

DÜNYADA

ve

TÜRKİYE'DE

ALTIN MADENCİLİĞİ

Eylül 2002

Ofset Hazırlık ve Baskı
Beril Ofset Ltd. Şti.
0212. 527 90 52 Faks: 511 06 08

Cilt:
Söz Mücellit

© *Bu kitabın tüm yayın hakları Türkiye Madenciler Derneği'ne aittir.*
Kaynak belirtmeden alıntı yapılamaz, izinsiz çoğaltılamaz.

İÇİNDEKİLER

YÖNETİCİ ÖZETİ	1
1. Dünyada Altın Madenciliği	1
1.1. Dünyada Altın Üretimi-Tüketimi	1
1.1.1. Altının Kullanım Alanları	1
1.1.2. Dünya Altın Üretim/Tüketim Dengesi.....	1
1.2. Arama ve Yatırım	4
1.2.1. Rezerv/Potansiyel.....	4
1.2.2. Yatırım Projeleri.....	5
1.3. Altın Üretim Teknolojisi	6
1.3.1. Teknoloji (BAT).....	6
1.3.2. Çevre Standartları	8
1.3.2.1. Uluslararası Mevzuat.....	9
1.3.2.2. Siyanür Yönetim Sistemi	9
1.3.2.3. Atık Havuzu	16
1.3.2.4. Rehabilitasyon	18
2. Türkiye’de Altın Madenciliği	19
2.1. Mevcut Durum.....	19
2.2. Arama	19
2.2.1. Potansiyel.....	19
2.2.2. Rezerv	21
2.3. Altın üretimi	22
2.3.1. Üretim Teknolojisi	22
2.3.2. Çevre Standartları	24
2.3.3. Atık Yönetimi	25
2.3.4. Yatak Karakterizasyonu (Asit Kaya Drenajı).....	28
2.3.5. Rehabilitasyon.....	29
2.3.6. İşletme Sonrası Kontrol	30
2.3.7. Risk Değerlendirmesi	31
2.4. Türkiye’de Siyanür Kullanımı	31
3. Türkiye’de Altın Üretiminde Uygulanan Yasa ve Yönetmelikler	34
3.1. Yürürlükteki Yönetmelikler	34

İLK SÖZ

Binlerce yıl önce altın üretilen Anadolu'da, Cumhuriyetimizin kuruluşundan sonra nihayet 15 yıl kadar önce, ilk ekonomik altın varlığını tespit edebildik.

Aramalar kısa sürede gelişti ve ülkemizin değişik yörelerinde 9 ayrı rezerv bulundu. Jeolojik araştırmalar, daha büyük yatakların bulunabileceğini gösteriyordu.

Böyle bir sonuç; Dünya'nın zengin, fakir, hangi ülkesinde olursa olsun, büyük bir toplumsal sevinçle karşılanırdı.

Ancak, Türkiye'de öyle olmadı. Birden bire, altın ve altın üretiminin hiç de önemli olmadığı yazılıp çizilmeye başlandı. Hele hele, altın üretimi ve sonrası için, dehşetengiz hayali senaryoların üretilmesi, halkımızın da kafasını karıştırdı. Üç beş bilinçli militanın kışkırtmaları ile insanlarımızın içine korku salınmaya çalışıldı.

YÖNETİCİ ÖZETİ

Dünya Altın Madenciliği

Dünya altın üretimi, son 25 yılda yaklaşık olarak ikiye katlanmıştır. Bu gelişmeler sonucunda, bilinen altın cevherleri işletmeye alınırken, yeni altın yataklarının bulunması için bütün dünyada yoğun bir arama ve yatırım dönemi başlamıştır. 1990 yılında 2133 ton olan dünya toplam altın üretimi, sürekli yükselen bir eğri göstererek, 2000 yılında % 12'lik bir artışla 2381 ton olmuştur. Dünya altın talebi 2000 yılında 3294 ton olmuştur. Altın üretimi ve talebi arasındaki 1000 ton civarındaki fark merkez bankaları tarafından satılan altın külçelerden ve hurda altın ticaretinden karşılanmaktadır.

Dünya altın üretiminin % 53'ü dört sanayileşmiş ülke, ABD, Kanada, Avustralya ve G. Afrika'da yapılmaktadır. 1980 yılına göre üretim artışı ABD'de 13 kat, Avustralya'da 18 kat ve Kanada'da 3,5 kat olmuştur. Yıllık altın üretimi, Rusya hariç, 24 ton olan Avrupa'nın dünya üretimindeki payı % 1'dir.

Dünya altın talebinde, Hindistan, ABD, Suudi Arabistan ve Çin ile birlikte Türkiye ilk sıraları paylaşmaktadır. Türkiye, dünya altın üretimi sıralamasında yer almadığı halde dünya altın talebinde beşinci sıradadır.

2001 yılında, dünyada 875 adet altın madeni faaliyettedir. ABD'de üretilen altının %92,5'i, Avustralya'da %96'sı ve Kanada'da % 90'ı çeşitli siyanürleme yöntemleriyle üretilmektedir.

Dünya toplam altın rezervi 49 bin tondur ve bunun % 65'i, dünya altın üretiminde ilk sıraları paylaşan ABD, Kanada, Avustralya ve G. Afrika'da bulunmaktadır. 2000 yılında, altın aramaları için dünyada 1,09 milyar dolar harcanmıştır. Bu harcamanın % 49'u altın üretiminde ilk sıraları paylaşan üç gelişmiş ülke ABD, Kanada ve Avustralya'da yapılmıştır.

2001 yılında, dünya altın madenciliği yatırım projelerinin toplamı 23 milyar dolardır. 2002 yılı için altın madenciliği yatırım projelerinin % 51'i Avustralya, ABD, Kanada ve Avrupa ülkelerindedir. Avrupa'daki altın madeni yatırım projelerindeyse Rusya, Yunanistan, İsveç ve Ermenistan ilk sıralardadır.

Avrupa Birliği Konsey Direktifi 96/61/EC çerçevesinde metal sanayinde çevre kirlenmesini en aza indirmek üzere kullanılan teknikler "bilinen en iyi teknikler" (BAT) olarak adlandırılmaktadır.

Altın madenciliğinde teknoloji seçimi, cevher içindeki altın taneciklerinin büyüklüğüne ve cevher kayasında bulunan diğer minerallerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Cevherdeki altın taneciklerinin mikroskopik boyutta dağılmış olması durumunda kullanılan yegane etkin yöntem, siyanür yardımı ile çözeltiye alma (siyanür liçi) teknolojisi günümüzdeki dünya altın üretiminin % 83'ü için kullanılmaktadır.

Siyanürleme yöntemiyle altın üretimi 120 yıldır tüm dünyada başarıyla yapılmaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından hazırlanan bir raporda, bugüne kadar siyanür kullanımı nedeniyle altın madenciliğinde, herhangi bir ölümcül kazanın meydana gelmediği belirtilmiştir.

Dünya altın madenciliğinde, iklim ve yerel koşulların uygun olması halinde siyanür için doğal bozundurma, uygun olmaması durumunda ise kimyasal bozundurma yöntemi kullanılarak gerekli çevre koruma önlemleri alınmaktadır. Dünya altın madenciliğinde, atık havuzlarında depolanacak atıklar için henüz hiçbir limit değer söz konusu değildir. Kimyasal bozundurma sonrasında çıkacak atık suların alıcı ortama (yüzey ve yeraltı suları) deşarjında limit değerler konulmaktadır.

Madencilik atıkları, ABD ve AB ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde sanayi atıkları için geçerli "atık yönetim mevzuatları" kapsamı dışında yer almaktadır. Avustralya, Kanada ve ABD'deki bazı eyaletlerde genel madencilik faaliyetleri hakkındaki yasal mevzuat dışında, altın madenciliği için özel yasal mevzuat bulunmamaktadır. Avrupa Birliği'nde de madencilik ve maden atıkları hakkında yasal mevzuat yoktur. Bu konuda 2000 yılında başlatılan madencilik atıklarının yönetimine ilişkin özel mevzuat hazırlık çalışmaları halen sürdürülmektedir.

Altın madenciliğinde kullanılan sodyum siyanür, hidrojen siyanürden (HCN) elde edilmektedir. Dünyadaki yıllık HCN üretimi 1.4 milyon ton civarındadır. Bu HCN'in yaklaşık % 13'ünden madencilik sektöründe kullanılan sodyum siyanür üretilmektedir. Hidrojen siyanürün geri kalan % 87'si naylon ve plastik imalinde, tekstil sanayinde, metal işleme ve kaplamada, galvanizlemede, madencilikte, kuyumculuk ve mücevhercilikte, ilaç sanayinde ve tarımsal kimyasallarda ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır.

Toksik bir madde olduğu bilinen siyanür, çağdaş yaşamın vazgeçilemez ve son derece yaygın olarak kullanılan bir kimyasal maddesidir. Siyanürün güvenli kullanımı, sağlıklı yönetim uygulamalarının yürürlüğe konması ile mümkündür. Altın madenciliğinde siyanürün üretilmesi, taşınması, depolanması ve kullanılmasında uyulması gereken kuralların belirlenmesi amacıyla Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından 2000 yılında çalışmalar başlatılmış ve son aşamaya gelmiş durumdadır. Bu çalışmada, atık havuzuna deşarj edilecek atık suda siyanür seviyesinin 50 mg/lt ve atık havuzundan alıcı ortama deşarj edilecek atık suda ise 0,5 mg/lt olması önerilmektedir.

Siyanür, yüksek dozlarda maruz kalındığında ani toksik etkisi olan bir kimyasaldır. Sanayide kullanılan pek çok kimyasal madde gibi yanlış kullanılması halinde ciddi sağlık ve çevre sorunları yaratabilir. Sanayide 80 bin kadar kimyasal madde kullanılmaktadır ve bunların % 80'i için toksik etki verileri yoktur. Siyanür, sanayide kullanılan pek çok kimyasalın aksine toksisitesi yıllar önce tamamiyle aydınlatılmış bir maddedir.

Siyanürlü çözeltilerin arıtılmasında sanayide doğal bozundurma ve kimyasal arıtma yöntemleri uygulanmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü'ndeki altın pilot tesisinde, proses atıklarında siyanürün doğal bozunmasını inceleyen araştırmada siyanür seviyesinin 76 günde % 99.8 oranında azaldığı belirlenmiştir. Aynı araştırma kapsamında yapılan kimyasal arıtma deneylerinde 2,5 saatte aynı sonuca ulaşılmıştır.

Başlıca kimyasal arıtma prosesleri SO₂/HAVA (Kanada'nın INCO şirketi tarafından geliştirilmiş) ile H₂O₂ (hidrojen peroksit) (Alman Degussa tarafından geliştirilmiş) prosesleridir. INCO SO₂/Hava kimyasal arıtma

yöntemi, günümüzde 55 tanesi ABD ve Kanada'da olmak üzere dünyada 69 tesiste uygulanan en modern teknolojidir.

Altın madenciliği faaliyetleri sonucunda çıkan proses atıkları özel olarak inşa edilen atık havuzlarında tutulmaktadır. Çevre güvenliği açısından büyük önem taşıması nedeniyle ICOLD (Büyük Su Barajları Uluslararası Komisyonu) tarafından atık havuzlarına ilişkin çok sayıda standart yayımlanmıştır.

Maden işletmenin kapatılmasından sonra, atık havuzu haznesindeki malzemenin üzeri bitkisel toprakla örtülerek ve atık havuzu sahası ağaçlandırılarak rehabilite edilmektedir. Bu tür alanlar, dağlık arazilerde düz bir alan oluşturması nedeniyle kapatma sonrasında düz mera alanı olarak da kullanılabilir.

Türkiye'de Altın Madenciliği

Ülkemizde, halen işletilmekte olan tek altın madeni Normandy Madencilik A.Ş. tarafından işletilmekte olan İzmir ili Bergama ilçesindeki Ovacık Altın Madeni'dir. Çeşitli yabancı sermayeli şirketler tarafından işletilebilirliği belirlenmiş olan diğer altın madenleri için Ovacık Altın Madeni'nin akıbeti beklenmektedir.

Ülkemizde, altın cevherleşmelerine yönelik modern maden yatağı modellemelerine dayandırılmış aramalar son onbeş yıldır aralıklarla sürdürülmektedir. Potansiyel tahmini, maden yataklarının aranması çalışmalarının ilk aşamasını oluşturmaktadır. Türkiye'nin jeolojisinin ABD'de en çok altın üretimi yapılan Nevada ve California'ya büyük benzerlikler göstermesinden yola çıkılarak 1997 yılında ülkemiz altın potansiyelinin tahmini çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, Türkiye altın potansiyelinin 6500 tona kadar çıkabileceği hesaplanmıştır.

Ülkemizde, halen işletilmekte olan Ovacık Altın Madeni ve işletilmeye hazır 8 altın madeni vardır. Mevcut bilgilere göre, 450 ton altın ve 1100 ton gümüş rezervi belirlenmiştir. Bu rezervin toplam değeri yaklaşık 4,5 milyar dolar ve madencilik sektörü için 4,2 çarpanına göre ülke ekonomisinde yaratacağı katma değer ise 18 milyar dolardır. Bu projeler için yapılması gerekli tahmini yatırım tutarı 830 milyon dolardır. Bu projelerde tahmini doğrudan istihdam 2060 kişi ve madencilik sektörü için 16,2 çarpanına göre dolaylı istihdam ise 33.400 kişidir.

Ovacık Altın Madeni'nde, Avrupa Birliği standartları kapsamında "Bilinen En İyi Teknik" (BAT) olarak adlandırılan altın üretim teknolojisi kullanılmaktadır. Eti Holding Kütahya-Gümüşköy işletmesinde 1987 yılından beri uygulanan üretim teknolojisi, altın madenlerindeki teknoloji ile temelde benzerlik göstermekte olup her ikisi de siyanürleme yöntemine dayanmaktadır.

Uluslararası standartlara göre, atıkların, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek biçimde depolanmaları için Doğal Bozundurma ve Kimyasal Arıtma olmak üzere iki farklı temel ilke kapsamında atık yönetimi planlanmaktadır. Bergama-Ovacık'ta kurulu altın madeni tesislerinde hem doğal bozundurma hem de kimyasal bozundurma yöntemlerinin ikisi birden uygulanmıştır. Bütün bu önlemlere ek olarak, gelişmiş ülkeler de dahil olmak üzere dünyadaki uygulamaların aksine alıcı ortama herhangi bir atık deşarjı

da yapılmamaktadır. Bu özellikleriyle Ovacık Altın Madeni'nin, uygulanmakta olan çevre standartları bakımından dünya standartlarının da üzerinde olduğu TÜBİTAK uzmanlar heyetince hazırlanan bir raporda ifade edilmiştir.

Ovacık Altın Madeni'nde cevher işleme ünitesinden çıkan atıklar önce INCO SO₂/Hava kimyasal bozundurma ünitesinde siyanürler bozundurulmuş doğal bileşenlerine ayrılmakta; ardından, ferrik sülfat yöntemiyle, zaten cevherde önemsiz miktarlarda bulunan ağır metaller kararlı hale getirilerek, sulu ortamlarda çözünmeyecek bileşikler biçiminde, atık havuzunda depolanmaktadır.

Ovacık Altın Madeni'nde arıtma ünitesinden çıkan atık su, uluslararası standartlara uygun olarak inşa edilmiş ve astarlanarak geçirimsiz hale getirilmiş atık havuzunda depolanmaktadır. Afet İşleri Yönetmeliği 1. Derece deprem bölgesi inşaat şartlarına göre hazırlanan atık havuzunun projesi DSİ tarafından onaylanmış, inşaat DSİ kontrolünde yapılmış ve inşaat tamamlandıktan sonra DSİ tarafından incelenerek projeye uygun olarak inşa edilmiş olduğu rapor edilmiştir. Yapılan stabilite analizleri sonucunda, deprem şartlarında atık havuzu güvenlik sayısının Türkiye'nin en büyük su barajları olan Atatürk ve Keban'ın iki katı kadar olduğu ortaya çıkmıştır.

Bir madencilik faaliyetinin çevre üzerindeki en önemli olumsuz etkisi, işlenen cevherde bulunan ağır metallerin bünyelerindeki sülfürün oksidasyonu sonucu oluşabilecek asitli sular sonucu çevreye yayılmasıdır. Ovacık Altın Madeni'nde, asit üretme ve tamponlama (nötrleştirme) potansiyelini araştırmak üzere analizler yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda, madenden üretim yapılacak kayaların asit üretme potansiyeline sahip olmadığı belirlenmiştir.

Asit üretme potansiyeli bulunmayan Ovacık Altın Madeni'nde cevher bileşimindeki ağır metal miktarlarının belirlenmesi amacıyla bir dizi çalışma yapılmıştır. Ovacık cevherinin ağır metal içeriği, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde ve Avrupa Birliği mevzuatında yer alan tarım arazilerine serilebilecek arıtma çamurunda izin verilen maksimum ağır metal değerlerinin hepsinden düşüktür. Ovacık Altın Madeni tesislerinin tasarım kriterleri belirlenirken laboratuvar şartlarında ağır metallerin siyanürlü suda çözünürlükleri denenmiş olup, çok küçük bir bölümünün proses suyuna geçtiği, büyük bölümünün ise suda çözünmeyip durağanlığını devam ettirdiği yapılan bu denemelerde anlaşılmıştır.

Ovacık Altın Madeni'ndeki işletme faaliyeti, İzmir Valiliği tarafından bu tesis için özel olarak kurulmuş İzleme ve Denetleme Komisyonu nezaretinde yürütülmektedir. İşletme, oniki aylık deneme üretimi süresince, Çevre Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından periyodik olarak denetlenmiş olup hiç bir olumsuzluk tesbit edilmemiştir.

Mayıs 2001'de başlayan deneme üretimi süresince, İzmir İl Sağlık Müdürlüğü tarafından arıtma tesis çıkışı ve atık havuzundan alınan atık su örneklerinde İzmir Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü'nde hergün siyanür, arsenik ve antimon ile haftalık diğer ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçlarından, cevherden çözülmeye geçen ağır metal miktarlarının beklenenden çok daha düşük olduğu görülmektedir.

