

# Siyanür mü Çevre mi? Türkiye'nin Nihai Kararı \*

Dr. Ata Akcıl

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Bölümü, TR 32206, Isparta, Tel: 90.2462370428 Faks:-902462370434, E-mail [ata@mmfsdu.edu.tr](mailto:ata@mmfsdu.edu.tr)

Altın ve gümüş madenciliğinin ortadan kaldırılması siyanür veya madencilikle ilgili riskleri ortadan kaldırmayacaktır<sup>1</sup>. Siyanür bazı önemli sanayi işletmelerinden de açığa çıkabilmektedir. Altın eldesi için kullanılan metalurjik süreçlerde, siyanür atıkları ciddi bir çevre kirliliği kaynağıdır. Söz konusu atıklar ağır metaller, siyanür ve son derece duraylı kompleks siyanür bileşiklerini içermektedir<sup>2</sup>.

Diğer siyanür kaynakları arasında oto egzoz gazları, bazı kimya sanayinden ortama yapılan deşarjlar, kentsel atıkların yakılması ve siyanür içeren pestisitlerin kullanımı sayılabilir. Siyanür, metaller ve diğer organik bileşiklerle kimyasal reaksiyona girebilir. İnsan vücudunda siyanür, hidrokso karbolamin ile birleşerek B12 vitaminini (siyano kobolamin) oluşturabilir. Badem, mısır filizi, lima fasulyesi, soya fasulyesi, ıspanak, bambu sürgünü, kassava kökü (ABD'de tapioca olarak bilinen ve tropik iklimler de yetişen patatese benzer kassava yumruları) gibi bazı bitkisel ürünler ile B12 vitamininde, tabii olarak bulunan şekerler veya organik bileşiklerin bünyesinde bulunması nedeniyle siyanüre raslanır. Siyanürle ilintili olmayan sanayilerde çalışmayan insanların siyanüre maruziyetlerinin ana kaynağı muhtemelen sigara dumanıdır. Yangın sırasında çıkan dumanların solunması, siyanüre maruziyetin bir başka ana kaynağı olabilir. Elektronik bilgisayar cihazları üretimi, ticari matbaacılık, fotoğraf tabetme işlemleri, hastahaneler, tutkal üretimi, mobilya ve inşaat malzemeleri üretimi gibi siyanürle ilintili işlerde çalışanlar tiyosiyana maruz kalabilirler<sup>3</sup>. Bu hususlar Mining Environmental Management dergisinin Mayıs 2001 sayısında yer alan "Siyanür Rehberi"nde ayrıntıları ile verilmektedir.

## ÇEVRE İLE İLGİLİ MEVZUAT

Siyanürle işleme sonucu meydana gelen atıkların bertaraf edilmesine ilişkin çevre mevzuatı dünya ölçeğinde giderek sıkılaşmakta, bazı maden sahalarında kurak dönemdeki su kısıtları çözümlerinin yeniden kullanımını gerektirmekte, bunun sonucunda kirlenmiş suların arıtılması zorunlu olmaktadır<sup>4</sup>. Siyanür için belirlenen uluslararası kurallar (ABD Çevre Koruma Ajansı) şunlardır:

- İçme suyunun bir litresinde azami 200 mikrogram siyanür,
- Depoda saklanan yiyeceklerden domates, marul, hıyar ve turpta siyanür üst sınırı 5 ppm, baharatlarda 250 ppm,
- İşyeri atmosferinde siyanür tuzlarını konsantrasyon sınırları [ $\text{Ca}(\text{CN})_2$ , KCN, NaCN, HCN-10 mg/m<sup>3</sup>] atmosferin her m<sup>3</sup> ü için 5 mg siyanür (ABD İşyeri Emniyeti ve Sağlığı İdaresi).

Kasti veya kaza eseri zehirlenmelerden elde olunan verilere dayanılarak siyanürün insanlar için öldürücü dozajının 1,52 mg/kg olduğu hesaplanmıştır<sup>5</sup>. Ağızdan alındığında, insanlarda kaydedilen en düşük öldürücü siyanür dozajı 0,56 mg/kg'dır<sup>6</sup>. Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıtları Ajansı, bir çalışmada yer alan Siyanürün Ters Etki Gözlemlenmeyen Seviyesi'nin 4,5 mg/kg/gün olarak tespitine dayanarak, siyanürün ağızdan alınacak Asgari Risk Seviyesini

\* Mining Environmental Management, November 2001, v. 9, no 6, s. 22-23'de yayımlanan makalenin Türkçe çevirisidir.

