

OVACIK ALTIN MADENİNDEKİ ATIK DEPOLAMA TESİSLERİNİN ÇEVRESEL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ¹

Vedat Oygür*, Caner Zambak **

* Normandy Madencilik A.Ş., Arjantin Cad. No.15, GOP, ANKARA, TÜRKİYE

** Çevre Danışmanı, Türkiye Kimyasal Madde İmalatçıları Birliği,
Değirmen Sokak. No: 19/9, Kozyatağı 81090, İSTANBUL, TÜRKİYE

ÖZ

Ovacık Altın Madeni Türkiye'nin batısında İzmir'in yaklaşık 100 km kuzeyinde bulunmaktadır. Maden, çok uzun bir izin alma sürecini takiben, Mayıs 2001'de deneme işletmesine geçmiştir. İşletme altın ve gümüşün eldesi için tanklarda uygulanan "kapalı devre siyanür liç teknolojisi" ile ardından "karbon absorblama(CIP) –sıyırma" teknolojisini kullanmaktadır. Liç prosesinin ardından atıklar, atık havuzuna deşarj edilmeden önce INCO® prosesi kullanılarak kimyasal arıtmaya ve ağır metaller için duraylama işlemine tabi tutulmaktadır. Atık havuzuna deşarj edilen arıtılmış atıksu içindeki siyanür miktarı ortalama 0,2 mg/lt olup, T.C. Çevre Bakanlığı tarafından konulan 1 mg/lt ve Birleşmiş Milletler tarafından önerilmiş bulunan 50 mg/lt siyanür üst sınır seviyelerinin çok altında kalmaktadır.

Arıtılmış atıklar, kaya dolgu seddeleri olan bir atık havuzunda stoklanmaktadır. Havuzun tabanı, kil ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) jeomebrandan oluşan kompozit bir astar sistemi ile kaplanmıştır. Havuzdaki durusu, proste yeniden kullanılmak üzere geri pompalanmaktadır. Durusunun anılan geri dönüşü nedeniyle ortama herhangi bir su deşarjı yapılmadığı gibi tesisin taze su ihtiyacı da asgariye inmektedir. Söz konusu atık havuzunun izinler alınmadan önce yapılan değerlendirmesi, aşağıda sıralanan emsalsiz özellikleri ile, uygulamada baraj mühendislik standartları ile küresel çevre mevzuatının gereklerini yerine getirmenin ötesinde onları aşmış olduğunu göstermiştir. Bu özellikler:

- Kaya dolgu atık havuzu yapısı - yerel su barajlarından daha üstün emniyet faktörüne sahiptir.
- Kompozit astar – atık havuzundan sızıntıyı önlemektedir,
- Atıkların kimyasal arıtımı - havuzda depolanan atıksuda CN seviyesi 1 ppm'in altına düşmüştür,
- Yüzeysel sularına sıfır deşarj - atık suyun tamamının geri kazanımı.

İşletmeye nihai izin verilmeden önce, bir uluslararası müşavirlik şirketi tarafından, birisi tesisin siyanür döngüsü, diğeri atık havuzu ve sedde güvenliği olmak üzere iki, TÜBİTAK tarafından çevresel risk ve teknoloji değerlendirme konularında bir olmak üzere üç risk değerlendirme etüdü yapılmıştır. Bu etüdlere, proje tasarımının, tüm ulusal çevre standartlarına, mukayese edilebilir projelerde uygulanan uluslararası ilgili standartlara uygun olduğu gibi, bazı alanlarda uygulanan ve gerekli görülen şartları aştığını göstermiştir. Çevresel izleme sonuçları da işletmenin tüm ulusal ve uluslararası çevre standartlarına tam uygunluk sağladığını göstermektedir. Bu bildiri, Mayıs 2001'den beri işletme faaliyetini sürdüren Ovacık Altın Madeninin tasarım kriterlerini, işletme özellikleri ve tesisin gerek bir bütün olarak ve gerekse atık havuzunun performansının çevreye uyumunun genel bir görünümünü sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Siyanür; çevresel değerlendirme; altın madenciliği; maden atıkları; atık havuzları.