Modern madencilik yaklaşımı çerçevesinde maden sahası rehabilitasyonunun işletme ile birlikte başlaması gerektiğinden, Ovacık Altın Madeni için “Kavramsal Maden Kapatma Planı” hazırlanmış ve işletme öncesinde Çevre Bakanlığı’na sunulmuştur. Çevre Bakanlığı’na verilen Taahhüname’ye göre, maden sahası, işletme faaliyetlerinin bitiminden itibaren en az 10 yıl süreyle izlenecektir. İdari otoriteler tarafından gerekli görülmesi halinde bu süre uzatılabilecektir. Çevre Bakanlığı tarafından mahallinde yapılacak tetkikler sonucunda yeraltısuyunda herhangi bir kirlenmeye rastlanmadığının anlaşılması halinde şirketin sorumluluğu sona erecektir.

Ovacık Altın Madeni’ndeki olası risk faktörlerinin değerlendirilmesi amacıyla Golder Associates (İngiltere) şirketine, birisi atık havuzu ve diğeri tesiste kullanılan siyanürle ilgili olmak üzere iki adet sayısal risk değerlendirmesi yaptırılmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda Ovacık Altın Madeni’nin yarattığı riskin ihmal edilebilir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye’de Siyanür Kullanımı

Ülkemizde, madencilik sektöründe kullanılan sodyum siyanür ithalatı ortalama yılda 2000 ton civarındadır. Ovacık Altın Madeni’nde ise, 12 aylık deneme üretimi verilerine göre, bu miktarın onda biri olan 120 ton kullanılmıştır. Öte yandan, plastik ve tekstil sektörleri başta olmak üzere çeşitli imalat sanayilerinde kullanılan bir diğer siyanür bileşiği akrilonitril (vinil siyanür) ithalatı ise 176 bin tondur. Ayrıca, İzmir-İzmir Petkim tesislerinde yılda 90 bin ton akrilonitril üretilmekte ve yurtiçi sanayi kullanımına arz edilmektedir. Böylece, ülkemizde 2000 yılında kullanılan çeşitli siyanür bileşiklerinin toplamı yaklaşık 260 bin tondur. Petkim, akrilonitril yurtiçi talebinin 2010 yılında 350 bin tona yükseleceğini tahmin etmektedir

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde kullanım limitleri belirlenen 4000 civarındaki gıda katkı ve kontaminantının arasında siyanür de hidrosiyanik asit olarak yer almaktadır. Bu yönetmeliğe göre içme suyunda 0.05 mg/kg (0.05 ppm), meyva sularında 1mg/kg (1 ppm), sert çekirdekli meyva konservelerinde 5 mg/kg (5 ppm), nugatlar ve badem ezemelerinde 50 mg/kg’a (50 ppm) kadar hidrosiyanik asit bulunmasına izin verilmektedir.

Risk değerlendirmesi sonucunda kabul edilebilir ve kontrol edilebilir bir risk taşıdığı belirlenen bir kimyasalın kaza sonucu zehirlenmeye neden olabilir korkusu ile gerekli koruyucu ve akılcı bilimsel önlemleri almak yerine, kullanılmasının yasaklanması benimsense idi bugün kullandığımız ilaç, tarım ilacı ve endüstriyel kimyasalların önemli bir bölümünü kullanmamamız gerekirdi. O halde günlük yaşantımızda önemli olan risk almamak değil, kabul edilebilir sınırlar içerisinde risk almaktır.

Ülkemizde, altın madenciliğinde siyanür bileşiklerinin kullanılmasına bağlı olarak en kötü ihtimaller gerçekleştiği takdirde gerek solunum yolu gerekse ağız yolu ile siyanür bileşiklerinin alınması sonucunda oluşabilecek riskler bir sayısal risk değerlendirmesi ile ortaya konmuştur. En kötü olasılık senaryolarının gerçekleşmesi durumunda en hassas bireyin (çocuk) karşı karşıya kalacağı riskleri inceleyen bu sayısal risk değerlendirmesinin sonuçlarına göre, altın madenciliğinde siyanür kullanımının insan sağlığı ve çevre güvenliği üzerinde herhangi bir toksik etki göstermesi beklenemez.

Türkiye’de Altın Üretiminde Uygulanan Yasa ve Yönetmelikler

Ülkemizde bir altın madeninin işletmeye geçebilmesi için yerine getirilmesi gereken izin süreci hem bürokratik aşamalar hem de zaman bakımından yatırımcıyı bıktırarak kadar uzundur. Aynı izinlerin çeşitli bakanlıklardan alınması gerektiği gibi, bazen bir bakanlığın değişik birimlerinden de alınması gerekmektedir. İzin süreci, ÇED hazırlanması, fizibilite, arazi alımı ve inşaat süreci hariç olmak üzere en iyimser yaklaşımla yaklaşık olarak 12-21 ay gerektirmektedir.

Altın madenciliği faaliyeti sırasında insan sağlığı ve çevre güvenliği açısından dikkat edilmesi gereken standartları belirleyen altın madenciliğine özgü mevzuat henüz yoktur. Ancak, su, toprak, hava ve doğal yaşamın korunmasına ait genel yönetmeliklere uyulmaktadır. Çevre mevzuatında yer almayan ve önem verilmesi gereken özel konular için, Ovacık Altın Madeni’nde uygulandığı gibi, Çevre Bakanlığı’na bir taahhütname verilmektedir.

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ALTIN MADENCİLİĞİ

1. DÜNYADA ALTIN MADENCİLİĞİ

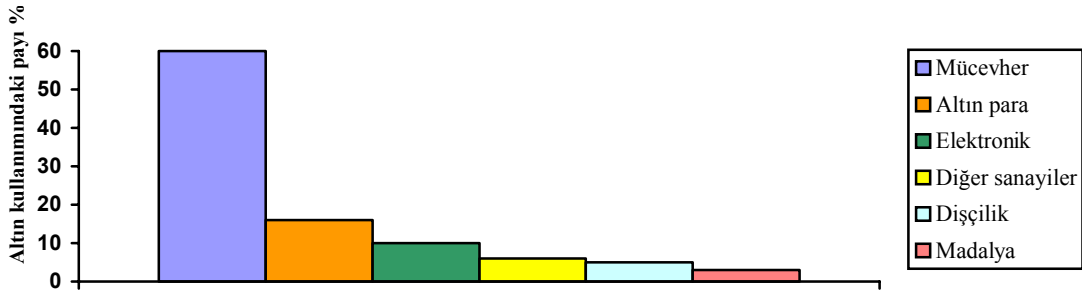
Altın fiyatlarının hızla yükselmesiyle birlikte, altın cevherinin işlenmesi teknolojisindeki yeni gelişmelerin de etkisiyle 1970'li yıllardan itibaren Dünya altın madenciliği hızla büyümüştür. Dünya altın üretimi, son 25 yılda yaklaşık olarak ikiye katlanmıştır. Bu gelişmeler sonucunda, bilinen altın cevherleri işletmeye alınırken, yeni altın yataklarının bulunması için bütün dünyada yoğun bir arama ve yatırım dönemi başlamıştır.

1.1. Dünyada Altın Üretimi-Tüketimi

1.1.1. Altının Kullanım Alanları

Altın, neredeyse insanlık tarihinin başlangıcından beri süs eşyası ve para olarak kullanılmıştır. Günümüzde altın, kolay işlenebilirliği, aşınmaması, elektriği ve ısıyı kolay iletmesi gibi nedenlerle elektronik, iletişim, lazer, optik, havacılık ve ilaç sanayilerinde giderek daha çok kullanılmaktadır (Şekil 1). Ayrıca, alerji yapmadığı için tıp alanında da altından yoğun bir biçimde yararlanılmaktadır.

ŞEKİL 1. Altının Kullanım Alanları

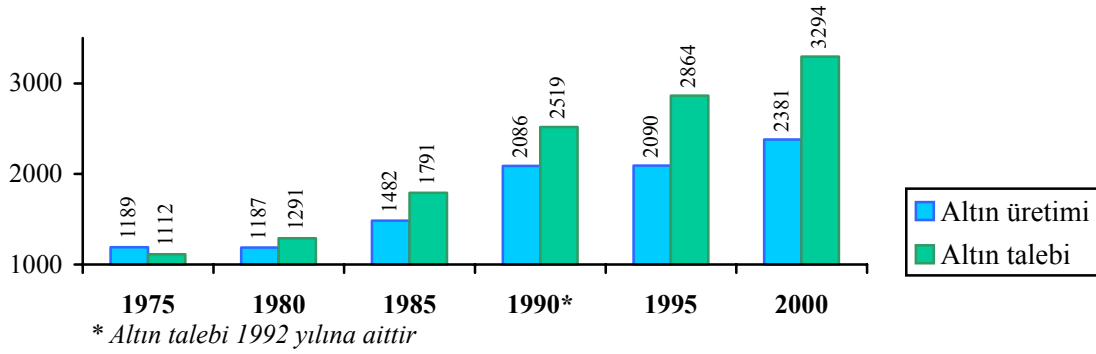


1.1.2. Dünya Altın Üretim/Tüketim Dengesi

Dünya altın üretimi artarak sürmektedir (Şekil 2). 1990 yılında 2133 ton olan toplam üretim, sürekli yükselen bir eğri göstererek, 2000 yılında % 12'lik bir artışla 2381 ton olmuştur¹. Bu artışa, Çin, Peru, Endonezya, Papua Yeni Gine ve ABD'deki düşük maliyetli madenlerin işletmeye alınması ve hızlı teknolojik/ekonomik gelişmeler neden olmuştur. Bu yükseliş trendinin önümüzdeki yıllarda da süreceği tahmin edilmektedir.

¹ World Metal Statistics, July 2001.

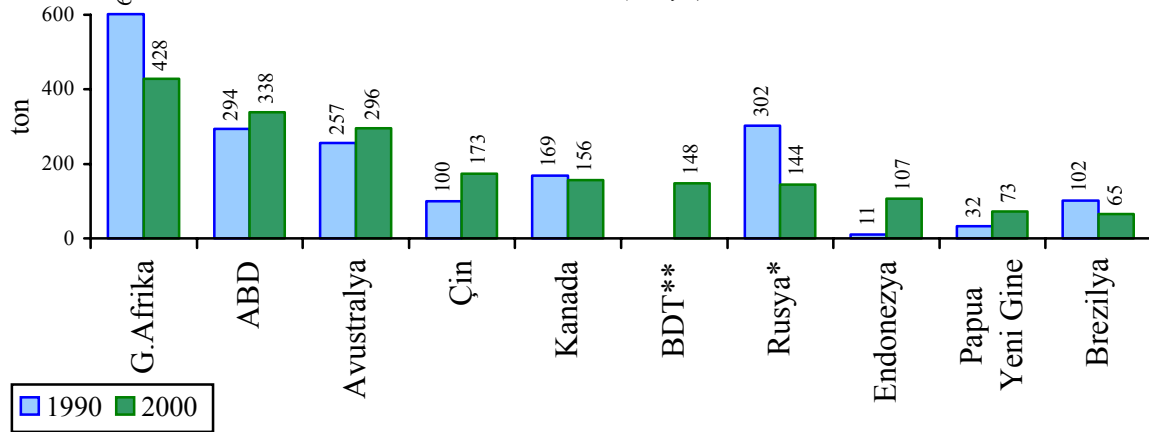
ŞEKİL 2. Dünya Altın Üretimi ve Talebi (ton/yıl)



Dünya altın talebi 2000 yılında 3294 ton olmuştur² (Şekil 2). Altın üretimi ve talebi arasındaki 1000 ton civarındaki fark merkez bankaları tarafından satılan altın külçelerden ve hurda altın ticaretinden karşılanmaktadır.

Dünya altın üretiminin % 53'ü dört sanayileşmiş ülke, ABD, Kanada, Avustralya ve G. Afrika'da yapılmaktadır. Dünya üretimine bakıldığında en dikkati çeken nokta, geleneksel altın üreticisi G. Afrika'nın payı hızla düşerken, 1980 yılına göre üretim artışı ABD'de 13 kat, Avustralya'da 18 kat ve Kanada'da 3,5 kat olmuştur. Öte yandan, 10 yıl önce adı hiç geçmeyen Çin, Brezilya, Endonezya ve Papua Yeni Gine, SSCB'nin dağılmasına bağlı olarak Orta Asya Türki Cumhuriyetleriyle birlikte dünya altın üretiminde en üst sıraları paylaşmışlardır. ABD 2000 yılı üretimini 1990'a göre % 15 artırırken, Endonezya'nın altın üretim artışı % 873 olmuştur (Şekil 3). Yıllık altın üretimi, Rusya hariç, 24 ton olan Avrupa'nın dünya üretimindeki payı % 1'dir.

ŞEKİL 3. Dünya altın üretimi sıralamasında ilk 10 ülkenin 1990-2000 yılları üretimleri (ton/yıl)



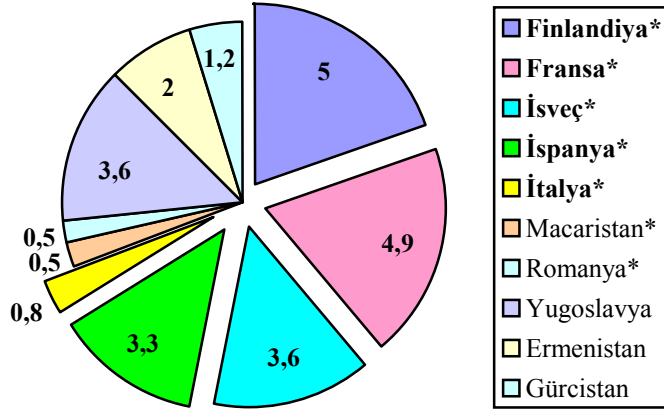
* 1990 yılında SSCB

** Özbekistan, Kırgızistan, Kazakistan

Avrupa altın üretimi 2000'de % 2 artarak 26 tona ulaşmıştır¹ (Şekil 4). İspanya, Finlandiya ve İtalya'da üretim artışı kaydedilirken, Fransa ve İsveç'te üretim düşmüştür. 1998 yılında İspanya'da El Valle ve İtalya, Sardunya Adası'nda Furtei madenleri işletmeye açılmıştır. İtalya'da Osilo projesi üretime hazırlanmaktadır. Yunanistan'da çok sayıda proje yürütülmektedir.

² World Gold Council, Gold Demand Trends, August 2001, No 36.

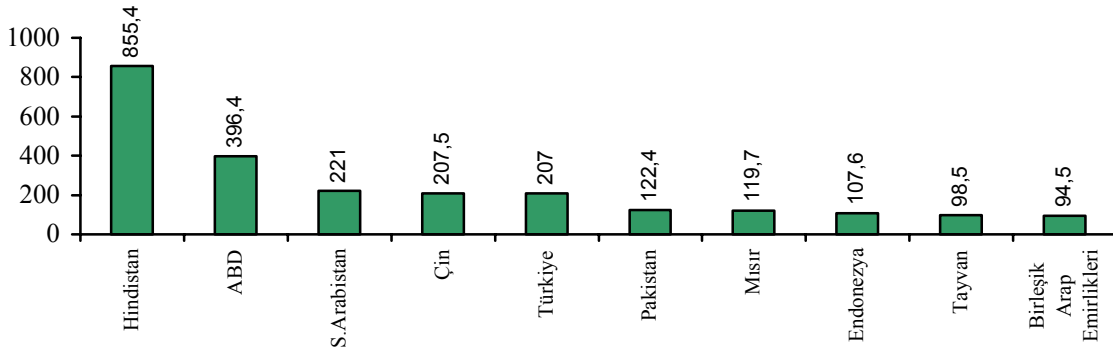
ŞEKİL 4. Avrupa altın üretimi (ton/yıl)



*Avrupa Birliği üyesi ülkeler

Dünya altın talebinde ilk sıralarda, altın üreticisi ülkelere sadece ABD ve Çin yer almaktadır². Altın talebinde, orta doğu ve uzak doğu ülkeleri ilk sıraları paylaşmaktadır (Şekil 5). Türkiye, dünya altın üretimi sıralamasında yer almadığı halde dünya altın talebinde beşinci sıradadır.

ŞEKİL 5. 2000 yılı Dünya Altın Talebinde İlk 10 Ülke (ton/yıl)



2001 yılında, dünyada 875 adet altın madeni faaliyettedir³. Altın madenlerinin, 1996 yılı verilerine göre ülkeler bazında dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

TABLO 1. Altın madenlerinin bölgelere/ülkelere göre dağılımı (1996 itibarıyla)

Bölge/Ülke	Altın Madeni Sayısı	Dünya Toplamına Oran
Avustralya	140	% 21
ABD	126	% 19
Kanada	80	% 12
G. Amerika	80	% 12
G. Afrika	60	% 9
Afrika	55	% 8
Asya	44	% 7
O. Amerika	40	% 6
Avrupa	17	% 3
Okyanusya	19	% 3
DÜNYA TOPLAMI	661	% 100

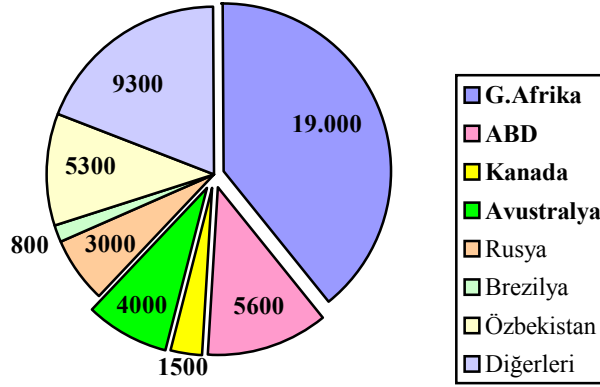
³ T. Mudder ve M. Botz, A guide to cyanide, Mining Environmental Management, May 2001, sf. 8-11.