0,05 mg/kg/gün olarak belirlemiştir<sup>7</sup>. İçme suyuna uygulanan uluslararası mevzuat ve kılavuzlarda siyanür üst limiti 0,1 mg/litredir<sup>8</sup>.

### Siyanür İçin Türk Ulusal Mevzuatı

- İçme suyunda, bir litre suda 50 mikrogram (Türk Gıda Kodeksi)
- Ambarlanmış gıdalarda, 1 kg yiyecekte limit 1 mikrogram siyanür (Türk Gıda Kodeksi)
- İşyeri atmosferinde HCN'nin üst limiti 10 mg/m<sup>3</sup> dür (İşyeri Sağlığı ve Güvenliği Tüzüğü)

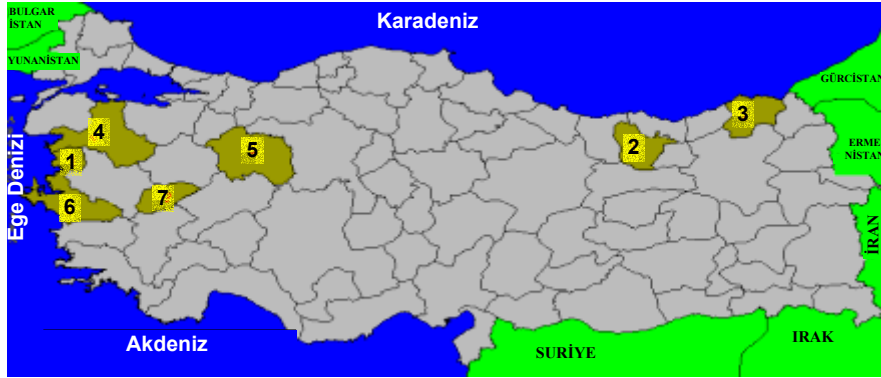
Türk madenciliğinde ilk siyanür kullanımı 1987'de, kamu kesimince işletilen bir gümüş madeninde gerçekleşmiştir. Türkiye'de yılda 1200 tonu 1987'den beri Kütahya Gümüşköy Gümüş Tesisinde olmak üzere yılda yaklaşık 2500 ton sodyum siyanür kullanılmaktadır. Yeni çalışmaya başlayan Ovacık Altın Madeni yılda 240 ton sodyum siyanür kullanacaktır. Bu, Türkiye tarihinde siyanür kullanılarak elde edilecek ilk altın olacaktır. Onbeş yıllık arama çalışmaları neticesinde şimdi Türkiye'nin büyük bir altın potansiyeline sahip olduğuna inanılmaktadır.

### İŞLETMELER

2001 verilerine göre Türkiye'nin 6500 ton altın potansiyeli mevcuttur. Yedi proje, çevresel ve bürokratik işlemleri beklemektedir (Şekil 1 ve Çizelge 1). Ovacık, çok uzun süren çevresel etki prosedürlerinden sonra madencilik ve zenginleştirme işlemlerine başlayabilmiştir.

Diğer projeler, Ovacık altın madenindeki gelişmeleri izlemeye devam etmektedirler. Ovacık projesinin daha fazla engelle karşılaşmaması halinde diğer projelerde daha fazla yatırım yapılabilecektir.

Şekil 1 – Türkiye haritası üzerinde bazı önemli altın yatakları



Çizelge 1. Türkiye'deki altın projeleri

| Haritadaki Yeri | Bölge               | Au (ton)   | Ag (ton)    | Üretim değeri (milyon dolar) | Şirket   | Durumu                |
|-----------------|---------------------|------------|-------------|------------------------------|----------|-----------------------|
| 1               | Ovacık-İzmir        | 24         | 24          | 240                          | Normandy | İşletme aşamasında    |
| 2               | Mastra, Gümüşhane   | 12         | 8           | 120                          | Normandy | Fizibilite aşamasında |
| 3               | Cerattep, Artvin    | 30,3       | 1050        | 460                          | Cominco  | Fizibilite aşamasında |
| 4               | Küçükdere-Balıkesir | 7,5        | 17          | 75                           | Tuprag   | İzinler bekleniyor    |
| 5               | Kaymaz, Eskişehir   | 6,2        | 3           | 60                           | Tuprag   | İzinler bekleniyor    |
| 6               | Efem, İzmir         | 30         | -           | 290                          | Tuprag   | Fizibilite aşamasında |
| 7               | Kışladağ, Uşak      | 150        | -           | 1500                         | Tuprag   | Arama aşamasında      |
|                 | <b>TOPLAM</b>       | <b>260</b> | <b>1100</b> | <b>2750</b>                  |          |                       |

