözönünde tutularak Ovacık madeni için SO<sub>2</sub>/Hava yöntemi seçilmiştir. Bu yöntem halen 54 tanesi Kanada ve ABD'de olmak üzere dünyada 67 madende uygulanmaktadır (Devuyst, 1997). Kimyasal bozundurma ünitesine ikinci bir kademe ilave edilerek ağır metallerin duraylı hale getirilmesi de öngörülmüştür.

#### **2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI**

Eurogold Madencilik A.Ş. nin Inco (Kanada) şirketinden Inco SO<sub>2</sub>/Hava yönteminin Ovacık atıklarında Çevre Bakanlığı kriterlerinin sağlanmasında uygunluğunun araştırın İmasını talep etmesi üzerine Inco laboratuvarlarında Ovacık cevherinden alınan temsili numuneler üzerinde test çalışmaları başlatılmıştır. Tablo 1 de Ovacık Altın

Madeni atık barajına deşarj için Çevre Bakanlığı tarafından belirlenen siyanür ve ağır metal limitleri verilmektedir (Eurogold, 1994).

Tablo 1. Çevre Bakanlığı Tarafından Belirlenen Ovacık Altın Madeni Atık Barajı Depolama Limitleri fmg/Lt.

Toplara Siyanür	1
Kadmiyum	1
Çinko	5
Bakır	5
Kurşun	2
Arsenik	5
Antimon	5
Demir	10
Toplam Krom	2
Civa	0.1

Tüm deneylerde Ovacık numuneleri siyanür liçi ve karbon adsorpsiyonu işleminden sonra kimyasal bozundurma işlemine tabi tutulmuştur. Bazı testler iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada SO<sub>2</sub> ile siyanür bozundurulmuş ikinci aşamada İse ferrik sülfat ile arsenik ve antimon duraylı halde çöktürülmüştür.

Bozundurma sonucunda atıksu analiz edilerek siyanür ve ağır metal miktarları tesbıt edilmiştir.

## 2. LABORATUVAR SONUÇLARI

### 2.1. Siyanürleme ve Karbon Adsorpsiyonu

Siyanürleme ve karbon adsorpsiyonu deneyleri Ovacık altın kazanma prosesi şartları gözönüne alınarak yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda atık suda kalan siyanür ve ağır metal konsantrasyonları Tablo 2 de verilmektedir.

Tablo 1 ve 2 karşılaştırıldığında Ovacık atığında sadece toplam siyanür, bakır ve antimonun Çevre Bakanlığı limitleri üzerinde olduğu ve kimyasal bozundurma ünitesinde bozundurulması gerektiği görülmektedir. Diğer elementler ise arıtmadan önce limit değerlerin altındadır. Civa, kadmiyum, kurşun gibi çevre açısından son derece zararlı ağır metaller cevherde hemen hemen hiç yoktur. Arseniğin limitlerin altında olmasına karşın laboratuvar deneylerinde 0.1 mg/L ye düşürülmesi amaçlanmıştır.

Tablo 2. Siyanürleme ve Karbon Adsorpsiyonu Sonucunda Atık Suda Kalan Siyanür ve Ağır Metal Konsantrasyonları fmg/L.

Toplam Siyanür	144
Kadmiyum	<0.01
Çinko	1
Bakır	6
Kurşun	<0.05
Arsenik	2
Antimon	10
Demir	3
Toplam Krom	<0.01
Civa	<0.01

### 2.2. Siyanür Bozundurma ve Metal Duraylama

Atık üzerinde yapılan kimyasal bozundurma deney sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

1. Çevre Bakanlığı limitlerini sağlamada Inco SO<sub>2</sub>/Hava prosesi başarılı olmuştur. Amaçlanan <1 mg/L toplam siyanür, <0.1 mg/L arsenik ve <5 mg/L antimon değerleri sağlanmıştır.
2. İki aşamalı bozundurma önerilmiştir. Birinci aşamada siyanürün bozundurulması ikinci aşamada ise arsenik ve antimonun duraylı hale getirilerek çöktürülmesi öngörülmüştür.
3. Inco SO<sub>2</sub>/Hava prosesinde katalizör görevi görmesi ve demir siyanür bileşiğinin çöktürülmesi için sisteme bakır ilavesi gerekli görülmüştür.
4. Atık barajı geri dönüş suyundaki antimonun çöktürülmesi için Üçüncü bağımsız bir çöktürme tankı öngörülmüştür.
5. Bozundurulmuş atıkta elde edilen siyanür ve ağır metal konsantrasyonları Tablo 3 de verilmiştir.

Dünya standartlarında atık barajları için limit değerler konulmamaktadır. Ancak alıcı ortama yapılacak deşarjlar için limit değerler bulunmaktadır. Kanada'da 2 mg/L ye kadar siyanür içeren atıksu alıcı ortama verilebilmektedir. Dünya Bankasının alıcı ortam limiti ise 1 mg/L dir. Tablo 3 den görüldüğü gibi sıfır deşarjlı atık barajına gönderilen atıktaki siyanür konsantrasyonu alıcı ortam deşarj limitinin altında kalmaktadır.

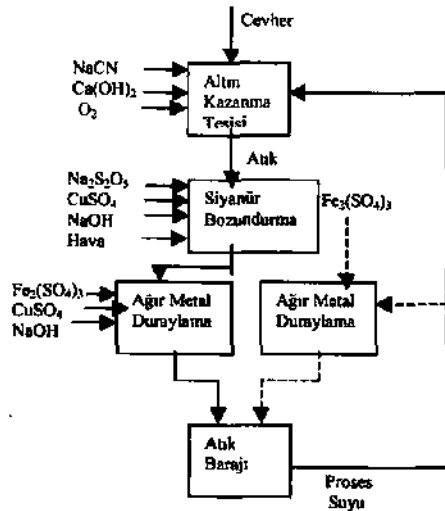
Tablo 3. Bozundurulmuş Atıksudaki Siyanür ve Aflır Metal Konsantrasyonları (mg/L).