¹ Uluslararası Katı Atık Birliği (ISWA) tarafından Temmuz 2002'de düzenlenen **Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Uygun Çevre ve Katı Atık Yönetimi ve Teknolojileri Kongresi**'nde sunulan ve bildiriler kitabının 4. cildi, 2209-2216 sayfalarında yayımlanan bildirinin Türkçe çevirisidir..

GİRİŞ

Kıymetli metallerin madenciliğinde, nadir metallerin kimyasal bir işlemle (liç) eldesinden önce, ince taneciklerini serbestleştirmek için cevherin kırma ve öğütme işlemine tabi tutulması söz konusudur. Altın ve gümüş cevherlerinin liç işleminde kullanılan birincil kimyasal NaCN veya KCN'dir. Kullanılan liç teknikleri ise "yığın liçi" (açık bir alanda kırılmış cevher üzerine uzun sürelerle siyanür çözeltisi püskürtülerek yığın halinde işleme tabi tutulması) veya öğütülmüş cevhere kapalı tanklar içinde uygulanan "vat -havuz- veya tank liçi" (kesikli süreç).

Nadir metallerin alınmasından sonra geriye kalan ana kayacın öğütülmüş taneleri (atıklar) uygun bir şekilde bertaraf edilmek zorundadır. Atıklar, maden sahası içinde üretildikçe gelen atık malzemesi ile inşa edilen veya üretim başlamadan önce gerçekleştirilmiş olan yapılar ardında oluşturulan belirli tahdit alanlarına (atık havuzu) dökülür.

Atık havuzlarının birincil amaçları: a) Katı atık taneciklerinin güvenli bir şekilde stoklanması, b) Atıklar içindeki kimyasalların kontrol altında tutulması ve içindeki suyun proseste kullanılmak üzere geri kazanımı c) Kimyasalların çevreye (hava, toprak, yüzey veya yeraltı suyu) yayılmasını önlemek. Atık havuzlarının inşasında yaygın olarak kullanılan malzemeler şunlardır:

- Atık malzemesi - *Mansab, Memba ve Orta Eksen metotları*
- Toprak veya kaya dolgu - *Su tutma yapılarına benzer yapılar*

Atık içindeki kimyasalların tahdit edilmesi, havuzun tabanına yerleştirilen (doğal veya yapay) su geçirimsiz malzeme tabakaları ve baraj mühendisliği uygulamalarında kullanılan uygun ilave yapılar ile gerçekleştirilir. Atık havuzlarının tasarımı aynı zamanda şu uygun çevre izleme ve acil durum özelliklerini de içerir: a) Yönetim işletmenin çevresel performansı ve ortaya çıkan istenmeyen eğilim veya problemleri çözebilecek acil durum planları sunmak ve b) Yürürlükteki mevzuatın gereklerini yerine getirmek.

OVACIK ALTIN MADENİNİN ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ovacık Altın Madeni, Newmont Şirketinin %100 sahibi olduğu Normandy Madencilik A.Ş.'nin uhdesindedir. Maden, Türkiye'nin batısında Ege sahilinden 15 km içerde, İzmir'in 100 km kuzeyi, Bergama'nın yaklaşık 12 km batısındadır. Maden ve işletme tesisleri toplam 100 hektarlık bir alan üzerine oturmaktadır. Ovacık yatağının halihazırdaki kaynak tahminleri 24 t altın ve 24 t gümüşdür. Yılda 3 ton altın ve 3 ton gümüş üretimi yapılarak 8 yıllık bir işletme planlanmış bulunmaktadır.

Maden, açık ve yeraltı işletmelerinden çıkarılacak yılda 300.000 ton cevheri işlemek üzere tasarlanmıştır. Altın ve gümüşün kazanımı için cevher 'siyanür liç tankı'na beslenmeden önce kırılıp öğütülür; bu işlemin ardından "karbon adsorplama (CIP)/ sıyırma devreleri" gelir. Altın içeren çözelti bir tankta biriktirilerek elektro kazanım hücrelerine gönderilir. Katotta biriken altın ve gümüş karışımı, yüksek basınçlı su ile katotlardan ayrılır, izabe işlemine tabi tutulmadan önce filtre edilerek kurutulur.