1.2. Arama ve Yatırım

1.2.1. Rezerv/Potansiyel

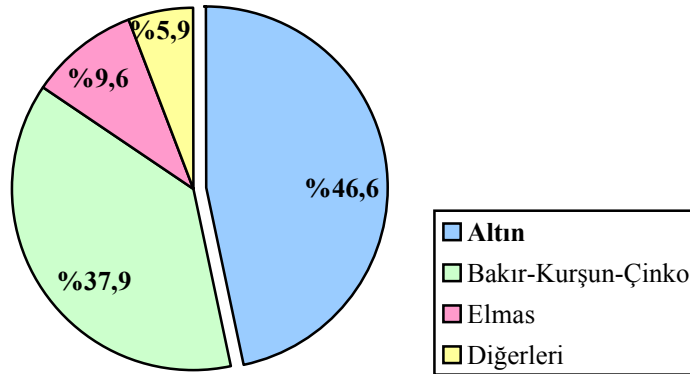
Dünya toplam altın rezervi 49 bin tondur ve bunun % 65'i, dünya altın üretiminde ilk sıraları paylaşan ABD, Kanada, Avustralya ve G. Afrika'da bulunmaktadır⁴ (Şekil 6).

ŞEKİL 6. Dünya Altın Rezervi (ton)



Her biri maden araması için yüz bin dolar veya daha fazla harcayan 656 şirket, 2000 yılında, maden aramaları için toplam 2,34 milyar dolar harcamıştır⁵. Bu harcamanın % 46,6 sı tutarındaki 1,09 milyar dolar, 468 şirket tarafından altın aramalarına yöneltilmiştir (Şekil 7).

ŞEKİL 7. 2000 Yılı Dünya Maden Arama Harcamaları

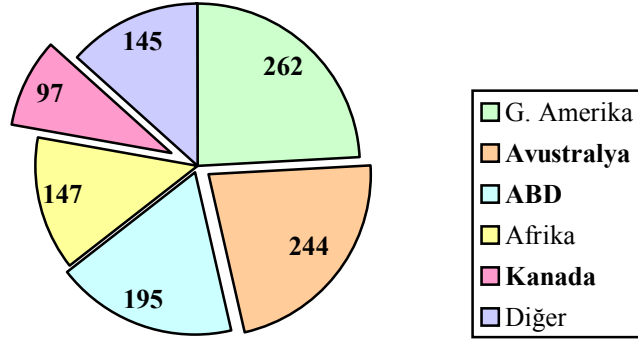


Altın arama harcamalarının bölgelere göre dağılımında Güney Amerika birinci sıradadır⁵. Dünyadaki altın aramalarına harcanan paranın % 49'u altın üretiminde ilk sıraları paylaşan üç gelişmiş ülke ABD, Kanada ve Avustralya'da harcanmaktadır (Şekil 8).

⁴ U.S. Geological Survey, 2000 Annual Review Gold, 2001.

⁵ Metals Economics Group, Strategic Report, November/December 2000.

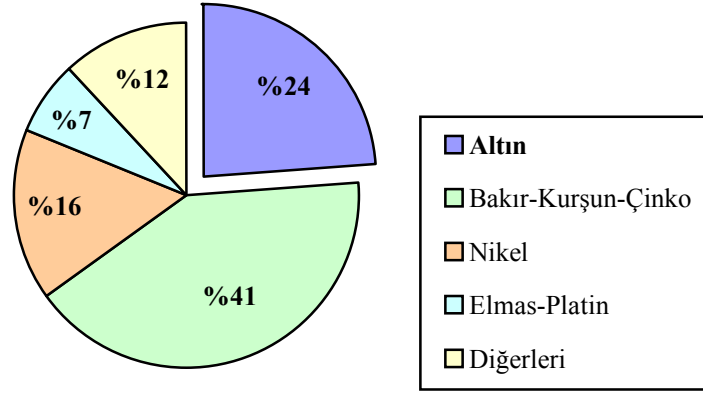
ŞEKİL 8. Altın Arama Harcamalarının Dağılımı (Milyon Dolar)



1.2.2. Yatırım Projeleri

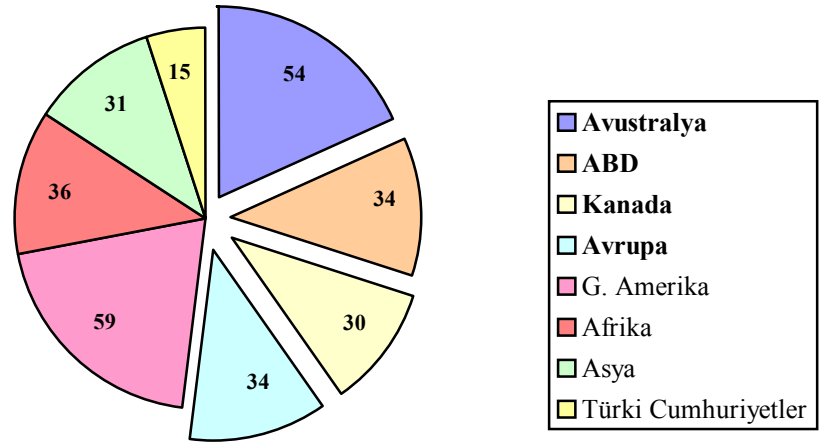
2001 yılında, dünya altın madenciliği yatırım projelerinin toplamı 23 milyar dolardır⁶. Bu miktar, 98 milyar dolar tutarındaki toplam maden proje yatırımlarının % 24'üdür (Şekil 9).

ŞEKİL 9. 2001 yılı Dünya Maden Proje Yatırımları



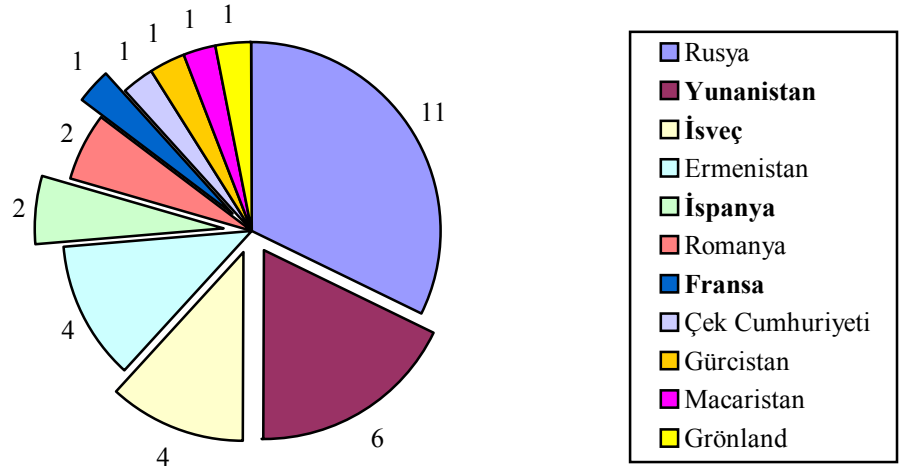
2002 yılı için altın madenciliği yatırım projelerinin % 51'i Avustralya, ABD, Kanada ve Avrupa ülkelerindedir⁶ (Şekil 10). Avrupa'daki altın madeni yatırım projelerindeyse Rusya, Yunanistan, İsveç ve Ermenistan ilk sıralardadır (Şekil 11).

ŞEKİL 10. 2002 yılı Altın Maden Yatırım Projelerinin Dağılımı (proje sayısı olarak)



⁶ Project Survey 2002, Engineering & Mining Journal, January 2002.

ŞEKİL 11. 2002 yılı Avrupa Altın Maden Yatırım Projelerinin Dağılımı (proje sayısı olarak)



1.3. Altın Üretim Teknolojisi

1.3.1. Teknoloji (BAT)

Avrupa Birliği Konsey Direktifi 96/61/EC çerçevesinde metal sanayinde çevre kirlenmesini en aza indirmek üzere kullanılan teknikler “bilinen en iyi teknikler” (BAT) olarak adlandırılmaktadır⁷. Avrupa Birliği Komisyonu tarafından belirtilen “bilinen en iyi tekniklere” uygun olarak cevherden altın elde edilmesi başlıca dört proses aşamasında gerçekleştirilmektedir:

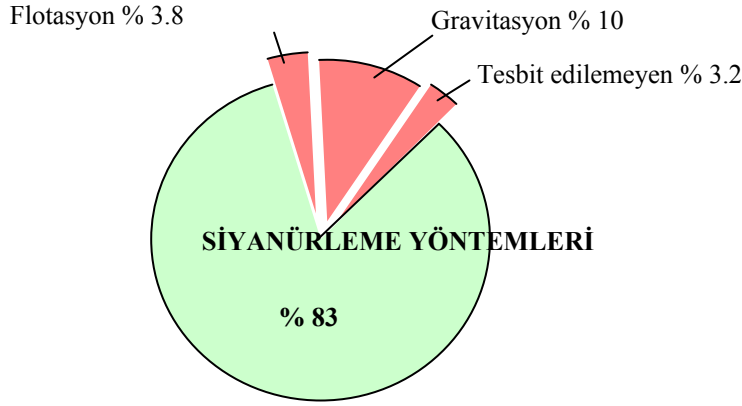
- Cevherin kazılarak çıkarılması,
- Cevherin kırılması/öğütülmesi
- Siyanürle cevherdeki altının kazanılması
- Siyanürle işlem görmüş cevher atıklarının depolanması.

Altın madenciliğinde, kırma/öğütme sonrasında, altının elde edilmesi için kullanılan teknoloji seçimi, cevher içindeki altın taneciklerinin büyüklüğüne ve de cevher kayasında bulunan diğer minerallerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Genelde, cevherdeki altın taneciklerinin mikroskopik boyutta dağılmış olması durumunda kullanılan yegane etkin yöntem, siyanür yardımı ile çözeltiye alma (liç) teknolojisidir. 120 yılı aşkın bir süredir kullanılmakta olan siyanürleme teknolojisi günümüzdeki dünya altın üretiminin % 83’ü için kullanılmaktadır⁸ (Şekil 12). Dere kumlarında serbest halde bulunan altının alınması için gravitasyon yöntemi ve bakır cevherinde bulunan altının kazanılması için ise flotasyon ve siyanürleme yöntemi birlikte kullanılmaktadır. Bazı cevher tiplerinde siyanürleme, flotasyon ve gravitasyon prosesleri hep birlikte kullanılmaktadır.

⁷ European Commission IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) Bureau, Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries, December 2001.

⁸ J. Marsden ve I. House, The Chemistry of Gold Extraction, 1993.

ŞEKİL 12. Endüstriyel proseslerin dünya altın üretimindeki payları



Dünya altın üretiminde başta gelen ülkeler ve bölgelerde, kullanılan proseslerin altın üretimindeki payları Tablo 2'de verilmiştir.

TABLO 2. Dünya altın üretiminde kullanılan prosesin ülkelere/bölgelere göre dağılımı⁹

Proses	Prosesin Altın Üretimindeki Payı (% olarak)								
	G. Afrika	ABD	Avustralya	Kanada	Avrupa	G. Amerika	Afrika (G.Afrika hariç)	Asya	Okyanusya (Avustralya hariç)
Yığın Liçi	-	36	5	1	2	3	9	-	1
Tank Liçi	96	53	81	71	6	9	20	35	29
Flotasyon+Tank Liçi	2	3	6	8	19	6	15	-	4
Gravitasyon+ Tank Liçi	-	-	3	1	-	-	24	14	29
Flotasyon+ Gravitasyon+ Tank Liçi	1	0,5	1	9	28	1	2	-	3
Siyanürleme proseslerinin toplamı	99	92,5	96	90	55	19	70	49	66
Gravitasyon	-	0,5	0,5	2	-	68	10	2	20
Flotasyon	-	7	0,5	8	45	1	-	41	14
Tesbit edilemeyen	1	-	3	-	-	12	20	8	-

Altın kimyasal reaksiyona girme açısından, siyanür ve tiyoüre gibi birkaç kimyasal dışında, mevcut kimyasalların tümüne karşı dirençli bir metaldir. Suda çözündürülen siyanür tuzları (sodyum veya potasyum siyanür) cevher ile temas ettiklerinde, cevher kayası içindeki altını liç çözeltilisine alırlar. Daha sonra, çözeltideki altın belirli kimyasal işlemler sonrasında çözeltiden ayrılır ve ergitilerek, genelde bir miktar gümüş ve diğer metallerle birlikte, külçe halinde (dore altın) elde edilir.

Cevherin siyanürle işlenmesi için başlıca iki teknik kullanılmaktadır:

- **Yığın Liçi:** tabanı geçirimsiz bir tabaka ile kaplanan bir alana bir yığın halinde serilen, iri çakıl büyüklüğünde kırılmış cevher üzerine delikli boru sistemi ile verilen zayıf siyanürlü su yığın içinden geçirimsiz tabana doğru süzülürken içindeki siyanür tarafından liç çözeltilisine alınan altın daha sonra kimyasal işlemlerle çözeltiden alınır ve altını alınan siyanürlü su tekrar yığın üzerine

⁹ J. Marsden ve I. House, The Chemistry of Gold Extraction, 1993.

beslenir. Bu işlem, cevher yığınındaki altın tükenene kadar sürdürülür. Bu tür uygulama genelde, maden sahasındaki cevher kazısı bittikten birkaç yıl sonraya kadar devam eder.

- **Tank Liçi:** Cevher sulu ortamda takriben 100 mikronun altına öğütülür. % 40-50 katı yoğunluğundaki pülp (kat+su karışımı), içinde bir veya birkaç karıştırıcı bulunan ve içine hava veya oksijen verilen tanklarda kireç-siyanür ortamında işleme tabi tutulur. Öğütülmüş cevherin çelik tanklar içinde siyanürle işlem görmesi sonucunda cevherdeki altın liç çözeltisi içine alınır. Altının çözültiden alınması için başta aktif kömür veya metal çinko tozu kullanılmaktadır.

1.3.2. Çevre Standartları

Siyanürleme yöntemiyle altın üretimi 120 yıldır tüm dünyada başarıyla yapılmaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından hazırlanan bir raporda¹⁰, bugüne kadar siyanür kullanımı nedeniyle altın madenciliğinde, herhangi bir ölümcül kazanın meydana gelmediği belirtilmiştir.

Dünya altın madenciliğinde, iklim ve yerel koşulların uygun olması halinde siyanür için doğal bozundurma, uygun olmaması durumunda ise kimyasal bozundurma yöntemi kullanılarak gerekli çevre koruma önlemleri alınmaktadır. Dünya altın madenciliğinde, doğal bozundurma uygulanan atık havuzlarında depolanacak atıklar için henüz hiçbir limit değer söz konusu değildir. Kimyasal bozundurma sonrasında çıkacak atık suların alıcı ortama (yüzey ve yeraltı suları) deşarjında limit değerler konulmaktadır (*Tablo 3*).

TABLO 3. Atık barajı ve alıcı ortama atık deşarjı dünya standartları (mg/lt)

	Dünya Standardı							
	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ¹¹		ABD ¹²		Kanada ¹³		Dünya Bankası ¹⁴	
	Baraja	Çevreye (Alıcı Ortama)	Baraja	Çevreye (Alıcı Ortama)	Baraja	Çevreye * (Alıcı Ortama)	Baraja	Çevreye (Alıcı Ortama)
Siyanür	50**	0,5	LİMİT YOK	0.2	LİMİT YOK	2'ye kadar	LİMİT YOK	1
Arsenik				-		0.01-1		1
Antimon				-		-		-
Bakır				0.15		0.05-0.3		0.1
Civa				0.001		0.001		0.002
Çinko				0.75		0.2-1		1
Kadmiyum				0.05		0.01-0.1		0.1
Krom				-		0.05-0.3		1
Kurşun				0.3		0.05-0.2		0.6

* Eyaletlere göre değişmektedir; en yüksek ve en düşük değerler alınmıştır,

** Henüz öneri safhasında

¹⁰ UNEP (United Nations Environment Programme), 1996, Environmental and Safety Incidents concerning Tailings Dams at Mines.

¹¹ International Cyanide Management Code for the Manufacture, Transport and Use of Cyanide in the Production of Gold, 2002.

¹² US Environmental Protection Agency, Ore Mining and Dressing Point Source Category Effluent Limitations Guidelines, 40 CFR 440, 1998.

¹³ T. W. Higgs, Technical Guide for the Environmental Management of Cyanide in Mining, 1995.

¹⁴ World Bank, Environmental Health and Safety Guidelines. Mining and Milling, 1994.

1.3.2.1. Uluslararası Mevzuat

Madencilik faaliyetleri, toplumun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, yer kabuğu içindeki cevher yataklarındaki metalik veya metal dışı hammaddeleri ve kömürü çıkarmak için yapılan kazı, zenginleştirme ve izabe işlemlerini kapsayan çok yönlü mühendislik uygulamasıdır. Madencilik faaliyetlerinin diğer sanayi kollarından farklı bir faaliyet alanı olması ve kazı ve cevher zenginleştirme işlemleri sırasında ortaya çıkan atıklarının homojen ve büyük miktarlarda olması nedeniyle, madencilik atıkları, ABD ve AB ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde sanayi atıkları için geçerli "atık yönetim mevzuatları" kapsamı dışında yer almaktadır^{15,16}. Gelişmiş ülkelerde madencilik atıklarının yönetimi için, proje bazında tanımlanan "en iyi çevresel koruma teknoloji" uygulamaları kullanılmaktadır.

Avustralya, Kanada ve ABD'deki bazı eyaletlerde genel madencilik faaliyetleri hakkındaki yasal mevzuat dışında, altın madenciliği için özel yasal mevzuat bulunmamaktadır. Avrupa Birliği'nde de madencilik ve maden atıkları hakkında yasal mevzuat henüz tam değildir¹⁷. Bu konuda 2000 yılında başlatılan madencilik atıklarının yönetimine ilişkin özel mevzuat hazırlık çalışmaları halen sürdürülmektedir.

1.3.2.2. Siyanür Yönetim Sistemi

Suda altını çözebilen çok az sayıdaki kimyasaldan birisi olması nedeniyle cevherden altının elde edilmesinde teknik bakımdan tercihi zorunlu olan siyanür, kolayca bulunabilen sıradan bir sanayi kimyasalıdır. Siyanür, 1887 yılından beri altın madenciliğinde kullanılmaya başlanmış ve günümüzde de altın eldesinde tüm dünyada güvenli bir şekilde kullanılmakta ve yönetilmektedir. Altın madenciliğinde, genellikle % 0,01 ila % 0,05 siyanür içeren (milyonda 100 ilâ 500 kısım sodyum siyanür) çok seyreltik çözeltiler kullanılmaktadır.