## OVACIK ALTIN MADENİ

Ovacık madeni, Türkiye'nin batı sahillerinde Ege Bölgesinde, İzmir şehrinin 120 km kuzeyinde bulunmaktadır. Bu yatak 1989'da keşfedilmiş ve 1992'de işletme ruhsatı için müracaatta bulunulmuştur. Çevresel ve diğer izinler 1994'de verilmiştir. Yapımı 1997'de tamamlanmıştır. 1998'de 96 saat süren deneme işletmesi sırasında tesis tamamiyle denenmiştir<sup>9</sup>. Bununla beraber projenin uygulama izni siyanürün kullanımı ile alakalı potansiyel riskler öne sürülerek Kasım 1998'de iptal edilmiştir.

Golder Associates (İngiltere) tarafından 1998 yılında, TÜBİTAK tarafından 1999 yılında yapılan risk değerlendirmelerine uyum sağlandıktan ve ilave çevresel tedbirler ile potansiyel riskler ortadan kaldırıldıktan sonra madeni işletmek için gerekli izinler yenilenmiştir. Tesis nihayet Haziran 2001'de altın ve gümüş üretimine başlamıştır. Bağımsız denetçi raporlarına göre maden siyanür imha ünitesi, astarlı atık havuzu ve ortama sıfır deşarjı ile birlikte dünyadaki tek örnek olup ulusal ve uluslararası standartların ötesindedir. Deneme işletmesi tesisin teknolojik ve çevresel güvenliği ile işletme verimliliğini teyit etmiş, INCO Prosesi kullanan kimyasal imha sistemi ile ağır metal çöktürme sisteminin güvenliği ve güvenilirliğini ortaya koymuştur. Deneme işletmesi Ovacık madeninin Türk Mevzuatı'ndaki tüm şartları karşıladığı gibi yüksek güvenlik, güvenilirlik ve çevre koruma standartlarına sahip olduğunu göstermiştir.

### Ovacık altın madeninin genel görünümü ve siyanürleme tesisi



## SİYANÜR İMHASI

Dünyanın dört bir yanındaki altın madenlerinde siyanürün bozundurulması için muhtelif yöntemler kullanılmaktadır<sup>10</sup>. Ovacık Altın Madeni için INCO yöntemi seçilmiştir. T.C. Çevre Bakanlığı, atık havuzuna deşarj edilecek atıklardaki siyanür seviyesini 1 ppm'nin (*litrede 1*

miligram) altında olmasını talep etmiştir. Tesislerden çıkan atıklar içindeki siyanürün bozunduğu ve ağır metallerin çökerek duraylı hale getirildiği iki kademeli bir INCO SO<sub>2</sub>/HAVA kimyasal bozundurma sistemine tabi tutulmaktadır<sup>11</sup>. Söz konusu sistem, mevcut siyanürün % 99'undan daha fazlasını bozundurarak atıklardaki siyanür konsantrasyonunu 1 ppm'nin altına düşürme kapasitesine sahiptir. Birinci kademedede serbest ve zayıf asitte çözünen (WAD) metal siyanürlerin oksitlenmesi için O<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gerekmektedir. Tanka hava enjekte edilmesi ile oksijen sağlanmakta, SO<sub>2</sub> ise sodyum metabisülfid ilavesi ile elde edilmektedir. Bakır sülfat katalizör olarak katılmaktadır. Siyanürün bozunması için ortamın pH'sının ideal olarak 8,9 ile 9,5 arasında olması gerekmektedir. Bu değerleri tutturmak için kireç sütü ilave edilmektedir.

Gürültü, toz, patlatmanın oluşturduğu titreşimler, havadaki HCN gazının miktarı, siyanür ve ağır metallerin atık göletindeki konsantrasyonu ile yeraltı suyunun kalitesi gibi madenin bütün çevresel etkileri periyodik olarak izlenmektedir. İzleme sonuçları aylık çevre raporunda yayınlanmaktadır. Başta siyanürün kullanıldığı ve bozundurulduğu bütün devreler olmak üzere, tüm üniteler deneye tabi tutulmakla kalınmamış, bağımsız bir denetçi de tesisin çevresel ve sağlık önlemlerini kontrol etmiştir.

Yapılan analizlere göre, INCO prosesi çıkışında ortalama toplam siyanür konsantrasyonu (talep edilen 1 ppm'nin altında olmak üzere) 0,2-0,4 ppm bulunmuştur<sup>12</sup> (Çizelge 2). Bu neticelere göre Ovacık Altın Madeni çevre yönetiminde örnek olarak kabul edilmektedir<sup>13</sup>.