İzin alma ile ilgili hususlar

Tesis ve altyapısı, ilgili mevzuat ve TC. Çevre Bakanlığı ile yapılan protokole göre verilmiş olan izin ve ruhsatlara uygun olarak Aralık 1997'de tamamlanmıştır. Bu sırada proje karıştırlarının daha alt mahkemece reddedilmiş olan dava dilekçesi Danıştay'a ulaşmıştır. Mayıs 1998'de Mahkeme, tesisin o zamanki tasarım şartlarını göz önünde bulundurarak "maden tesisinde muhtemel risk faktörleri" olduğu gerekçesiyle izin sürecini durdurmuştur. Maden sahibi mahkeme kararında bahsi geçen her bir risk faktörünü etüd ederek, anılan risk faktörlerini azaltıcı ek düzenleyici tedbirler almıştır.

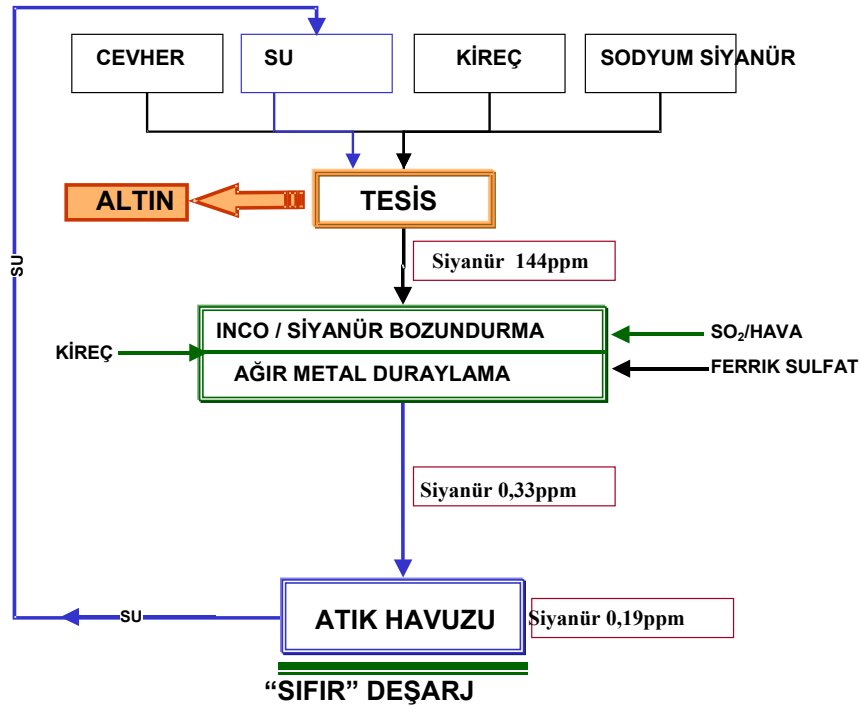
Uluslararası müşavirlik şirketi (Golder Associates 1998) tarafından yapılan risk değerlendirmesi sonuçları ve en son TÜBİTAK tarafından yapılan toplam çevresel risk ve

teknoloji değerlendirme raporu, yenilenen tesisin tüm ulusal mevzuat gerekleri ile benzer projelerde uygulanan ilgili uluslararası standartları tümüyle yerine getirdiğini, aslında bu standart ve normları bazı alanlarda geçtiğini teyit etmiştir. Risk azaltıcı önlemlerin ispatlanması dikkate alınarak izin süreci devam etmiş ve deneme işletmesi izni Nisan 2001’de ilgili makamlarca verilmiştir.