Altın madenciliğinde kullanılan sodyum siyanür, hidrojen siyanürden (HCN) elde edilmektedir. Dünyadaki yıllık HCN üretimi 1.4 milyon ton civarındadır¹⁸. Bu HCN'in yaklaşık % 13'ünden madencilik sektöründe kullanılan sodyum siyanür üretilmektedir. Başlıca sodyum siyanür üreticisi ülkeler Almanya, İngiltere, ABD ve Kore'dir. Hidrojen siyanürün geri kalan % 87'si çeşitli sanayi sektörlerinde tüketilmektedir. Siyanür, naylon ve plastik imalinde, tekstil sanayinde, metal işleme ve kaplamada, galvanizlemede, madencilikte, kuyumculuk ve mücevhercilikte, ilaç sanayinde ve tarımsal kimyasallarda ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır.

Toksik bir madde olduğu bilinen siyanür, çağdaş yaşamın vazgeçilemez ve son derece yaygın olarak kullanılan bir kimyasal maddesidir. Siyanürün güvenli kullanımı, sağlıklı yönetim uygulamalarının yürürlüğe konması ile sağlanabilmektedir¹⁹.

Gerek kimya sanayi ve gerekse madencilik sektöründeki sorumluluğunun bilincinde olan şirketler, siyanürün güvenli kullanımı için risk yönetimi sistemlerini kullanmaktadırlar. Altın madenciliğinde siyanürün üretilmesi, taşınması, depolanması

¹⁵ U.S. Environmental Protection Agency, Solid and Hazardous Waste Exclusions (40 CFR Para 261.4), sf. 14, 1999.

¹⁶ European Communities Council Directive 91/156/EEC, Article 2, 1991.

¹⁷ European Communities Commission, Safe Operation of Mining Activities, COM(2000) 664 final, 2000, sf. 17.

¹⁸ T. Mudder ve M. Botz, A guide to cyanide, Mining Environmental Management, v. 9, no 3, 2001.

¹⁹ ICME (International Council on Metals and the Environment), Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi, Şubat 2002, Türkçe baskı.

ve kullanılmasında uyulması gereken kuralların belirlenmesi amacıyla Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından 2000 yılında çalışmalar başlatılmış ve son aşamaya gelmiş durumdadır²⁰.

Siyanürle ilgili risklerin çalışanlara ve halka duyurulması sağlıklı yönetim uygulamalarının esasıdır. Siyanürün çevresel akıbeti çok iyi incelenmiştir. Siyanür, mevzuatla sıkı bir şekilde kontrol altında tutulmaktadır ve risk yönetimi ile ilgili etraflı literatür bulunmaktadır. Risk iletişimi yoluyla gerek tesisteki çalışanlara gerek halka siyanür hakkında bilgi verilmektedir. Tesis çalışanlarına bilgi iletilmesi, riskin büyüklük ve doğasının genel olarak halka iletiliminin ilk kademesidir. Etkin iletişim ve acil durum planlama programları uygun yerel makamlarla da koordine edilmektedir.

▪ Siyanürün Toksik Özellikleri

Siyanür, yüksek dozlarda maruz kalındığında ani toksik etkisi olan bir kimyasaldır. Sanayide kullanılan pek çok kimyasal madde gibi yanlış kullanılması halinde ciddi sağlık ve çevre sorunları yaratabilir. Madencilikte kullanılan siyanürün kansere ve kusurlu doğumlara neden olduğu veya üremeyi olumsuz olarak etkilediği bilinmemektedir²¹. Siyanür, organizmalarda birikmeyen ve güneş ışığı, bitkiler ve bakteriler tarafından doğal olarak bozunabilen bir özelliğe sahiptir. İnsanlar, yedikleri ve içtikleri veya kullandıkları çeşitli maddeler nedeniyle her gün siyanürle temas halindedirler.

Günlük yaşamda siyanüre maruziyetin pek çok kaynağı (otomobil egzoz gazı, tütün dumanı, yangınlar gibi) olmakla beraber bünye böylesi küçük miktarlardaki siyanürü daha az toksik bir bileşik olan tiyosyanata dönüştürüp dışarı attığından siyanür dokularda birikmemektedir. ABD’de her yıl havaya atılan 22 bin ton hidrojen siyanür gazının % 90’ı eksoz gazlarından ve yüzey suyuna bırakılan 15 bin ton siyanürün yine % 90’ı belediyelere ait atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanmaktadır²².

Toksikoloji biliminde kimyasal maddeler zehirli veya zehirsiz olarak bir ayırımı tabi tutulmaz. **Bir maddenin zehirli olup olmamasını belirleyen parametre “dozu”dur²³**. Bu bakımdan, toksikolojik risk değerlendirmesinde bir kimyasal maddeye ne miktarda ve ne kadar süre ile maruz kalındığının bilinmesi önemlidir. Sanayide 80 bin kadar kimyasal madde kullanılmaktadır ve bunların % 80’i için toksik etki verileri yoktur²⁴.

Siyanür, sanayide kullanılan pek çok kimyasalın aksine toksisitesi yıllar önce tamamiyle aydınlatılmış bir maddedir. Siyanürün toksisitesi akut toksisite ile sınırlıdır. Siyanür’ün kronik toksisitesinin, toksikologlar tarafında pratikte ihmal edilir düzeyde kabul edilmesinin nedeni, siyanürün kronik etki gösterebilmesi için gerekli olan ve her gün alınması gereken dozunun, bir defada ölüme neden olan akut doza çok yakın

²⁰ International Cyanide Management Code for the Manufacture, Transport and Use of Cyanide in the Production of Gold, 2002.

²¹ U.S. Environmental Protection Agency, EPA/600/8-90-002F, 1990.

²² T. Mudder, ve A. Smith, An environmental perspective on cyanide, Mining World News, v. 6, no 9., 1994.

²³ Prof. Dr. Ali Esat Karakaya, 1997, Kimyasal Bileşiklerin Toksikolojik Risk Değerlendirmesi, Altın Madenciliğinde Siyanür Kullanımı Panel Notlar, 2. Ulusal Toksikoloji Kongresi, 3-6 Nisan 1997, Antalya, Sayfa 1.

²⁴ Ortak Geleceğimiz, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, 1991, s. 276.

olmasıdır. Diğer bir deyişle akut etkiler gözlenmeden, kronik etkilerin gelişme olasılığı pratik olarak son derece zordur. Bu özelliği nedeniyle de siyanür, toksisitesi henüz tam olarak aydınlatılmamış olan ve önemli kronik toksisiteye sahip bazı endüstriyel kimyasallara kıyasla, risk yönetimi çok daha kolay olan bir kimyasaldır. ABD Çevre Koruma Dairesi, günde 1,5 mg serbest siyanür maruziyetinin sağlık açısından tehlike yaratmayacağını belirtmiştir²⁵.

Siyanürün en toksik şekli HCN gazıdır. HCN'in havadaki 20 ila 40 ppm arasındaki konsantrasyonlarında birkaç saat sonra solunum zorlukları gözlemlenebilir. HCN'in havadaki konsantrasyonunun yaklaşık 250 ppm'i aşmasını müteakip birkaç dakika içinde ölüm meydana gelebilir²⁶.

Serbest siyanür için insanlar tarafından ağız veya solunum yolu ile alınacak ölümcül doz 50 ilâ 200 mg (vücudun beher kg için 1 ila 3 mg) arasında değişir²⁷. Deri yoluyla absorpsiyon halinde ölümcül doz çok daha fazla, vücudun beher kg için 100 mg civarındadır.

▪ Emniyet ve Endüstriyel Hijyen

Teknik açıdan, sodyum siyanür teknik emniyet ve endüstriyel hijyen koşulları güvenli olarak sağlanabilen bir kimyasaldır. Siyanür kullanan işyerlerinde, kapalı ortamda 8 saatlik işgünü boyunca çalışanların sürekli olarak maruz kalabilecekleri havadaki hidrojen siyanür seviyesi için konulmuş olan sınır değerler Tablo 4'de verilmiştir.

TABLO 4. İşyerinde 8 saatlik işgünü boyunca havada bulunabilecek HCN konsantrasyonu

Ülke	Havada HCN Sınır Değeri
ABD (US EPA, 1993, CASRN 74-90-8)	10 ppm (11 mg/m ³)
İngiltere (UK Regulations Health and Safety, 1994)	10 ppm (10 mg/m ³)
Almanya (BIA Rep., 1995, HVBG)	10 ppm (11 mg/m ³)
Türkiye (Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük, R.G. 24/12/1973 Sayı 14752)	10 ppm (11 mg/m ³)

Maden işletmelerinde siyanür, kuru, serin, karanlık ve havalandırması olan güvenli alanlarda depolanmaktadır. Bu depolarda siyanür kutuları, orijinal ambalajı açılmaksızın, tabanla temasını önleyecek şekilde paletler üzerine yerleştirilir. Boşalan kutular yıkanır ve yıkama suyu ya kullanılmak üzere prosese ya da atık havuzuna verilir.

Siyanürle işlem yapılan birimlerde çalışan bütün personeli özel eğitim programlarına tâbi tutulur. Ayrıca, malzeme yükleme, boşaltma ve nakliyesi güvenlik görevlisi gözetiminde güvenlik kurallarına uygun olarak yapılır. Bu plânlar, maden sahasına gelişinden zenginleştirme süreci sonuna kadar siyanürün kullanımı ile yükleme, boşaltma ve nakliyesi hususlarında çalışanlara, sorumluluk ve kontrol görevi

²⁵ US EPA IRIS, CASRN 57-12-5, 1999.

²⁶ Huiatt, J. L., Kerriga, E., Olsun, F.A. ve Potter, G.C., 1983, Cyanide from mineral processing, Proceedings of Cyanide Workshop, US National Science Foundation and US Bureau of Mines, Salt Lake City, Utah.

²⁷ ICME (International Council on Metals and the Environment), Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi, Şubat 2002, Türkçe baskı.

yüklemektedir. Madenlerde siyanürle ilgili işlemlerin yapıldığı yerlerde gaz ölçüm aletleri, uygun koruyucu giysiler, ilk yardım malzemesi ile duş ve yüz yıkama imkânları ile donatılmış ilk yardım istasyonları bulunmaktadır.

▪ Siyanür Ölçümü

Altın madenlerinde siyanür ile ilgili ölçümler;

- (a) sudaki (çözelmiş) siyanür anyonu (suda çözelti halindeki siyanür anyonu);
- (b) havadaki siyanür gazı konsantrasyonlarının

tespit edilmesi için yapılır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından, suda çözelmiş siyanür ölçümü için “zayıf asitte çözünür (WAD) siyanür” ölçümü yapılması uygun görülmüştür²⁸.

Çalışma ortamı havasındaki siyanür ölçümleri, Hidrojen Siyanür (HCN) gazının varlığını ve konsantrasyonunu anında saptayan, sabit veya taşınabilir HCN detektörleri ile yapılmaktadır.

Siyanür ölçümleri standartlaştırılmış olup kolaylıkla yapılabilmektedir.

▪ Uygulama ve Kontrol

Altın madenciliğinde kullanılan kimyasallar ve atıkların herhangi bir çevre sorunu yaratmalarını önlemek üzere madencilik faaliyetleri öncesinde, sırasında ve sonrasında hazırlıklı olunur. Bunu sağlamak için, dünya madenciliğinde “en iyi çevre yönetimi” ilkeleri doğrultusunda çevresel etki değerlendirmesi, çevresel yönetim sistemi (ISO 14001), atık yönetimi, acil durum, vb yönetim planları önceden hazırlanmaktadır.

▪ Siyanür Arıtma Teknolojisi

Altın kazanımı sonrasında kalan atık suda bir miktar siyanür mevcuttur. İster doğal ortamda ister mühendislik sonucu kurulan tesislerde olsun çözeltide bulunan siyanür konsantrasyonunun düşürülmesine “arıtma” denir. Serbest siyanürün çözeltideki konsantrasyonunun düşmesine neden olan HCN’in buharlaşması en iyi bilinen doğal bozundurma (arıtma) sürecidir.

Son yirmi yıl süresince, kimya ve madencilik sektörleri, atıkların halk sağlığına veya çevreye zarar vermesini önleyecek biçimde siyanürlü çözeltilerin arıtılmasında önemli gelişmeler kaydettiler. İki teknoloji, genellikle birlikte kullanılmaktadır: Arıtma ve geri kazanım.

Arıtma : Siyanürlü çözeltilerin arıtılmasının üç genel şekli vardır:

- Doğal bozundurma
- Kimyasal arıtma (oksidasyon prosesleri)
- Biyolojik arıtma

Ayrıca çeşitli teknolojiler, siyanürün geri kazanılarak yeniden kullanımına imkân tanımaktadır. Endüstride uygulanmakta olan siyanür arıtma teknolojilerinin karşılaştırması Tablo 5’de verilmektedir.

²⁸ International Cyanide Management Code for the Manufacture, Transport and Use of Cyanide in the Production of Gold, 2002.

TABLO 5. Endüstride uygulanmakta olan siyanür arıtma teknolojilerinin karşılaştırması ^{29, 30}

İşlem	Aşama	Uygulama	Açıklama
Doğal Bozundurma	C	TPO, B, S	Genel uygulama; atık havuzu ve yönetmeliklerle ilişkili olarak yerel etkenler tarafından sınırlandırılmıştır.
Oksidasyon Prosesleri			
Alkali klorlama	C	S, B, TPO	Demirli siyanürü uzaklaştırmakta yetersiz ve klorlu atık sorunları var.
INCO SO ₂ -Hava	C	S, B, TPO	Kararlı demir kompleksleri dahil tüm siyanür bileşikleri arıtılmaktadır. Ağır metaller çöktürülerek uzaklaştırılır.
Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂)	C	B, TPO	Bulamaçlara uygulanamaz. Amonyak ve tiyosiyanat uzaklaştırılmamaktadır. Eğer amonyak, tiyosiyanat ve metal konsantrasyonları çevre açısından kabul edilebilir seviyeleri aşarsa ilave arıtma gerekebilir.
Ozonlama	D	B	Enerji yoğun; ozonun, işlemin yapıldığı yerde üretilmesi gerekir.
Biyolojik İşlem			
Biyolojik arıtma	C	TPO	Düşük siyanür derişimleriyle sınırlıdır. İlave ısı gerektirir. Yerine özgüdür.

C - Ticari uygulama

S - Tesis atığı çamurlu bulamaç

B - Merrill Crowe atığı

D - Gelişim halinde

TPO - Atık havuzundan alıcı ortama veya tesise verilen su

Doğal Bozundurma: Temel doğal bozunma (arıtma) mekanizması, buharlaşma ve ardından atmosferde daha az toksik kimyasal maddelere dönüşüm şeklinde çalışır. Biyolojik oksitlenme, çökeltme ve güneş ışınlarının etkileri gibi diğer faktörler de siyanürün bozunmasına katkıda bulunmaktadır. Doğal bozundurma;

- Buharlaşmanın yağıştan yüksek olduğu iklimlerde uygulanır.
- Malzeme, atık havuzlarına yayılarak doğal koşullarda (güneş ışınları, devinim, bakteri, vb etkisiyle) bozunmaya terk edilir.
- Atık havuzu, tabanı ve yanlarından çevreye sızmayı önleyecek şekilde kil ve jeomembran ile takviye edilir. Pratikte, bu iki malzemenin üstüste serilmesi halinde sıfır sızdırmazlık sağlandığı kabul edilmektedir.

Siyanür türleri, atık havuzu seddesindeki toprakta, kil astarda veya yeraltı suyu akış yolu boyunca bulunan organik karbon kırıntıları veya minerallerin yüzeylerine adsorbe olabilirler. Toprakta, çeşitli aerobik veya anaerobik reaksiyonlarla bakteriler siyanürü özümserler. Bazı hallerde, söz konusu doğal bozunma süreçlerinin kombinasyonu, siyanür içeren çözeltilerin deşarjı için gerekli mevzuat koşullarını sağlar.

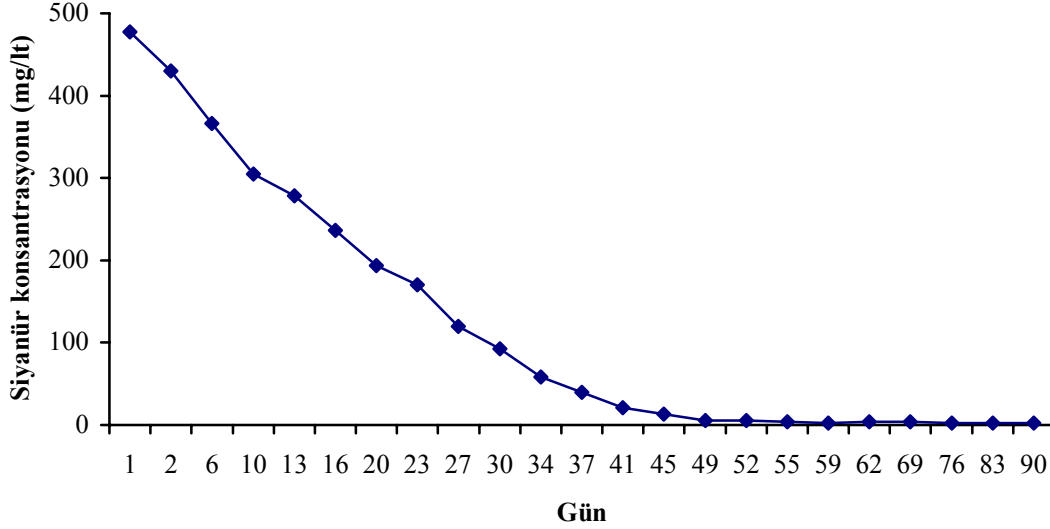
Ülkemizde, MTA Genel Müdürlüğü'ndeki altın pilot tesisinde, proses atıklarında siyanürün doğal bozunma, kimyasal arıtma ve geri kazanım süreçlerini incelemek

²⁹ A. Smith ve T. Mudder, The chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes, 1991.

³⁰ T. W. Higgs, Technical Guide for the Environmental Management of Cyanide in Mining, 1995.