Toplam Siyanür	0.84
Kadmiyum	<0.01
Çinko	<0.1
Bakır	0.78
Kurşun	<0.05
Arsenik	0.05
Antimon	4
Demir	0.05
Toplam Krom	<0.01
Civa	<0.01

### 3. PROSES DİZAYN KRİTERLERİ

Kimyasal bozundurma ünitesi %45 katı içeren saatte 60 m<sup>3</sup> lük tesis atığından 8.4 kg/saat toplam siyanür bozunduracak kapasitede dizayn edilmiştir (INCO, 1993). Sistem siyanürün %99 undan fazlasını bozundurarak atıkta toplam siyanür konsantrasyonunu 1 mg/L nin altına düşürebilecek kapasitededir.

Kimyasal bozundurma ünitesi 60 ve 30 dakikalık işlem süresi sağlayan seri halde iki kademededen oluşmaktadır. Ayrıca ilave antimon çöktürmesi için bağımsız üçüncü bir kademe bulunmaktadır. Bozundurma Ünitesi akım şeması Şekil 1 de görülmektedir.



Şekil 1. Ovacık Altın Madeni Kimyasal Bozundurma Ünitesi Akım Şeması

Ovacık Inco S02/Hava kimyasal bozundurma ünitesi için kabul edilen proses dizayn kriterleri şunlardır:

Atık miktarı	m <sup>3</sup> /saat	60
Katı oranı	%	45
Atıkta su	m <sup>3</sup> /saat	46
Toplam CN	kg/saat	8.4
SO2 dozajı	g/gWCN*	5
Cu <sup>2+</sup> dozajı	mg/L	10
Fe <sup>3+</sup> dozajı	mg/L	200
Çözünmüş O	mg/L	4

Reaktör 1		
Hacim	m <sup>3</sup>	65
Süre	dak.	60

Reaktör 2		
Hacim	m <sup>3</sup>	30
Süre	dak	30

Reaktör 3		
Hacim	m <sup>3</sup>	23
Süre	dak.	15

\*WCN = Zayıf Asitte Çözünen Siyanür.

### 4. BOZUNDURMA TESİSİNİN İŞLETİLMESİ

Ovacık Altın Madeni tesis ve bozundurma üniteleri inşaatı Aralık 1997 de tamamlanmıştır. Teknik ve ticari nedenlerden dolayı inşaat çalışmalarının devamı olarak tesislerin kısa bir süre çalıştırılıp test edilmesi gerekli olmuştur. Bu nedenle. Şubat 1998 de tüm tesisler devreye alınıp kısa bir süre çalıştırılmıştır. Bu çalışmalar sırasında Özellikle siyanürün kullandığı ve bozundurulduğu kısımlar olmak üzere tüm üniteleri test edilmesi çevre ve emniyet prosedürlerinin bağımsız uzman bir şirket tarafından kontrol edilmesi imkanı olmuştur.

Çevre Bakanlığı'nca Ovacık madeni için belirlenen yaptırımlardan bir tanesi olan atıkta toplam siyanür seviyesinin 1 mg/L olma şartı çalışma sırasında Inco prosesince sağlanmıştır. Atıkta elde edilen ortalama toplam siyanür konsantrasyonu 0.2 mg/L maksimum konsantrasyon ise 0.49 mg/L olmuş bu sonuçlar bağımsız bir laboratuvar tarafından yapılan analizlerle onaylanmıştır.

## 5. SONUÇ

Ovacık Altın Madeni uluslararası kabul görmüş standartlara göre dizayn ve İnşa edilmiş alıcı ortama sıfır deşarjlı geçirimsiz atık barajına ilaveten atıklarını atık barajına depolamadan Önce kimyasal işleme tabii tutarak siyanürü bozundurmaya ve ağır metalleri duraylı halde çöktürmeyi öngörmektedir. Dünyadaki diğer altın madenleri ile karşılaştırıldığında proje bu haliyle dünya standartları üzerindedir. Ovacık atığında ağır metallerin çoğu bulunmamakta ya da Çevre Bakanlığı'nca belirlenen Umitlen altında yer almaktadır. Sadece siyanür, bakır ve antimon limitleri aşmaktadır. Arsenik limitlerinin altında olmasını, rağmen daha düşük seviyelere bozundurulmaktadır. İki sürekli ve .)' Sığınısız kademedan oluşan bozundurma ünitesi, i.e iico SO./Hava yöntemi ile siyanürün çöktürülmesi için sülfat çözeltisi kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar ve tesislerin çalıştırılması sonucunda siyanür ve ağır metallerin Çevre Bakanlığı limitleri altına düşürülebileceği görülmüştür.

## 6. KAYNAKLAR

- Smith, A. ve Mudder, Terry.  
The Chemistry and Treatment of  
Cyanidation Wastes. 1991.
- Devuyt, E.A.  
The INCO SO<sub>2</sub>/Air Cyanide Destruction  
Process, Değerli Metallerin Madenciliğinde Atık  
Barajlarının Yönetimi Semineri, YMGV. Çeşme  
İzmir. 1997.
- Eurogold Madencilik A.Ş.  
T.C. Çevre bakanlığı Taahhünamesi 1994.  
INCO SO<sub>2</sub>/Air Cyanide Destruction  
Process Design Criteria. 1993.