Atıkların toksikliğinin giderilmesi prosesi

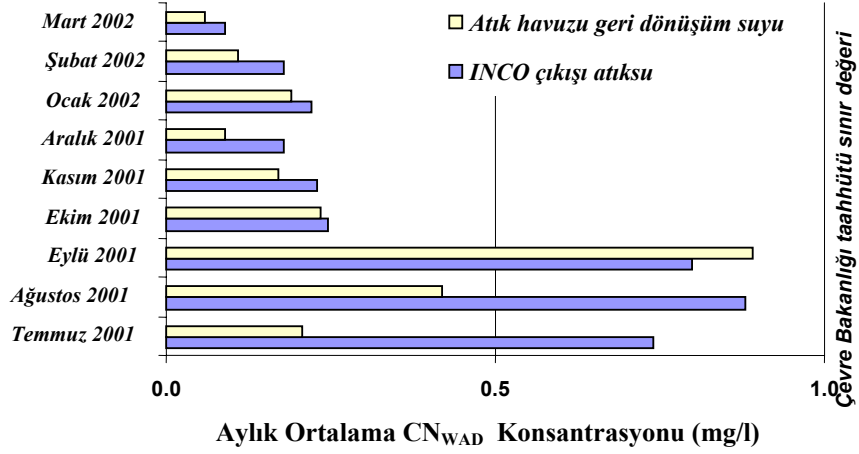
Şekil 1’deki akım şeması tesisin su döngüsü ve atık arıtma prosesini özetlemektedir. CIP kalıntısı atık havuzuna deşarj edilmeden önce iki kademeli INCO SO₂/Hava prosesi marifetiyle detoksifiye edilmektedir:

- Birinci kademede serbest veya zayıf asitte çözünebilir siyanürü (CN_{WAD}) oksitlemek için SO₂ ve hava kullanılır. Reaksiyona katalizör etki yapması ve kalıntı demir siyanürü “çözünmeyen tuz” olarak çöktürmek için bakır sülfat ilave edilir.
- İkinci kademede arsenik ve antimonu çöktürmek için ferrik sülfat kullanılır. Çözeltideki ağır metaller çözünmeyen tuzlar veya hidroksitler şeklinde çöktürülür.



Şekil 1. Ovacık Altın Madeni Akış Şeması

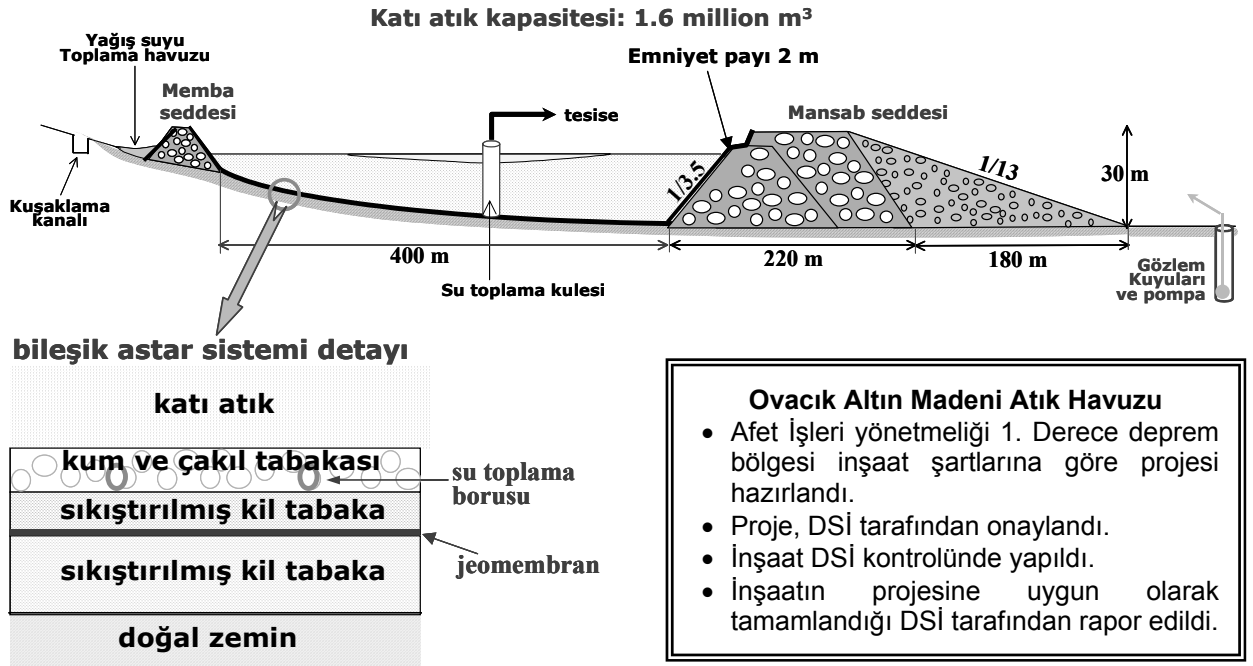
Madende yapılan ve on ay süren deneme çalışmaları atık havuzuna deşarj edilen arıtılmış atıksuda siyanür seviyesinin 0,2 mg/l altında olduğunu göstermiştir. Bu seviye T.C. Çevre Bakanlığı tarafından öngörülen azami 1 mg/l CN seviyesinin altındadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (BMÇP) kısa bir süre önce atık havuzlarında 50 ppm’lik azami siyanür seviyesinin çevre güvenliği açısından yeterli olabileceğini açıklamıştır (UNEP, 2000). Siyanür seviyesinin yetkili makamlarca sık ve ayrıntılı izlenmesine istinaden, madenin Mayıs 2001’den beri çok sıkı izin gereklerine tamamiyle uyum içinde olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Ovacık Altın Madeni Atık Havuzunda Ölçümü Yapılan Siyanür Seviyeleri (Yetkili Resmi Makamlarca Yapılan Analiz Verileri)