üzere bir dizi araştırma yürütülmüştür³¹. Altın pilot tesisinden alınan 477,5 mg/lt siyanür içeren atıktaki siyanür derişimi doğal koşullarda 76 günde % 99.8 oranında azalmıştır (Şekil 13).

ŞEKİL 13. MTA Altın Pilot Tesisinde siyanürlü atıkların doğal bozundurma sürecinin gelişimi



Dünyanın çeşitli yerlerindeki bazı altın madenlerinde doğal bozunma sistemlerine ait veriler Tablo 6'da verilmektedir. Bu çizelgedeki değerler, doğal bozunmanın çözeltilerin siyanür konsantrasyonlarını düşürmedeki gücünü göstermektedir.

TABLO 6. Atık havuzlarında siyanürün doğal bozunması³²

Maden	Atık sistemine giren CN konsantrasyonu (mg/lt)	Atık sisteminden alıcı ortama (ekosistem) deşarj edilen CN konsantrasyonu (mg/lt)
Lupin, NWT, Kanada	184	0,17
Holt McDermott, Ontario, Kanada	74,8	0,02
Cannon, Washington, ABD	284	<0,05
Ridgeway, South Carolina, ABD	480	0,09
Golden Cross, Yeni Zelanda	6,8	0,33

Kimyasal Arıtma: Siyanürün arıtılması için uygulanan başlıca oksidasyon prosesleri SO₂/HAVA (Kanada'nın INCO şirketi tarafından geliştirilmiş) ile H₂O₂ (hidrojen peroksit) (Alman Degussa tarafından geliştirilmiş) prosesleridir. Kimyasal oksitlenmenin daha eski bir alternatifi olan alkali klorlama prosesi günümüzde nadiren kullanılmaktadır. Kimyasal arıtma prosesleri;

- Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu iklimlerde uygulanır.
- Siyanürlü çözeltiler, kapalı ortamda çeşitli kimyasal maddelerle muamele edilerek bozundurulur.

³¹ MTA Genel Müdürlüğü, Altın Üretim Prosesi Artıklarında Siyanürün Doğal Bozunma Kimyasal Bozundurma ve Geri Kazanım Süreçlerinin İncelenmesi, Rapor No 9875, 1996.

³² ICME (International Council on Metals and the Environment), Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi, Şubat 2002, Türkçe baskı.

- Arıtma sonucunda çıkan atık çözelti, havuzda/atık barajında dinlendirilerek içerisindeki katı maddeler çöktürüldükten sonra alıcı ortama verilebilir.

SO₂/HAVA prosesinde serbest ve WAD siyanür nihai olarak amonyak ve karbonata oksitlenir, demir siyanür tek başına veya bir diğer iki değerlikli metalle birleşerek çözünmeyen katı halinde çöker. Çeşitli maden işletmeleri için yapılan test çalışmalarında prosesin, çözümlere veya çamurlara uygulanabildiği ve reaksiyonun çok süratli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Prosesi kullanmak için lisans alma zarureti, proses tesisini inşa etmenin maliyeti ve sistemi optimize etmek için ampirik olarak deneme zorunluluğu prosesin potansiyel sınırlamalarıdır. Bu prosesin ürettiği yan ürünlerin bozunmasını sağlamak için ayrıca dinlendirme havuzuna ihtiyaç vardır. INCO SO₂/Hava kimyasal arıtma yöntemi, günümüzde 55 tanesi ABD ve Kanada'da olmak üzere dünyada 69 tesiste uygulanan en modern teknolojidir³³.

TABLO 7. INCO SO₂/HAVA siyanür arıtma yönteminin performansı³⁴

Maden	CN _T Giriş Değeri (mg/l)	CN _T Çıkış Değeri (mg/l)
Colosseum (ABD)	364	0.4
Ketza River (ABD)	150	5.0
Equity (Kanada)	175	2.3
Casa Berardi (Kanada)	150	1.0
Westmin Premier (Kanada)	150	<0.2
Golden Bear (Kanada)	205	0.3
Ovacık (Bergama)*	144	0,2

* Ovacık Altın Madeni aylık çevre raporları

CN_T: Toplam siyanür

Kuvvetli bir oksitleyici olan hidrojen peroksit, serbest ve zayıf asitte çözünen (WAD) siyanürü amonyak ve karbonata oksitler. Demir siyanürler peroksitlerle oksitlenmezler ancak suda çözünmeyen duraylı katı olarak çökürler. Katıların bulunduğu ortamda hidrojen peroksit ihtiyacı düzensiz olduğundan peroksit sistemi çamurların arıtımına uygun değildir.

Her iki kimyasal oksitleme metodu da siyanür konsantrasyonlarını sıkı deşarj standartlarını karşılayacak seviyelere düşürecek kapasitededir. Her iki proses için de nihai tesis tasarımından önce sahaya özgü cevherin temsili örneklerinin deneye tâbi tutulması zorunludur. Sülfürik asitle hidrojen peroksit karışımını kullanarak H₂SO₅ oluşturan Caro asiti de çözümlerdeki siyanürü bozunduran bir oksitleyici olarak kullanılır.

Demir gibi bileşik yapıcılarının ilâvesiyle duraylı siyanürlerin çökmesi sağlanabilir. Bu işlem serbest siyanür konsantrasyonunu azalttığı gibi, ortamda bulunan diğer metallerin düşük düzeylerde kalmasında da etkindir. Demir siyanürler, çözümlerdeki diğer kimyasal maddelerle reaksiyona girerek suda çözünmeyen bir dizi tuzdan oluşan katı çökeltiler oluşturarak siyanürü çözümlerden uzaklaştırır.

MTA Genel Müdürlüğü'ndeki altın pilot tesisinde, proses atıklarında siyanürün kimyasal arıtma sürecine ilişkin ilk araştırmada 450 mg/l siyanür içeren atıktaki siyanür derişimi, sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılarak 20 saat sonunda 2.6 mg/l düzeyinin (MTA Laboratuvarı deteksiyon limiti) altına inmiştir. İkinci çalışmada, 270

³³ E. Devuyst, INCO SO₂/Hava siyanür bozundurma prosesi, Değerli Metaller Madenciliğinde Atık Barajlarının Yönetimi, Y.M.G.V., 1999, sf. 75-85.

³⁴ A. Smith ve T. Mudder, The chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes, 1991.

mg/lt siyanür içeren örnek, hidrojen peroksit (H₂O₂) kullanılarak 2.5 saat sonunda 2.6 mg/lt siyanür düzeyine düşmüştür³⁵.

Biyolojik Arıtma: Amerika Birleşik Devletlerinde Homestake Madencilik Şirketi ve İngiltere’de ICI’in Bioproducts Şirketi tarafından kullanılan bu yöntem su arıtma sistemlerinin temelini oluşturmaktadır. Güney Dakota’da Lead Madeni’nde (Homestake) çevreye deşarj kriterlerini on yılı aşkın bir süredir yerine getiren bir biyolojik siyanür arıtma sistemi halen kullanılmaktadır. Uygulamada hem aktif hem de pasif biyolojik arıtma sistemleri inşa edilmiştir; bu sistemler aerobik veya anaerobik mikro organizmaları kullanarak siyanürü arıtmaktadır. Siyanürü arıtmada, anaerobik organizmalar litrede birkaç miligram konsantrasyona kadar etkin olmaktadır. Atık çözeltisi, içinde bakteri bulunan reaksiyon tanklarına gönderilir ve bakteriler havadan aldıkları oksijenle siyanür bileşiklerini bozundurarak nitratlar, bikarbonatlar ve sülfatlar oluştururlar.

Biyolojik arıtma prosesinin avantajları, basit tasarımı ve işletme proses kontrolü, düşük kimyasal maliyeti ve her türlü siyanür ve onun yan ürününü arıtma kapasitesinin bulunmasıdır. Düşük sıcaklıklarda ve çok yüksek siyanür konsantrasyonlarında performans düşüklüğü biyolojik arıtmanın olası kısıtları arasındadır.

Geri Kazanım: Her ne kadar siyanür yönetimi teknolojileri tek geçişli sistemlerde siyanürün imhası üzerine yoğunlaşmışsa da siyanürün geri kazanımı ve yeniden kullanımı mümkündür. Böylece kullanılan toplam siyanür miktarının en aza indirilmesi dolayısıyla bazı madenlerde işletme giderlerinin düşmesi söz konusudur. Geri kazanım, atık çözeltilerindeki siyanür konsantrasyonunu düşürmekte ve siyanür imhasının maliyetini azaltmaktadır.

Yakın geçmişte mühendislikte meydana gelen gelişmeler, geri kazanım hadisesini eskiye nazaran daha cazip bir hale getirmiş ve geçen on yıl zarfında siyanürün geri kazanımının patenti alınarak Cyanisorb adı verilen bir ticarî prosesle pulplerin arıtılması uygulanmaya başlanmıştır. Söz konusu prosesin Kanada, Avustralya ve ABD’de başarılı denemeleri yapılmış ve bir iki tesiste uygulaması bulunmaktadır.

1.3.2.3. Atık Havuzu

Altın madenciliği faaliyetleri sonucunda çıkan proses atıkları özel olarak inşa edilen atık havuzlarında tutulmaktadır. Çevre güvenliği açısından büyük önem taşıması nedeniyle ICOLD (Büyük Su Barajları Uluslararası Komisyonu) tarafından atık havuzlarının inşası³⁶, atıkların havuza nakli ve depolanması³⁷, çevreyle etkileşimi³⁸, güvenliği³⁹, izlenmeleri⁴⁰, sismik özellikleri⁴¹ depreme karşı alınacak tedbirler⁴² gibi konularda çok sayıda standart yayımlanmıştır.

³⁵ MTA Genel Müdürlüğü, Altın Üretim Prosesi Artıklarında Siyanürün Doğal Bozunma Kimyasal Bozundurma ve Geri Kazanım Süreçlerinin İncelenmesi, Rapor No 9875, 1996.

³⁶ UNEP ve ICOLD, A Guide to Tailings Dams and Impoundments, 1996.

³⁷ ICOLD, Tailings Dams, Transport Placement and Decantation, 1995.

³⁸ ICOLD, Tailings Dams and Environment, 1996.

³⁹ ICOLD, Tailings Dam Safety, 1989.

⁴⁰ ICOLD, Monitoring of Tailings Dams, 1996.

⁴¹ ICOLD, Tailings Dams and Seismicity, 1995

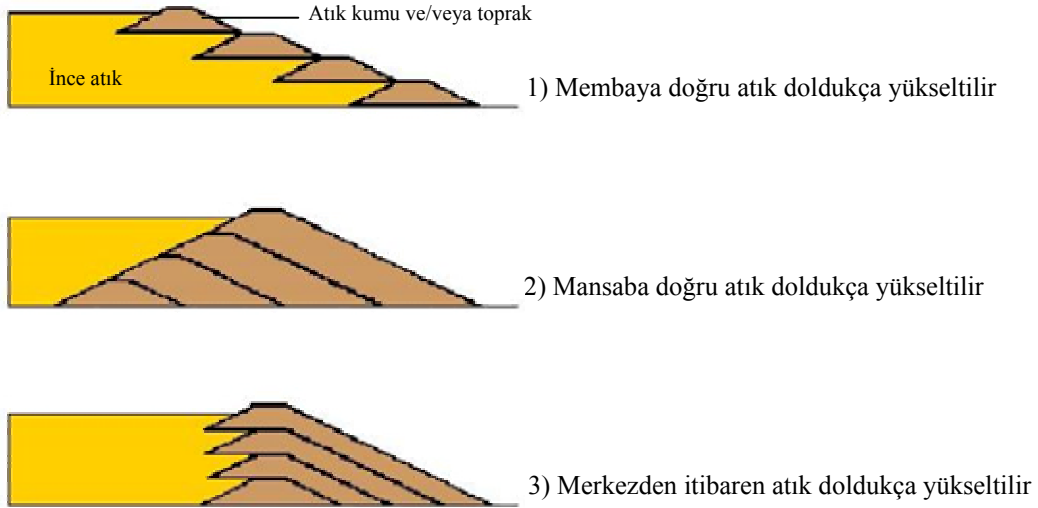
⁴² ICOLD, Earthquake Analysis Procedures for Dams, 1986.

Altın madenlerinde içindeki değerli metalleri alınmış proses atıklarını depolama amacıyla kullanılan atık havuzları mühendislik sanat yapıları olarak projelendirilmekte ve inşa edilmektedir. Bu tür yapıların tasarımında bölgenin depremselliği, temel ve yapı stabilitesi ve sızdırmazlık konuları ayrıntılı olarak incelenmekte ve gerekli devlet izinleri alındıktan sonra bu yapılar inşa edilmektedir.

Genel olarak bir vadinin, akış aşağı (mansap) yönü bir sedde (baraj) ile ve akış yukarı (membra) ucu ise sel sularının havuza girmesini önleyecek bir sedde ile kapatılır. Dünyadaki altın madenlerinde kullanılan atık barajları genelde başlıca iki şekilde inşa edilmektedir:

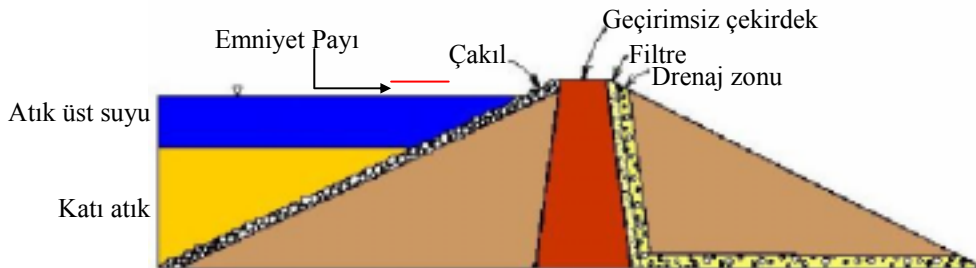
1. **Yığma Baraj:** Bu tür barajlar su ile karışık haldeki ince taneli atıkların depolanması için dünya madenlerinde eskiden buyana kullanılmaktadırlar. Bu tür atık barajları, depolama alanının alt ucuna yerleştirilen bir sedde üzerine kum ve toprak veya kaba taneli atıklar yığılarak, havuz içerisine atık dolduruldukça yükseltilerek inşa edilirler (Şekil 14). Romanya'nın Baia Mare kentindeki bir atık barajının yarılması nedeniyle bu tür yapıların emniyet ile kullanımı uluslararası bazı kuruluşlarca değerlendirme altındadır.

ŞEKİL 14. Yığma atık barajlarının inşa yöntemleri



2. **Kaya Dolgu Baraj:** Bu tür, büyük su barajlarına benzer yapı özellikleri gösterir. Baraj, kaya dolgu olarak ve maden ömrü boyunca çıkacak bütün atıkları depolayacak biçimde başlangıçta inşa edilir (Şekil 15). Kademeli olarak da inşa etmek mümkündür.

ŞEKİL 15. Klasik kaya dolgu atık barajı



1.3.2.4. Rehabilitasyon

Maden işletmenin kapatılmasından sonra, çökelmiş ince taneli cevher pasası ile dolan ve stabilitesi daha da artan atık havuzu haznesindeki malzemenin üzeri bitkisel toprakla örtülerek, atık havuzu sahası ağaçlandırılarak rehabilite edilmektedir. Bu tür alanlar, dağlık arazilerde düz bir alan oluşturması nedeniyle kapatma sonrasında tarım veya mera alanı olarak kullanılabilir.

2. TÜRKİYE'DE ALTIN MADENCİLİĞİ

2.1. Mevcut Durum

Cumhuriyetimizin ilk yıllarında, sınai kalkınma hamlesinin ancak hammadde kaynaklarımızın değerlendirilmesiyle gerçekleşebileceği bilinciyle madencilik sektörüne büyük önem verilmiştir. Bu dönemde, madenciliğin ülke çapında yatırımlardaki payı % 40 dolayında olmuştur. Daha sonraki yıllarda, özellikle ithalata yönelik hammadde kullanılması nedeniyle, madencilik sektörü ihmal edilmiştir.

Son yıllarda dünya altın madenciliğindeki gelişmeler ışığında, ülkemiz gerek jeolojik çeşitlilik ve gerekse de 1980'li yıllardaki yatırım ortamının elverişliliği bakımından yabancı yatırımcıların ilgisini çekmiştir. Böylece, Cumhuriyet tarihimizde ilk defa olarak, altın madenciliği için bir başlangıç yapma imkanı doğmuştur. Altın madenciliğinin yaratacağı ivmeyle, atıl durumdaki madencilik sektörümüzün yeniden canlanması ve yerli sermayenin de madencilik sektöründe yatırımlara yönelmesi beklenmektedir.

Ülkemizde, halen işletilmekte olan tek altın madeni Normandy Madencilik A.Ş. tarafından işletilmekte olan İzmir ili Bergama ilçesindeki Ovacık Altın Madeni'dir. İşletilebilirliği belirlenmiş olan diğer altın madenler ise Ovacık Altın Madeni'nin akıbetini beklenmektedir.

Ovacık Altın Madeni'nin deneme üretimine başlaması üzerine, tanınmış altın maden şirketleri Türkiye'de yeniden aramalara başlamışlardır. 2002 yılı itibariyle ülkemizde altın madenciliği faaliyetlerini sürdürmekte olan 9 adet yabancı sermayeli şirket vardır.

2.2. Arama

Türkiye'nin ilk madencilik kuruluşu, Cumhuriyet'in ilk yıllarında, 1933'de kurulmuş olan Altın Arama ve İşletme İdaresi'dir⁴³. Ülkemizde, 1933 yılından beri altın arama çalışmaları yapılmaktadır. Altın cevherleşmelerine yönelik modern maden yatağı modellemelerine dayandırılmış aramalar son onbeş yıldır aralıklarla sürdürülmektedir. 3213 sayılı Maden Kanunu'nda yapılan değişiklik sonucunda yabancı sermayeli maden şirketlerinin altın aramalarına başlamasına kadar, ülkemizde işletilebilir düzeyde bir altın yatağı yoktu. MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1993 yılında yayımlanmış olan Türkiye Altın ve Gümüş Envanteri'nde⁴⁴, o tarihteki bilinen işletilebilir altın yataklarının yabancı sermayeli şirketler tarafından bulunmuş olduğu belirtilmektedir.