**Çizelge 2. Ovacık altın madeninde siyanür ve ağır metallerin konsantrasyonları (ppm)**

| Parametre   | Çevre Bakanlığı Tarafından Tespit Edilmiş Üst Sınır | Haziran 2001* | Temmuz 2001* | Ağustos 2001* |
|-------------|---|---------------|--------------|---------------|
| WAD Siyanür | 1   | 0,2           | 0,4          | 0,3           |
| Arsenik-As  | 5   | 0,014         | < 0,5        | <0,5          |
| Antimuan-Sb | 5   | <0,5          | < 0,5        | <0,5          |
| Bakır-Cu    | 5   | < 0,036       | 0,125        | 0,267         |
| Civa-Hg     | 0,1   | 0,002         | 0,002        | 0,002         |
| Çinko-Zn    | 5   | 0,016         | 0,009        | 0,011         |
| Demir-Fe    | 10  | 0,163         | < 0,003      | 0,0575        |
| Kadmiyum-Cd | 1   | < 0,001       | < 0,001      | <0,001        |
| Kurşun-pb   | 2   | < 0,001       | < 0,005      | < 0,05        |

\* Kimyasal metotla bozundurulmuş ve atık su göletine deşarj olunan atıksuda.

Atık yönetiminin, empoze edilen çevresel standartlara (< 1 ppm CN) uyması ile siyanürle altın eldesi tamamen ve düzenli olarak kontrol altında tutulmaktadır. Çevresel dengeyi koruyacak gerekli önlemler alınarak, siyanürün insanoğlu için faydalı bir kimyasal olarak sunulmasının gereği akıldan çıkartılmamalıdır. Diğer altın üretim projelerinin en kısa zamanda işletmeye alınması potansiyelinin bulunduğu Türkiye'de siyanür kullanımına engellerin ortadan kaldırılması çok önemlidir. Siyanürün madencilikte kullanıldığı ülkelerde farklı çevresel mevzuat yürürlükte olsa dahi, ticari ekonomik ve çevresel alternatifi bulunana kadar siyanür vazgeçilmez bir kimyasal hüviyetini koruyacaktır.

## TEŞEKKÜR

Yazar, çok değerli tavsiyeleri için Dr. Terry Mudder'e, Ovacık atık barajının aylık deneme raporlarını temin ettiği için Normandy Madencilik'e teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

1. Mudder T. ve Bota M., A Guide to Cyanide, Mining Environmental Management, pp. 8-12, Mayıs 2001.
2. Mallintra, D. Ve Tuka, R., Proceedings of the Symposium on Emerging Process Technologies for Mining. Metallurgy and Exploration Inc, Littleton, CO, 169, 1992.
3. Research Triangle Institute, Toxicology Profile for Cyanide, 250 sayfa, A.B.D.,1992.
4. Rorke ve arkadaşları. Biological Processes for Thiocyanate and Cyanide Degradation, Biohydrometallurgy and the Environment, Toward the Mining of the 21 st Century, pp. 731-740,1999.
5. ABD Çevre Koruma Ajansı, Aşırı Derecede Tehlikeli Maddeler Listesi ve Planlamada Kullanılan Eşik Miktarları, Acil Durum Planlaması ve Desarj Duyuru Şartları, Federal Register 52; 13378-13410, 1987.
6. Gertler ve Haine, The Toxicology of Cyanide, Am. J. Med. Sci., 195:182-198,1988.
7. ABD Ulusal Toksikoloji Programı, Ulusal Toksikoloji Programı Sodyum Siyanürün Toksikliği Araştırması Raporu, (CAS No.143-33-9) ABD Sağlık ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Halk Sağlığı, Ulusal Sağlık Enstitüsü, 1993.
8. Dünya Sağlık Teşkilatı, İçme Suyu Kalitesi için Rehber, Cenevre, İsviçre, 1984.
9. Kişisel görüşme, Normandy Madencilik Ovacık-İzmir,1997.
10. Smith A. And Mudder T., The Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes, Mining Journal Limited, Londra, İngiltere, Birleşik Kırallık, 1991.
11. INCO Maden Arama Ve Teknik Hizmetler, Eurogold Madencilik A.Ş.'nin Dikili Projesi için INCO SO2 - Hava Prosesinin çamur ve çözeltiler için laboratuvarında değerlendirilmesi, 1993.
12. Kişisel görüşme, Normandy Madencilik Ovacık-İzmir,2001
13. Akcıl A ve arkadaşları, A Case study of decomposition of cyanide and heavy metal stabilisation in Ovacık Gold Plant, International Conference on Mineral Processing Technology, Bangalore. Hindistan, Ocak 2002.