Atık Havuzu

Atık havuzu, zenginleştirme tesisi bitişiğindeki küçük bir vadiye inşa edilmiştir. Havuz, vadiyi, 1,6 milyon m³ atık için stoklama imkanı sağlayan iki kaya dolgu sedde ile enine kesmektedir (Şekil 3). Stok sahası, seddelerle birlikte 15 hektarlık bir alan kaplamaktadır.



Şekil 3. Ovacık altın Madeni Atık Havuzu

Maden, azami zemin ivmesinin 0,4g olduğu bir deprem bölgesinde yer almaktadır. Atık havuzu seddeleri, Türk Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak tasarlanmış ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır. Jeoteknik açıdan seddeler, depremin oluşturacağı 0,6g şiddetindeki yatay bir ivmeye dayanacak şekilde tasarlanmıştır (Golder Associates, 1998). Atık havuzunun ana seddesinin mansabı yönündeki şevi üzerine ana

kayaç ve örtü tabakasının yerleştirilmesi ile anılan şev açısı 10° den daha düşük bir değer almış, böylece seddenin emniyet faktörü 2,7 üzerinde gerçekleşmiştir (TÜBİTAK, 1999).

Atık havuzunun tabanı, 50 cm derinliğinde sıkılaştırılmış kil, üzerinde 1,5 mm kalınlığında yüksek yoğunluklu polietilenden (HDPE) mamul jeomembran, üzerinde 20 cm kalınlığında sıkılaştırılmış ikinci bir kil tabakası ve en üstte 20 cm kalınlığında süzme amaçlı bir çakıl tabakasından oluşan bileşik bir astar sistemi ile kaplanmıştır. Çakıl tabakası içine, durusunun dekantasyon kulesine toplanmasını sağlayacak şekilde drenaj boruları yerleştirilmiş olup, durusu buradan yeniden kullanılmak üzere tesise geri pompalanmaktadır (Şekil 3).