2.2.1. Potansiyel

Maden potansiyeli, uluslararası rezerv sınıflandırmalarında, "Bilinmeyen Kaynaklar" grubunda yer alır⁴⁵. "*Herhangi bir maden yatağı keşfinin henüz yapılmadığı, fakat*

⁴³ Prof. Dr. İ. Ketin, Yerbilimlerinin 50 Yıllık Cumhuriyet Dönemindeki Gelişmesi, Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler, 1973, sf. XVI.

⁴⁴ MTA Genel Müdürlüğü, Türkiye Altın ve Gümüş Envanteri, 1993, Yayın No 198.

⁴⁵ U.S. Geological Survey, The U.S. Department of Interior resource/reserve classification method, USGS Circular 831, 1980.

elverişli olan jeolojik ortamlarda varlığı umulan keşfedilmemiş kaynaklar” olarak tanımlanır. Bilinmeyen maden kaynaklarını tahmin yöntemleri son 25 yıl içinde geliştirilmiş bir bilimsel yöntemdir^{46, 47, 48, 49, 50, 51}. Maden potansiyeli tahmini, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından meslek içi eğitim amacı ile yayımlanan rezerv sınıflandırma ve hesaplanmasına ilişkin teknik kılavuzda da ayrıntılı olarak yer almıştır⁵².

Potansiyel tahmini, maden yataklarının aranması çalışmalarının ilk aşamasını oluşturmaktadır. Potansiyel tahmini, ilgi duyulan bir madenin nerelerde, nasıl ve ne kadarlık bir harcamayla aranacağını ve karşılığında ne bulunacağını öğrenmek ve bu bilgileri temel alarak bir arama projesini oluşturmak amacıyla yapılır. Böylece, aranan madenin bulunamayacağı veya yapılacak harcamanın madenin getirisinden çok daha fazla olacağı bir bölgede arama yaparak para ve zaman kaybı önlenmektedir. Maden potansiyelinin tahmini, seçilen bir temsilci birim değerini, değerlendirilmesi yapılacak bölgeye yayılması esasına dayanmaktadır³⁸. Tahmin hesaplama yöntemi; (1) Mevcut jeolojik bulgulara ve maden üretim kayıtlarına dayalı bir temsilci birim belirlenmesi; (2) Seçilen örnek birimin değerlendirilecek bölgeyle aynı özellikleri taşıdığına emin olunması yaklaşımı esas alınarak yapılır.

Türkiye, altın yataklarının oluşumuna son derece elverişli jeolojisi nedeniyle dünya madencilik sektörünün ilgisini çekmektedir. Prof Dr Larson (ABD, Nevada Üniversitesi Mackay Maden Okulu öğretim üyesi), 1989 yılındaki bir makalesinde⁵³, Türkiye'nin jeolojisinin ABD'de en çok altın üretimi yapılan Nevada ve California'ya büyük benzerlikler göstermesi bakımından büyük miktarda bir altın potansiyeli bulunacağını belirtmiştir. ODTÜ müteveffa öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ayhan Erler, bu benzerlikten yola çıkarak 1997 yılında ülkemiz altın potansiyelinin tahmini çalışmasını yapmıştır⁵⁴.

Prof. Erler, çalışmasında, Türkiye altın potansiyelini kestirebilmek amacıyla 5 ayrı jeolojik kaynak modelini kullanmıştır. Bunlar: (1) Kabuktaki element içeriği-jeolojik birim-zuhur sayısı korelasyonu, (2) Jeolojik ortam-bölgesel metal yoğunluğu benzeşimi, (3) Jeolojik ortam-bölgesel yatak yoğunluğu-rezerv dağılımı benzeşimi,

⁴⁶ G.J.S.Govett ve M.H.Govett, Defining and measuring world mineral supplies, World Mineral Supplies, 1976, sf. 13-36.

⁴⁷ G.A.Kingston, M.David, R.F.Meyer, A.T.Ovenshine, S.Slamet ve J.J.Schanz, Workshop on volumetric estimation, Mathematical Geology, 1978, c. 10, sf. 495-499.

⁴⁸ D.A.Singer ve D.L.Mosier, A review of regional mineral resource assessment methods, Economic Geology, 1981, c. 76, sf. 1006-1015.

⁴⁹ D.P.Harris, Mineral Resources Appraisal, 1984, 445 sf.

⁵⁰ L.J.Drew, J.D.Bliss, R.W.Bowen, N.J.Bridges, D.P.Cox, J.H.Jr DeYoung, J.C.Houghton, S.Ludington, W.D.Menzie, N.J.Page, D.H.Root ve D.A.Singer, Quantitative estimation of undiscovered mineral resources, Economic Geology, 1986, c. 81, sf. 80-88.

⁵¹ G. Caner, Maden Ekonomisi, MTA Genel Müdürlüğü, 1983, Yayın No 27.

⁵² V.Oygür, T.Eyyüboğlu, O.Bektimuroğlu, E.Cengiz, E.Emre ve M.Bumin, Kaynak ve Rezerv Sınıflandırmaları ile Hesaplanmalarının Temel İlkeleri, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 1992, Yayın No 27.

⁵³ Prof. Dr. L.T. Larson, Geology and gold mineralization in Western Turkey, Mining Engineering, November 1989, sf. 1099-1102.

⁵⁴ Prof. Dr. Ayhan Erler, Türkiye Altın Potansiyeli ve Maden Kaynaklarını Kestirme Yöntemleri, ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 1997.

(4) Ekonomik tenörde altın içeren blok sayısı modeli, (5) Jeolojik birim-bulunabilecek ümitli saha-rezerv dağılımı benzeşimidir. Jeolojik kaynak modellerinde, jeolojik değişkenler ile kaynak varlığı değişkenleri (yatak sayısı, zuhur sayısı, toplam rezervler, toplam metal değeri) arasındaki istatistiksel korelasyonlar veya yoğunluk ölçütleri (ton metal/km³, yatak sayısı/km³) gibi değişkenler kullanılarak tahmin hesapları yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, Türkiye altın potansiyelinin 6500 tona kadar çıkabileceği hesaplanmıştır. Bu potansiyeli içerecek altın yatağı sayısı 267 olarak tahmin edilmiş; bunların 13 tanesinin 150 tonun üzerinde, 40 tanesinin 30 ile 150 ton arasında ve 214 tanesinin de 30 tondan az altın içerebileceği tahmin edilmiştir.

Yapılan bu modelleme çalışmasından yaklaşık üç yıl sonra bulunan ve büyüklük itibarıyla dünya sıralamasında ilk ona giren iki altın yatağı bu yöndeki tahminlerin gerçekleşebileceğine dair önemli bir kanıttır: Toplam rezervi 208 ton olan Uşak-Eşme'deki Kışladağ altın yatağı⁵⁵ ve halen arama çalışmaları devam eden, ilk bilgilere göre mümkün rezervin 112 ton olduğu ve bu rezervin önemli ölçüde yükselebileceği tahmin edilen Erzincan-İliç'daki Çukurdere (Çöpler) altın yatağı⁵⁶. Bunlar, Prof. Erler'in potansiyel tahminindeki "keşfedilmeyi" bekleyen 13 büyük yataktan ikisidir.

2.2.2. Rezerv

Ülkemizde, halen işletilmekte olan Ovacık Altın Madeni'nden başka işletilmeye hazır 8 altın madeni vardır (Tablo 8). Mevcut bilgilere göre, 450 ton altın ve 1100 ton gümüş rezervi belirlenmiştir. Bu rezervin toplam değeri yaklaşık 4,5 milyar dolar ve madencilik sektörü için 4,2 çarpanına göre ülke ekonomisinde yaratacağı katma değer ise 18 milyar dolardır. Bu projeler için yapılması gerekli tahmini yatırım tutarı 830 milyon dolardır. Bu projelerde tahmini doğrudan istihdam 2060 kişi ve madencilik sektörü için 16,2 çarpanına göre dolaylı istihdam ise 33.400 kişidir.

TABLO 8. Türkiye'de işletmeye hazır altın yatakları

Yer	Au (ton)	Ag (ton)	Üretim Değeri* (Milyon \$)	Yatırım Tutarı (Milyon \$)	İstihdam (kişi)	Projenin Durumu
İzmir-Bergama-Ovacık	24	24	240	70	362	İşletme
Gümüşhane-Mastra	12	8	120	20**	150**	Fizibilite
Artvin-Cerattepe	37	1050	370	100**	250**	Fizibilite
Balıkesir-Havran-Küçükdere	8	17	80	20**	120**	Askıda
Eskişehir-Sivrihisar-Kaymaz	7	3	70	10**	80**	Askıda
İzmir-Efemçukuru	34	b	340	100**	200**	Fizibilite
Uşak-Kışladağ	208	b	2080	250**	400**	Arama
Erzincan-İliç-Çukurdere (Çöpler)	112	b	1120	250**	400**	Arama
Manisa-Salihli-Sart (plaser)	10	b	100	10**	100**	Fizibilite
TOPLAM	452	1100	4520	830	2062	

* 300 \$/ons üzerinden hesaplanmıştır

** Tahmini

b Bilinmiyor

Henüz sadece Ovacık altın madeninin işletilmeye başladığını ve jeolojik potansiyeli dikkate alırsak ileride yapılacak aramalar ve yatak geliştirme çalışmaları sonucunda

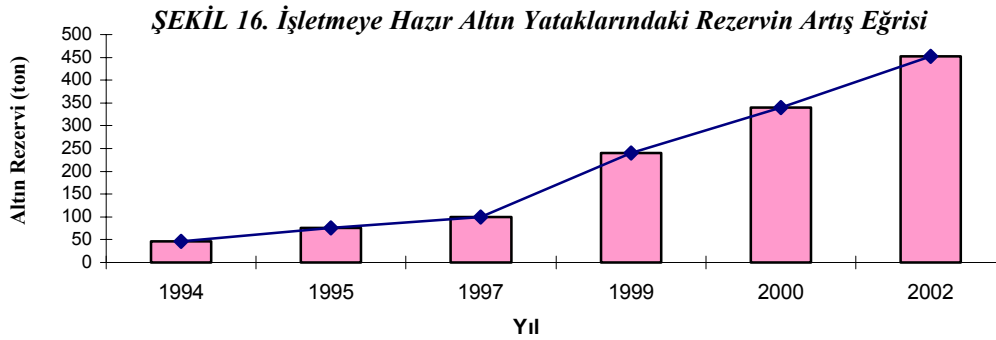
⁵⁵ Mining Journal, June 1, 2001, sf. 422.

⁵⁶ Mining Journal, April 5, 2002, sf. 249; AMDL şirket açıklaması 02/04/2002.

ülkemiz altın rezervlerinin çok daha fazla miktarlara yükselebileceğini öne sürebiliriz. Sınırlı miktardaki arama harcamalarına rağmen, işletmeye hazır yataklardaki altın rezervlerinde yıllara göre önemli artışlar meydana gelmiştir (Tablo 9; Şekil 16).

TABLO 9. İşletmeye hazır altın yataklarındaki rezervin yıllara göre artışı

Yıl	İşletmeye hazır altın rezervi (ton)	% Artış
1994	45,8	0
1995	76,5	67
1997	100	118
1999	240 ⁵⁷	124
2000	340 ⁵⁸	642
2002	452 ⁵⁹	882



Bilinen işletilebilir altın rezervinin sekiz yıl içerisinde yaklaşık 10 misli artmış olması, önümüzdeki 1-2 yıl içerisinde Türkiye'nin işletilebilir altın rezervinin 1000 ton metal altın rezervinin üzerine çıkacağına göstergesidir. Arama çalışmalarının teşvik edilerek hızlandırılması, beklenen büyük rezervlerin daha çabuk ortaya çıkarılmasını sağlayacaktır.

2.3. Altın üretimi

2.3.1. Üretim Teknolojisi

Ülkemizin halen işletilmekte olan tek altın madeni Ovacık Altın Madeni'nde, uluslararası standartlar kapsamında "Bilinen En İyi Teknik" (BAT) olarak adlandırılan altın üretim teknolojisi kullanılmaktadır.

Eti Holding Kütahya–Gümüşköy işletmesinde 1987 yılından beri uygulanan üretim teknolojisi, altın madenlerindeki teknoloji ile temelde benzerlik göstermekte olup her ikisi de siyanürleme yöntemine dayanmaktadır. Ovacık Altın Madeni ve Eti Holding Gümüşköy tesisinin karşılaştırması Tablo 10'de verilmiştir.

⁵⁷ DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Değerli Metaller Raporu, 2000.

⁵⁸ DPT ÖİK Raporu'nun hazırlandığı tarihte, Uşak-Kışladağ altın yatağının rezervi 108 ton olarak açıklanmıştır.

⁵⁹ Erzincan-Çukurdere altın yatağının rezervi ilave edilmiştir.

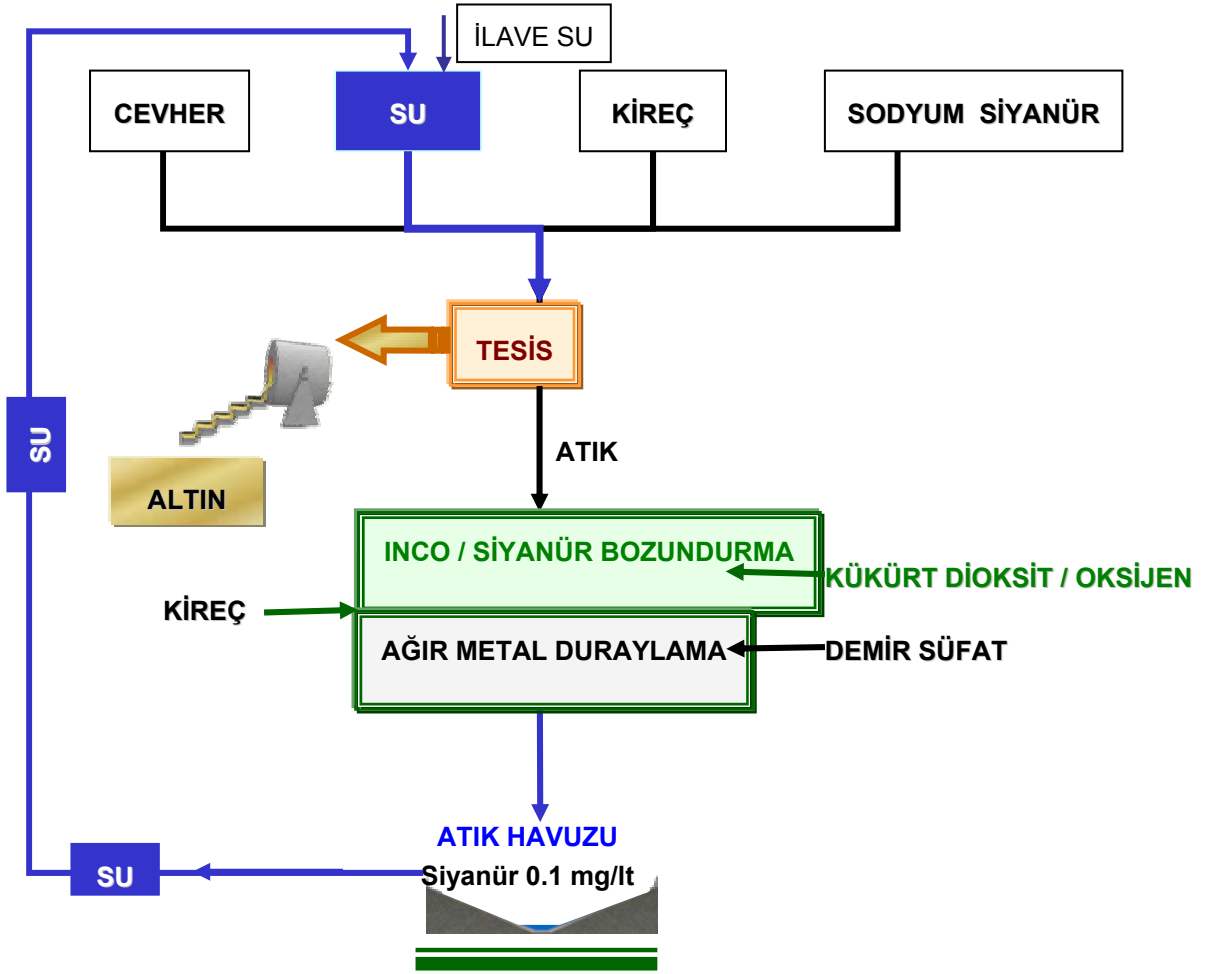
TABLO 10. Ovacık Altın Madeni ile Eti Holding Kütahya-Gümüşköy Tesisi karşılaştırması

	OVACIK	GÜMÜŞKÖY
Üretime Başlama Tarihi	2001	1987
Cevher Rezervi (Milyon/Ton)	2.4	25
Yıllık Cevher İşletme Kapasitesi (Milyon/Ton)	0.3	1
Cevher İşleme Yöntemi	Siyanür Liçi	Siyanür Liçi
Atıktaki Siyanür Bertaraf Yöntemi	Kimyasal Bozundurma + Doğal Bozundurma	Doğal Bozundurma
Atık Alanı (Hektar)	15	110
Atık Depolama Kapasitesi (Milyon Ton)	2.4	25
Atık Havuzu Yalıtımı		
Kil	70 cm	30 cm
Jeomembran	1.5 mm	Yok
Gözlem Kuyuları	6 adet	2 adet
Toplam Siyanür Tüketimi (Ton/Yıl)	120*	1100
Siyanür Tüketimi (Kg/Ton Cevher)	0.4*	1.76
Bozundurma Tesisine Giren Atıksuda Siyanür (mg/L)	144	Arıtma Yok
Bozundurma Tesisinden Çıkan Atıksuda Siyanür (mg/L)	<1	-
Havuzla Giden Atıksuda Siyanür (Mg/L)	<1	200
Alıcı Ortama Deşarj	0	0

*Mayıs-Aralık 2001 döneminde, tam kapasite ile yapılan deneme üretimi süresince kullanılan siyanür miktarına göre hesaplanmıştır.