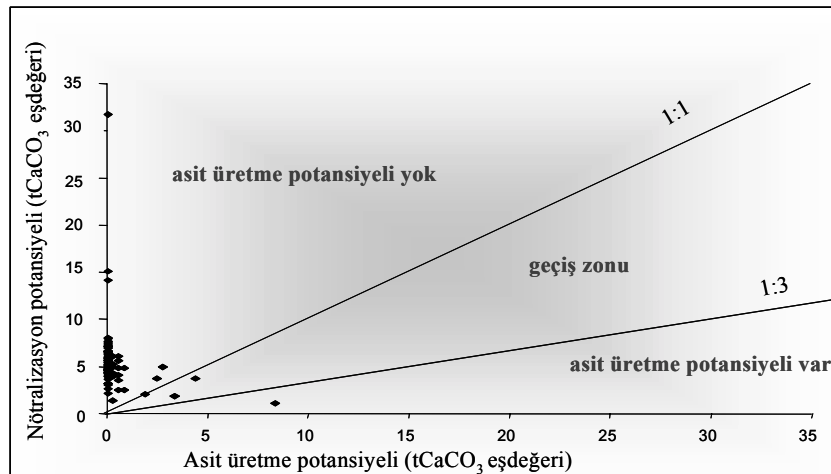
Su kalite analizleri için ana seddenin mansabı istikametinde bulunan altı gözlem kuyusundan aylık olarak yeraltı suyu numuneleri alınmaktadır.

Su Yönetimi

Ovacık atık havuzu tasarım kriterleri ve yönetim sistemi çevre ortamına "sıfır" su deşarjı esasına göre yapılmıştır. İşletme net bir su tüketicisi olduğu için bu mümkün olmaktadır. Zira, arazinin yıllık ortalama yağış ve buharlaşma miktarları sırasıyla 728 mm ve 2.313 mm'dir.

Üst seddenin bulunduğu noktada su toplama havzası yaklaşık 0,6 km² dir. Bölgede gözlemlenen en yoğun yağış sırasında hesaplanan azami taşkın deşarjı, birinci saat için 24,6 m³/s dir. Böylesi aşırı bir yağış halinde, su toplama havzasından gelecek su, üst seddenin önünde bulunan yüzey taşkın suları havuzunda biriktirilecektir. Biriken su, ya atık havuzuna pompalanacak, ihtiyaçtan fazla ise, havuzun kuzey tarafında inşa edilmiş bulunan derivasyon kanalına verilecektir.

Su yönetimi planı, yeraltı madeninden gelebilecek muhtemel fazla suyun kontrolünü de içermektedir. Tesis-Atık Havuzu Sistemi net bir su tüketicisidir ve proses suyu ihtiyacı nedeniyle su ilavesi gerekeceğinden madenden çıkacak sular, zenginleştirme tesisine gönderilecektir. Sistemin ihtiyacı ötesinde yeraltı madeni veya açık işletmeden gelecek fazla su, uygun fiziksel veya kimyasal arıtma işlemine tabi tutularak Su Kirliliğini Kontrol Yönetmeliğine uygun olarak ortama deşarj edilecektir. Bununla beraber, ana kayaçta ağır metallere raslanmadığı için yeraltı işletmesi veya açık işletmeden çıkacak suyun arıtılmasına gerek olmayacağı beklenmektedir. Ovacık cevheri ve pasası üzerinde yapılan Asit Kayaç Drenajı (ARD) deneylerine göre maden sahasında bulunan pasa asit kayaç drenajı verecek türden değildir (Şekil 4) (MAPTEK, 1999).



AKD oluşum koşulları

Aşağıdaki koşulların birarada bulunması gerekir:

- 1) Kayanın kükürt (S²⁻ olarak) içeriğinin >% 0,25 olması,
- 2) Kükürt içeren kayanın havanın oksijeni ve nem ile temas etmesi
- 3) Kayanın, oluşan asiti dengeleme kapasitesinin bulunmaması.

Örneklerin tümünde:

- S²⁻ değerleri <%0,25 (asit üretme potansiyeli için limit değer)
- pH değerleri >4 (asit üretme potansiyeli için düşük risk sınırı limit değeri)
- Ovacık Altın Madeni'nde üretilen cevher ve dekapajın asit üretme potansiyeli yoktur

Şekil 4. Ovacık Altın Madeni Asit Kaya Drenajı (ARD) Potansiyeli Deney Sonuçları.

Rehabilitasyon (ıslah) Çalışmaları

Şartları, Orman Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne belirlenerek yapılan protokollere göre madenin kapanışında açık ocak ve atık havuzu alanları rehabilite edilerek yeşillendirilecektir. Mümkün olduğu ölçüde rehabilitasyon, işletme ile eş anlı olarak yürütülecektir. İnşaat sırasında alınacak üst toprak, daha sonra yapılacak rehabilitasyon için saklanacaktır. Madenin kapatılması ve rehabilitasyonunun kavramsal planı hazırlanmış olup, her yıl gözden geçirilecektir.

Maden sahası, Devlet Su İşleri ve Orman Bakanlığı ile yapılan protokol uyarınca rehabilite edilecektir. Madenin kapatılmasının ardından atık havuzuna sırasıyla kaya, çakıl, kil ve üst toprak serilecek ve ardından ağaçlandırılacaktır. Maden işletmeye alınmadan önce, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne, işletme izni protokolüne uygun olarak, madenin rehabilitasyonunu ve kapatılmasını sağlamak amacıyla bir güvence bonusu verilmiştir.

Yürürlükte Olan Mevzuata Göre İzleme Gereklere

Rutin işyeri güvenliği ve sağlığı denetimlerine ilave olarak Ovacık Altın Madeninde, maden işletme ruhsatındaki şartlara uygun olarak, özel çevresel izleme programı oluşturulmuştur. Türk Hükümetince atanan resmi denetim komitesi doğrulama numunesi almaktadır. Çevre izleme verileri aylık raporlar şeklinde düzenlenerek ilgili makamlara sunulmakta ve ulusal basın ve diğer kamuoyu duyuruları dahil, çeşitli araçlarla toplumla paylaşılmaktadır (Normandy, 2001). Çevre izleme için numunelerin alınacakları yerler Şekil 5'te gösterilmektedir. Periyodik çevresel izleme için toplanan veriler şunlardır:

- Toz, gürültü ve titreşim,
- Detoksifikasyon ünitesinden çıkan atıksu ile atık havuzundan alınan durusuda CN_{WAD} miktarı,
- Atıksu da ağır metal (As, Sb, Cd, Hg, Cu, Pb, Zn, Cr) miktarı,
- Atık havuzu seddesinin mansabında yer alan 6 yeraltı suyu izleme kuyusunda CN_{WAD} miktarı dahil su kalite göstergesi,
- Atık havuzu sahası dahil, madenin çeşitli yerlerinde HCN ölçümleri.

Şirkete Özgü Çevresel Yönetim Denetimleri

Yürürlükte olan Türk mevzuatına ve ruhsatlarda belirtilen şartlara tam uygunluk yanında Ovacık Altın Madeni, Newmont'un çevre politikaları icabı rutin olarak denetime tabi tutulmaktadır. ISO 14001'e uygun olarak bir Ovacık Altın Madeni Çevresel Yönetim Sistemi Raporu hazırlanmaktadır. Çevresel yönetim sistemlerinin etkinliğini ve işletme sırasındaki çevresel performansın seviyesini ölçmek için Ovacık Altın Madeni, ana şirketin "5-Yıldız Değerlendirme Süreci" kullanılarak her yıl dahili çevresel denetim programına tabi tutulacaktır. Deneme işletmesi sırasında bağımsız bir uzmanlar grubunca harici bir denetim gerçekleştirilmiştir.