Ovacık Altın Madeni'nde üretim akım şeması (Şekil 17) genel olarak, maden ocağından çıkarılan cevherin kırılıp öğütülmesinden sonra, karıştırmalı liç yöntemiyle cevherdeki altın ve gümüşün siyanür kompleksleri halinde çözündürülerek sulu faza özütlenmesi (liç) ve sulu fazdan kazanılması proseslerini kapsamaktadır. Siyanürleme sonucu katı fazdan sıvı faza özütlenen altın ve gümüşün sıvı fazdan geri kazanımı aktif karbona yüzey soğurma (adsorption) ve aktif karbondan geri sıyırma (desorption) işlemleriyle ön zenginleştirme ve sonrasında elektroliz (electrowinning) ve ergitme yoluyla gerçekleştirilmektedir. Ergitme işlemi sonucunda, altın ve gümüş ile çok daha az miktarlardaki diğer metallerin homojen karışımından oluşan "dore" külçe üretilmektedir.

ŞEKİL 17. Ovacık Altın Madeni tesis akım şeması



2.3.2. Çevre Standartları

Uluslararası standartlara göre, altın madenciliği atıklarının, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek biçimde depolanmaları için **Doğal Bozundurma** ve **Kimyasal Arıtma** olmak üzere iki farklı temel ilke kapsamında atık yönetimi planlanmaktadır. Bergama-Ovacık'ta kurulu altın madeni tesislerinde hem doğal bozundurma hem de kimyasal bozundurma yöntemlerinin ikisi birden uygulanmıştır. Bütün bu önlemlere ek olarak, gelişmiş ülkeler de dahil olmak üzere dünyadaki uygulamaların aksine alıcı ortama herhangi bir atık deşarjı da yapılmamaktadır. Bu özellikleriyle Ovacık Altın Madeni'nin, uygulanmakta olan çevre standartları bakımından dünya standartlarının da üzerinde olduğu TÜBİTAK uzmanlar heyetince hazırlanan bir raporda ifade edilmiştir⁶⁰.

⁶⁰ Eurogold Ovacık Altın Madeni TÜBİTAK-YDABÇAG Değerlendirme Raporu, 1999.

Ovacık Altın Madeni'ndeki işletme faaliyeti, İzmir Valiliği tarafından bu tesis için özel olarak kurulmuş İzleme ve Denetleme Komisyonu nezaretinde yürütülmektedir. İşletme, oniki aylık deneme üretimi süresince, Çevre Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından periyodik olarak denetlenmiş olup hiç bir olumsuzluk tesbit edilmemiştir.

İzmir İl Sağlık Müdürlüğü elemanları, deneme üretimi süresince, hergün arıtma tesisi çıkışından ve atık havuzundan atık su örnekleri almıştır. Siyanür ve ağır metal seviyelerinin tespiti için Hıfzıssıhha Enstitüsü İzmir Bölge Müdürlüğü laboratuvarlarında bu örneklerin analizleri yapılmıştır. Yapılan bu günlük ölçümler sonucunda, Ovacık Altın Madeni'nin standartlara uygun olarak çalıştığı tesbit edilmiştir. Günlük çevresel ölçüm sonuçlarını içeren Aylık Çevre Raporları, Normandy Madencilik A.Ş. tarafından ilgili kamu kurum ve kuruluşlarına, üniversitelere, medyaya ve sivil toplum kuruluşlarına gönderilmekte ve kamuoyuna açıklanmaktadır.

Avrupa Madenciler Birliği (EUROMINES) ise, Türkiye Madenciler Derneği'nin talebi üzerine, Avrupa Birliği mevzuatı açısından tesisi incelemiş ve alınan tedbirlerin standartların üzerinde olduğunu, tesisin Avrupa Birliği direktifleri ile tam bir uyum içinde olduğunu rapor etmiştir⁶¹.

2.3.3. Atık Yönetimi

Ovacık Altın Madeni'nde cevher işleme ünitesinden çıkan atıklar önce INCO SO₂/Hava kimyasal bozundurma ünitesinde siyanürler bozundurulmuş doğal bileşenlerine ayrılmakta; ardından, ferrik sülfat yöntemiyle, zaten cevherde önemsiz miktarlarda bulunan ağır metaller kararlı hale getirilerek, sulu ortamlarda çözünmeyecek bileşikler biçiminde, atık havuzunda depolanmaktadır. On iki aylık deneme üretimi sürecinde Sağlık Bakanlığınca yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler tesisin performansının çok iyi olduğunu göstermektedir (*Tablo 11*).

Dünya altın madenciliğinde, atık havuzlarında depolanan atıklar için siyanür limit değeri halen söz konusu değildir (*Tablo 11*). Kimyasal bozundurma sonrasında çıkan atık suların alıcı ortama (yüzey ve yeraltı suları) boşaltılmasında ise ülkeler farklı limit değerler uygulamaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yürütülen altın madenciliğinde siyanür kullanımına ilişkin bir çalışma sonucunda, atık havuzlarındaki atık suyun siyanür konsantrasyonunun 50 mg/L ve atık havuzundan alıcı ortama yapılacak deşarjlar için ise 0,5 mg/L olması uygun görülmüş olup halen tasarı üzerinde görüşmeler devam etmektedir⁶².

⁶¹ EUROMINES Ovacık Altın Madeni İnceleme Raporu, Ekim 2001.

⁶² International Cyanide Management Code for the Manufacture, Transport and Use of Cyanide in the Production of Gold, Şubat 2002, sf. 15.

TABLO 11. Alıcı ortama atık deşarjı dünya standartları ve Bergama-Ovacık Altın Madeni atık havuzuna deşarj değerleri karşılaştırması (mg/L)

	Ovacık Atığı			Dünya Standardı							
	Atık deşarjı ¹		Çevre Bakanlığı Taahhütname (Baraja)	Birleşmiş Milletler Çevre Programı ² (UNEP)		ABD ³		Kanada ⁴		Dünya Bankası ⁵	
	Baraja*	Çevreye		Baraja	Çevreye	Baraja	Çevreye	Baraja	Çevreye **	Baraja	Çevreye
Siyanür	0,14	DEŞARJ YOK	1	50***	0,5	LİMİT YOK	0,2	LİMİT YOK	2'ye kadar	LİMİT YOK	1
Arsenik	0,076		5				-		0,01-1		1
Antimon	Saptanamadı		5				-		-		-
Bakır	0,2		5				0,15		0,05-0,3		0,1
Civa	0,002		0,1				0,001		0,001		0,002
Çinko	saptanamadı		5				0,75		0,2-1		1
Kadmiyum	saptanamadı		1				0,05		0,01-0,1		0,1
Krom	saptanamadı		2				-		0,05-0,3		1
Kurşun	saptanamadı		2				0,3		0,05-0,2		0,6

Kaynak: 1) İzmir İl Sağlık Müdürlüğü Hıfzıssıhha Enstitüsü ölçüm sonuçları;

2) UNEP, 2002, International Cyanide Management Code.

3) US Environmental Protection Agency, 1998, Ore Mining and Dressing Point Source Category Effluent Limitations Guidelines, 40 CFR 440.

4) T. W. Higgs, 1995, Technical Guide for the Environmental Management of Cyanide in Mining.

5) World Bank, 1994, Environmental Health and Safety Guidelines, Mining and Milling-Open Pit.

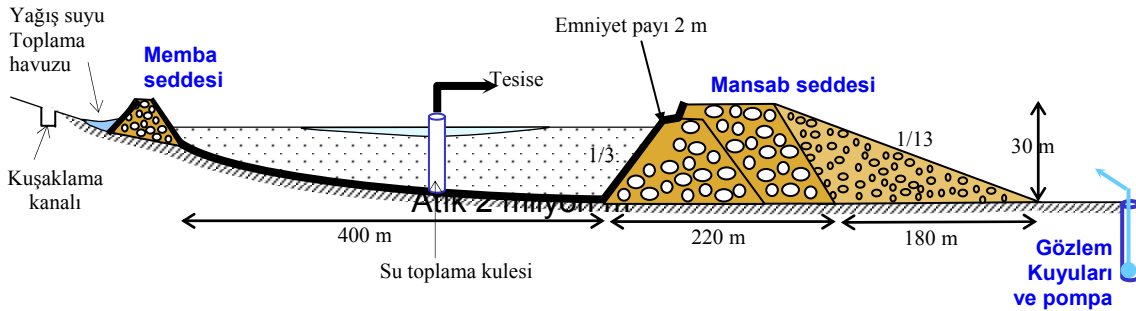
* Siyanür için Nisan 2002; diğerleri için Şubat 2002 ayı ölçüm sonuçları ortalaması

** Eyaletlere göre değişmektedir; en yüksek ve en düşük değerler alınmıştır,

*** Taslak halinde

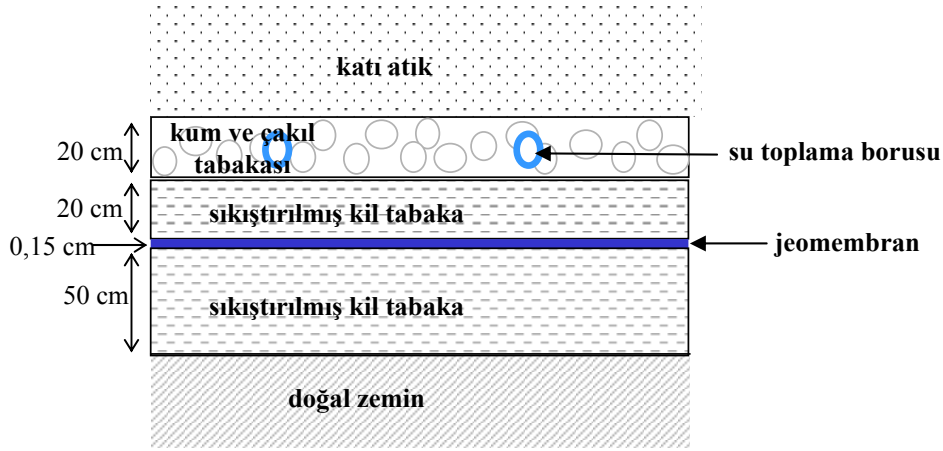
Ovacık Altın Madeni'nde arıtma ünitesinden çıkan atık su, uluslararası standartlara uygun olarak inşa edilmiş ve astarlanarak geçirimsiz hale getirilmiş atık havuzunda depolanmaktadır (Şekil 18). Bu atık havuzunun inşasına ilişkin süreç incelendiğinde, atık havuzu projesinin Afet İşleri Yönetmeliği 1. Derece deprem bölgesi inşaat şartlarına göre hazırlanmış, DSİ tarafından onaylanmış, inşaatın DSİ kontrolünde yapılmış ve inşaat tamamlandıktan sonra projeye uygunluğunun DSİ tarafından incelenerek rapor edilmiş olduğu görülmektedir.

ŞEKİL 18. Ovacık Altın Madeni atık havuzu şematik kesiti.



Atık havuzunun tüm iç yüzeyleri, uluslararası standartlara uygun olarak astarlanmış ve sızdırmazlık sağlanmıştır (Şekil 19). Kil-jeomembran-kil tabakalanması şeklindeki bileşik astar sisteminin geçirimsizliği 10^{-9} cm/sn dir.

ŞEKİL 19. Ovacık Altın Madeni atık havuzu bileşik astar sistemi



Şirket tarafından yaptırılan atık havuzu risk değerlendirme raporuna göre, atık havuzu, DSİ'nin büyük su barajları için kabul ettiği 0,2g yatay yer ivmesi katsayısının 3 katı olan ve 3000 yılda bir meydana gelebilecek 0,6g yer ivmesi değerindeki bir depreme dayanabilecek şekilde inşa edilmiştir⁶³. Yapılan stabilite analizleri sonucunda, deprem şartlarında atık havuzu güvenlik sayısının Türkiye'nin en büyük su barajları olan Atatürk ve Keban'ın iki katı kadar olduğu ortaya çıkmıştır⁶⁴ (Tablo 12). Bergama yöresinde şimdiye kadar ölçülmüş en şiddetli deprem olan 1939 Dikili-Bergama depreminin yatay yer ivmesinin ise kayada 0,14g ve zeminde 0,32g değerlerinde olduğu tahmin edilmektedir⁶⁵.

TABLO 12. Ovacık atık havuzunun su barajları ile karşılaştırılması

<i>Tesis Adı</i>	<i>Karşılaştırmada Kullanılan Güvenlik Sayısı</i>	<i>Tesis Güvenlik Sayısı*</i>
<i>Ovacık Atık Havuzu</i>	<i>1.10</i>	<i>2.23</i>
<i>Kestel (Bergama) Barajı</i>	<i>1.10</i>	<i>-</i>
<i>Atatürk Barajı</i>	<i>1.10</i>	<i>1.20</i>
<i>Keban Barajı</i>	<i>1.10</i>	<i>1.28</i>

*hesapla bulunan değer

Ovacık atık havuzu 1997 yılı sonunda inşa edilerek su beslenmeye başlanmıştır. İnşasından bu yana geçen beş yıla yakın zamanda gölet seddesinde hiçbir olumsuz durum meydana gelmemiştir.

⁶³ Golder Associates Ltd., Report on Probabilistic Risk Assessment Ovacık Mine Tailings Dam, Turkey, 1998.

⁶⁴ Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş., Ovacık Atık Deposu III. Aşama Dolgusu Yapımı ile İlgili Çalışmalar, 1999.

⁶⁵ Prof. Dr. Haluk Eyidoğan, Bergama Ovacık Altın Madeninin Baraj ve Tesis Alanının Deprem ve Mühendislik Sismolojisi Bakımından İncelenmesi, TÜBİTAK-YDABÇAG Ovacık Altın Madeni Raporu, Ek Rapor 9, 1999.

2.3.4. Yatak Karakterizasyonu (Asit Kaya Drenajı)

Bir madencilik faaliyetinin çevre üzerindeki en önemli olumsuz etkisi, işlenen cevherde bulunan ağır metallerin bünyelerindeki sülfürün oksidasyonu sonucu oluşabilecek asitli suların tedbirsizlik sonucu çevreye yayılmasıdır. Asit Kaya Drenajı olarak adlandırılan bu olay her maden işletmesinde oluşmaz. Bir maden işletmesinde asitli suların oluşması için aşağıdaki üç şartın birarada bulunması gereklidir⁶⁶:

- 1) Cevherin kükürt içeriğinin yüksek olması,
- 2) Cevherin havadaki oksijen ile temas etmesi,
- 3) Cevherin su ile temas etmesi.

Yukarıdaki şartlardan birinin olmaması halinde asit kaya drenajı oluşmaz.

Oluşan asitli suların çevrede ağır metal yayılımı oluşturabilmesi için de cevher bileşiminde ağır metal bulunması ve cevherin oluşan asiti tamponlama özelliğinin olmaması gerekmektedir. Dolayısıyla, düşük asit üretme ve yüksek nötralizasyon potansiyeli olan kayalar çevre için problem yaratmazlar.

Şirket raporlarına göre, bu hususlar dikkate alınarak Ovacık Altın Madeni'nde asit üretme ve tamponlama (nötürleştirme) potansiyelini araştırmak üzere araştırmalar yapılmıştır⁶⁷. Yapılan testler sonucunda, kayaların sülfür içermediği yüksek tamponlama kapasitesine sahip olduğu ortaya konmuştur (Tablo 13). Madendeki kayaların Net Nötürleştirme Potansiyeli (NNP=NP ve AP değerleri arasındaki fark) değerinin pozitif olması, malzemenin net bir asit tüketicisi olduğunu göstermektedir. Bu verilere göre, madenden üretilen kayalar asit üretme potansiyeline sahip değildir.

TABLO 13. Ovacık Altın Madeni asit üretme potansiyeli

Örnek	pH	AP*	NP*	NNP*	NP/AP*	S**(%)
99 adet örnek ortalaması	7.52	0.47	5.5	5.18	4.67	0.02

* 100 ton başına tCaCO₃ eşdeğeri olarak

** Sülfid mineralindeki S²⁻ olarak

AP- Asit Potansiyeli

NP- Nötralizasyon (Tamponlama) Potansiyeli

NNP- Net Nötralizasyon Potansiyeli

Ovacık Altın Madeni'nde cevher bileşimindeki ağır metal miktarlarının belirlenmesi amacıyla da çalışmalar yapıldığı⁶⁸ şirket tarafından rapor edilmiştir. Jeostatistiksel yöntemlerle bilgisayar ortamında değerlendirilen cevherdeki ağır metal düzeylerine ait analiz sonuçları Tablo 15'de ağırlıklı ortalama olarak verilmiştir.

Bu sonuçlara göre, Ovacık cevherinin ağır metal içeriği, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde⁴⁶ ve Avrupa Birliği mevzuatında⁴⁷ yer alan tarım arazilerine

⁶⁶ Environment Australia, Managing Sulphidic Mine Wastes and Acid Drainage, 1997.

⁶⁷ MAPTEK, Ovacık Altın Madeni Asit Potansiyeli Çalışmalarının Değerlendirilmesi, Eylül 1999.

⁶⁸ Ovacık Altın Madeni Cevherindeki Ağır Metal Dağılımının Değerlendirilmesi, MAPTEK, Ekim 2000

serilebilecek arıtma çamurunda izin verilen maksimum ağır metal değerlerinin hepsinden düşüktür (Tablo14).

TABLO 14. Cevherdeki ağır metallerin ağırlıklı ortalama değerleri ile toprak kirliliği değerlerinin karşılaştırılması (gram/ton)

Metal	Ovacık cevher			Tarımda kullanılacak arıtma çamurunda izin verilebilecek maksimum ağır metal miktarı	
	Cevher ağırlıklı ortalama ⁶⁹	Cevherden çözeltilmeye geçen miktar ⁷⁰	Arıtma sonrası ağır metal ölçüm sonuçları ⁷¹	Toprak Kirliliği Yönetmeliği ⁷²	Avrupa Birliği Direktifi ⁷³
Arsenik	160	4,16	<0,5	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
Antimon	68	0,64	<0,5	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
Bakır	28	0,75	0,39	1750	1750
Cıva	1.2	*	0,02	25	25
Çinko	27	9,6	<0,002	4000	4000
Kadmiyum	<1	*	<0,01	40	40
Kurşun	25	*	<0,05	1200	1200

* Proses suyunda Pb<0,05 ppm, Hg<0,01 ppm ve Cd<1 ppm ölçüldüğünden ihmal edilebilir miktardadır.