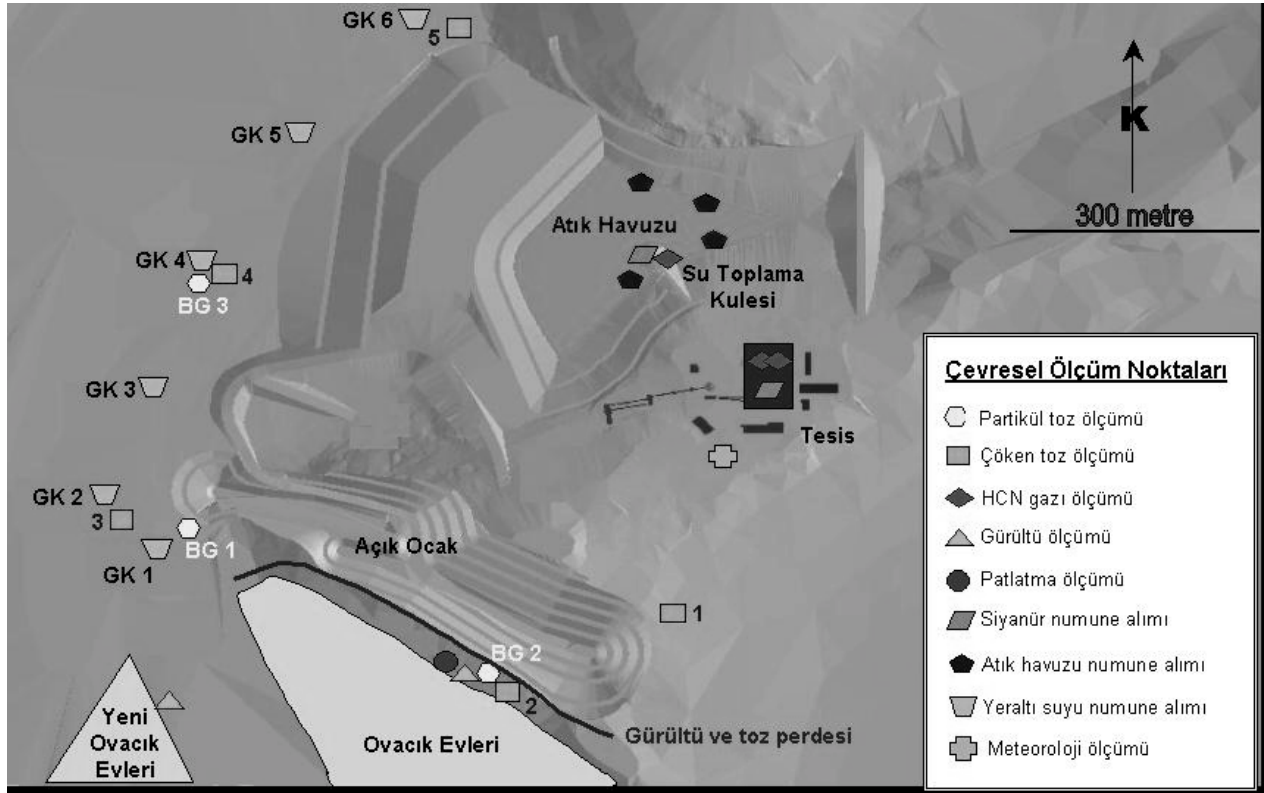
Benzer şekilde yönetimin Sağlık ve Güvenlik, Atık Havuzu, Madenin Kapatılması ve Rehabilitasyonu, Acil Durum Eylem Planı ve Halkla İlişkiler konularında planları bulunmaktadır.

SONUÇLAR

Ovacık altın Madeni aşağıdaki özelliklerin tamamını birlikte bulunduran nadir madenlerden birisidir:

- Atık havuzu seddelerinin kaya dolgu olması – *böylece yerel, büyük su tutma barajlarından daha yüksek bir emniyet faktörü*
- Bileşik astar – *atıkların etkin bir sınırlandırılması ve havuz alanından herhangi bir sızıntının önlenmesi*
- Atıkların kimyasal arıtımı - *atık havuzunda CN_{WAD} seviyesinin 1 ppm'den az oluşu*

- Yüzeysel sularına sıfır deşarj - atık suyun tamamının yeniden kullanımı



KAYNAKLAR

- Golder Associates (UK) Ltd., Consultancy reports on Probabilistic Risk Assessment, Ovacık Mine Tailings Dam and the Cyanide Cycle - Turkey, 1998.
- MAPTEK, Ovacık Gold Mine Acid Potential Tests Assessment, Company Report, 1999.
- Normandy, Ovacık Gold Mine Monthly Environmental Reports, Normandy Madencilik A.Ş. Turkey, June-December, 2001 (distributed to the community).
- TUBİTAK, Eurogold Ovacık Gold Mine TUBİTAK-YDABCAG Assessment Report, 1999.
- UNEP (United Nations Environment Programme), International Cyanide Management Code for the Manufacture, Transport and Use of Cyanide in the Production of Gold, Appendix G-4.4, Draft 8, September 5, 2001 (<http://www.mineralresourcesforum.org/cyanide/>).