Kaldı ki, Ovacık Altın Madeni tesislerinin tasarım kriterleri belirlenirken laboratuvar şartlarında ağır metallerin siyanürlü suda çözünürlükleri denenmiş olup, çok küçük bir bölümünün proses suyuna geçtiği, büyük bölümünün ise suda çözünmeyip durağanlığını devam ettirdiği yapılan bu denemelerde anlaşılmıştır (Tablo 15).

Mayıs 2001'de başlayan deneme üretimi döneminde onbir ay boyunca, İzmir İl Sağlık Müdürlüğü tarafından arıtma tesis çıkışından ve atık havuzundan alınan atık su örneklerinde İzmir Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü Müdürlüğü'nde hergün siyanür, arsenik ve antimon ile periyodik olarak diğer ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçlarından, cevherden çözeltilmeye geçen ağır metal miktarlarının çok düşük olduğu (Tablo 15) görülmektedir. Cevherdeki ağır metal miktarlarının neredeyse tamamı arıtma tesisinde suda çözünmez formlar halinde sabitleştirildikten sonra atık su atık havuzuna verilmektedir.

Sonuç olarak, asit üretme potansiyeli bulunmaması ve cevherdeki ağır metal miktarının çok düşük seviyelerde olması nedeniyle Ovacık Altın Madeni'nden ağır metal yayılması yoluyla çevreyi kirlileme riski yoktur.

2.3.5. Rehabilitasyon

Modern madencilik yaklaşımı çerçevesinde maden sahası rehabilitasyonunun işletme ile birlikte başlaması gerekmektedir. İşletme öncesinde Çevre Bakanlığı'na sunulmuş

⁶⁹ MAPTEK, Ovacık Altın Madeni Cevherindeki Ağır Metal Dağılımının Değerlendirilmesi, Ekim 2000.

⁷⁰ INCO Exploration and Technical Services Inc., 1993, Laboratory Evaluation of the INCO SO₂/Air Cyanide Destruction Process for Slurry Treatment for Eurogold Madencilik A.Ş. Dikili Project.

⁷¹ Ovacık Altın Madeni Aylık Çevre Raporu Kasım-Aralık 2001.

⁷² Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete,10/12/2001, Sayı 24609.

⁷³ European Commission, 1986, Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture, OJ L181, 04/07/1986, s. 0006-0012

olan maden kapatma ve rehabilitasyon planı⁷⁴, Ovacık Altın Madeni'nde bu yaklaşıma dikkat edilmiş olduğunu göstermektedir.

Bu plana göre, maden işletme faaliyetleri tamamlandıktan sonra, maden sahası terk edilmeden önce Orman Genel Müdürlüğü ve DSİ ile yapılan sözleşmelere uygun olarak rehabilite edilecektir. Maden sahasında yapılan incelemelerde, tesis sahasında bulunan "bitki toprağı"nın, Çevre Bakanlığı Taahhütnamesi'ne uygun olarak tesis inşaatı başlamadan önce sıyrılarak rehabilitasyon projesinde kullanılmak üzere depolanmış ve korumaya alınmış olduğu gözlenmiştir.

Taahhütname şartlarına göre, madencilik faaliyetinin tamamlanmasından sonra cevher işleme tesisi sökülüp kaldırılacak ve inşaat sırasında sıyrılarak depolanan yüzeydeki toprak yeniden serilerek arazi eski verimine kavuşturulacaktır. Madendeki faaliyetlerin tamamlanmasından sonra, su ve atık madde boruları sökülerek maden sahasında uzaklaştırılacaktır. Açık ocak, buradaki faaliyetlerin bitmesinden sonra yeniden düzenlenerek yeşillendirilecektir. Maden sahasında yapılan incelemelerde, açık ocak üst basamağında çeşitli türden ağaç fidanlarıyla deneme dikimi yapılmış olduğu gözlenmiştir.

Maden işletmesine son verildikten sonra, atık havuzunun üzeri İzleme-Denetleme Komisyonu gözetiminde DSİ Genel Müdürlüğü ile yapılan teknik şartnameye uygun olarak kapatılacaktır. Madende faaliyetin durmasından sonra atık havuzundaki atıkların susuzlaştırma işlemi, su seviyesi sıfıra ininceye kadar sürdürülecektir. Havuzdaki atığın alt seviyelerinden drenaj borularıyla toplanan su, su toplama kulesi yoluyla havuz yüzeyinde düzenlenmiş bir alana geri pompalanacak ve buharlaştırılacaktır. Atık havuzu, tamamen kurutulduktan sonra kaya dolgu malzemesi ve nebati toprak ile örtülecek ve yeniden ağaçlandırılacaktır.

Maden kapatma planına göre, maden faaliyetinin sona ermesinden sonra, atık göleti yüzeyinin bir ya da iki yıl gibi kısa bir sürede kuruyacağı ve bu nedenle de atık maddelerin kapladığı alan yüzeyinin rehabilite edilerek tekrar kullanılabilir hale gelebileceği tasarlanmaktadır. Atık maddelerin yüzeyinin nisbeten düz olması bu alanı çayır hatta tarla olarak kullanmaya elverişli hale getirmektedir. Yaklaşık 15 hektarlık bir alan bu amaçla kullanılabilir.

2.3.6. İşletme Sonrası Kontrol

Şirket tarafından Çevre Bakanlığı'na verilen Taahhütname'ye göre, maden sahası, işletme faaliyetlerinin bitiminden itibaren en az 10 yıl süreyle izlenecektir. İdari otoriteler tarafından gerekli görülmesi halinde bu süre uzatılabilecektir. Şirketin sorumluluğu, ancak, Çevre Bakanlığı tarafından mahallinde yapılacak tetkikler sonucunda;

- Taahhütnamede yer alan hususlara uyulduğunun ve gerekli işlemlerin tamamlandığının,
- 10 yıllık izleme süresinin sonunda alınan su numunelerine göre yeraltısuyunda herhangi bir kirlenmeye rastlanmadığının,
- Türk mevzuatına göre madencilik faaliyetleri ile ilgili diğer terk hükümlerinin tamamen yerine getirildiğinin

⁷⁴ Eurogold Madencilik A.Ş., Ovacık Altın Madeni Maden Kapatma ve Rehabilitasyon Kavramsal Planı, Ocak 2000.

anlaşılması halinde sona erecektir. Ancak Bakanlık, gerek görmesi halinde süreyi dilediği kadar uzatma hakkına sahiptir.

2.3.7. Risk Değerlendirmesi

Ovacık Altın Madeni'ndeki olası risk faktörlerinin değerlendirilmesi amacıyla Normandy Madencilik A.Ş. tarafından Golder Associates (İngiltere) şirketine, birisi atık havuzu⁷⁵ ve diğeri tesiste kullanılan siyanürle⁷⁶ ilgili olmak üzere iki adet risk değerlendirmesi yaptırılmıştır.

Atık havuzuna ilişkin risk değerlendirmesinde, ICOLD (Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu) su barajları kaza raporunda kaydedilmiş olan dünyadaki baraj yıkılması nedenleri Ovacık atık havuzunun mevcut durumuyla karşılaştırılmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda "**Yüksek dereceli bir güvenilirlikle Ovacık'taki Atık Yönetimi Tesisinin yarattığı riskin ihmal edilebilir düzeyde olduğu**" sonucuna varılmıştır.

Ovacık Altın Madeni siyanür çevrimi risk değerlendirmesi raporunda ise 0.6g şiddetindeki bir depremin meydana gelmesi durumunda, kimyasal taşıyan ünitelerde meydana gelecek hasar sonucunda tesiste oluşacak HCN konsantrasyonları incelenmiştir. Bu, 3000 senede bir olası olan en kötümser senaryolar kapsamında, olasılık hesaplarına dayalı risk değerlendirmesi sonucunda "**Ovacık'taki altın kazanım prosesinde siyanür kullanımının yarattığı riskin ihmal edilebilir düzeyde olduğu sonucuna kesin bir şekilde varılabilir**" denmektedir.

2.4. Türkiye'de Siyanür Kullanımı

Ülkemizde, madencilik sektöründe kullanılan sodyum siyanür ithalatı son yıllarda ortalama 2000 ton civarındadır⁷⁷ (Tablo 15). Ovacık Altın Madeni'nde ise, 12 aylık deneme üretimi verilerine göre, bu miktarın yaklaşık yirmide biri olan 120 ton sodyum siyanür kullanıldığı anlaşılmaktadır. Öte yandan, plastik ve tekstil sektörleri başta olmak üzere çeşitli imalat sanayilerinde kullanılan bir diğer siyanür bileşiği akrilonitril (vinil siyanür) ithalatı ise 176 bin tondur (Tablo 15). Ayrıca, İzmir-Aliağa Petkim tesislerinde yılda 90 bin ton akrilonitril üretilmekte⁷⁸ ve yurtiçi sanayi kullanımına arz edilmektedir. Böylece, ülkemizde 2000 yılında kullanılan çeşitli siyanür bileşiklerinin toplamı yaklaşık 260 bin tondur. Petkim, akrilonitril yurtiçi talebinin 2010 yılında 350 bin tona yükseleceğini tahmin etmektedir⁷⁶.

⁷⁵ Golder Associates Ltd., Report on Probabilistic Risk Assessment Ovacık Mine Tailings Dam, Turkey, 1998.

⁷⁶ Golder Associates Ltd., Report on Probabilistic Risk Assessment Ovacık Mine Cyanide Cycle, Turkey, 1998.

⁷⁷ Devlet İstatistik Enstitüsü, Ekim 2001 verileri.

⁷⁸ Petrokimya Holding A.Ş. 2001 Faaliyet Raporu.

TABLO 15. Türkiye siyanür bileşikleri ithalatı ve tüketimi (Ton)

Madde	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Metalik Siyanür Bileşikleri	İthalat						
Sodyum siyanür, oksisyanür**	1789	1151	2314	2237	1993	2641	1231
Potasyum siyanür	2	6	22	23	29	33	36
Çinko siyanür	4	9	4	8	5	2	6
Bakır siyanür	31	57	49	72	67	28	71
Kadmiyum, kalsiyum siyanür				100			0,5
Diğer siyanürler				2	11	1	12
Saf kompleks civa siyanür	-	-	3	3			
Saf olmayan kompleks civa siyanür	-	-	6	-			
Sodyum ferrosiyanoür	80	86	40	108	67	0,2	
Potasyum ferrosiyanoür ve ferrisiyanür	5	3	3	18	5	3	3
Diğer kompleks siyanürler	-	1	-	17	4	7	1,5
Toplam	1911	1315	2441	2588	2184	2715	1361
Organik Siyanür Bileşikleri							
Akrilonitril, asetonitril	193	139	103.000	133.000	113.000	136.000	176.000
Nitril grubu siyanür bileşikleri							102
Toplam İthalat							176.102
Petkim Üretimi							90.000
Toplam Tüketim							266.102

16 Kasım 1997 tarihli Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde 4000 civarında gıda katkı ve kontaminantının kullanım limitleri belirlenmiştir. Bu katkıları gıdanın doğal bileşiminde bulunmayan ve teknoloji gereği katılan kimyasallardır. Siyanür de hidrosiyanik asit olarak Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde yer almaktadır. Bu yönetmeliğe göre içme suyunda 0.05 mg/kg (0.05 ppm), meyva sularında 1mg/kg (1 ppm), sert çekirdekli meyva konservelerinde 5 mg/kg (5 ppm), nугatlar ve badem ezmelelerinde 50 mg/kg'a (50 ppm) kadar hidrosiyanik asit bulunmasına izin verilmektedir.⁷⁹

Risk değerlendirmesi sonucunda kabul edilebilir ve kontrol edilebilir bir risk taşıdığı belirlenen bir kimyasalın kaza sonucu zehirlenmeye neden olabilir korkusu ile gerekli koruyucu ve akılcı bilimsel önlemleri almak yerine, kullanılmasının yasaklanması benimsense idi bugün kullandığımız ilaç, tarım ilacı ve endüstriyel kimyasalların önemli bir bölümünü kullanmamamız gerekirdi. O halde günlük yaşantımızda önemli olan risk almamak değil, kabul edilebilir sınırlar içerisinde risk almaktır.

Ülkemizde, altın madenciliğinde siyanür bileşiklerinin kullanılmasına bağlı olarak en kötü ihtimaller gerçekte olduğu takdirde gerek solunum yolu gerekse ağız yolu ile siyanür bileşiklerinin alınması sonucunda oluşabilecek riskler bir sayısal risk değerlendirmesi ile ortaya konmuştur⁸⁰:

"70 kg vücut ağırlığında bir yetişkinin gün boyunca 0,25 mg/l siyanür miktarını içeren sudan 2 litre içtiği takdirde vücuda alınan serbest siyanür miktarı 0.0071

⁷⁹ Prof. Dr. Ali Esat Karakaya, 1997, Kimyasal Bileşiklerin Toksikolojik Risk Değerlendirmesi, Altın Madenciliğinde Siyanür Kullanımı Panel Notlar, 2. Ulusal Toksikoloji Kongresi, 3-6 Nisan 1997, Antalya, Sayfa 1.

⁸⁰ Prof. Dr. Sema Burgaz, Kimyasal Bileşiklerin Toksikolojik Risk Değerlendirmesi, 2. Ulusal Toksikoloji Kongresi, 1997.

mg/kg/gün'dür. Hesaplanan bu miktar; serbest siyanürler için insanlardaki Referans Dozdan (RfD) 11 kere daha düşüktür. Tehlike indeksi (HI) değeri 1'den küçük olduğu için advers sağlık etkisi oluşma riski minimumdur. Maden bölgesi yakınındaki yüzey sularında tespit edilen bu siyanür düzeyi (0.25ppm); serbest siyanürler için Amerika Çevre Koruma Kurumu (EPA) içme suyu eşdeğer düzeyi (DWEL) 0.7 mg/l 'den yaklaşık 3 kat düşüktür."

En kötü olasılık senaryolarının gerçekleşmesi durumunda en hassas bireyin (çocuk) karşı karşıya kalacağı riskleri inceleyen bu sayısal risk değerlendirmesinin sonuçlarına göre, altın madenciliğinde siyanür kullanımının insan sağlığı ve çevre güvenliği üzerinde herhangi bir toksik etki göstermesi beklenemez.

3. TÜRKİYE'DE ALTIN ÜRETİMİNDE UYGULANAN YASA VE YÖNETMELİKLER

3.1. Yürürlükteki Yönetmelikler

Altın madenciliği faaliyeti sırasında insan sağlığı ve çevre güvenliği açısından dikkat edilmesi gereken standartları belirleyen altın madenciliğine özgü mevzuat henüz yoktur. Ancak, su, toprak, hava ve doğal yaşamın korunmasına ait aşağıdaki genel yönetmeliklere uyulmaktadır:

- ÇED Yönetmeliği (07.02.1993 tarih ve 21489 sayılı Resmi Gazete)
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (27.08.1995 tarih ve 22387 sayılı Resmi Gazete)
- Katı Atıkların kontrolü Yönetmeliği (14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete)
- Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (02.11. 1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazete)
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (04.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete)
- Toprak Kirliliğinin Köntrolü Yönetmeliği (10.12.2001 tarih ve 24609 sayılı Resmi Gazete)
- Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği (11.07.1993 tarih ve 21634 sayılı Resmi Gazete)
- Gayri Sıhhi Müesseseler Yönetmeliği (26.09.1995 tarih ve 22416 sayılı Resmi Gazete)
- Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği (11.12.1986 tarih ve 19308 sayılı Resmi Gazete)
- Tarım Alanlarının Tarım Dışı Gaye İle Kullanılmasına Dair Yönetmelik (11.03.1989 tarih ve 20105 sayılı Resmi Gazete)
- 4086 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Araştırılması Hakkında Kanun
- 4342 Sayılı Mera Kanunu
- 2863 Sayılı Tabiat ve Kültür Varlıklarını Koruma Kanunu
- Parlayıcı Patlayıcı Tehlikeli ve zararlı Maddelerel Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Tüzüğü (24.12.1973 tarih ve 14752 sayılı Resmi Gazete)
- Patlayıcı Maddeler Tüzüğü (23.05.2001 tarih ve 24410 sayılı Resmi Gazete)

Şirket raporları ve belgelerine göre, Ovacık Altın Madeni'nde gerek izin döneminde gerekse madencilik faaliyeti sırasında yukarıdaki mevzuatta belirtilen hususlara uyulduğu anlaşılmaktadır. İnsan sağlığı ve çevre güvenliği açısından önem taşıyan yönetmeliklerde yer alan temel hususlar ve bu kapsamda Ovacık Altın Madeni'nde uyulan çevre standartları Tablo 17'de verilmiştir.

TABLO 17. Yönetmelikler kapsamında Ovacık Altın Madeni projesinde uyulan çevre standartları

İLGİLİ YÖNETMELİK	YÖNETMELİK KRİTERİ	OVACIK TESİSİNDE UYGULAMA
Su Kirliliği Kontrolü <i>Resmi Gazete, 19919, 4/9/1988</i>	Maden sanayi atık sularının alıcı ortama deşarjı Toplam Siyanür 0.1 mg/l	Alıcı ortama deşarj yok
Hava Kalitesinin Korunması <i>Resmi Gazete, 19269, 2/11/1986</i>	<ul style="list-style-type: none">Havada asılı partikül maddeler Kısa Vadeli Standart 0.3 mg/m³ Uzun Vadeli Standart 0.15 mg/m³Çöken tozlar Kısa Vadeli Standart 0.65 g/m²/gün Uzun Vadeli Standart 0.35 g/m²/gün	Çevre Bakanlığı'na verilen taahhünameye göre <ul style="list-style-type: none">Açık ocak ve yollar, sürekli islatılarakTesise yaş toz tutma üniteleri yerleştirilerek yönetmelik limitlerinin altında çalışılmaktadır.
Toprak Kirliliğinin Kontrolü <i>Resmi Gazete, 24609, 10/12/2001</i>	Yönetmelikte belirtilen ağır metal standartlarını sağlayan arıtma çamuru tarım arazisine serilebilir	Yönetmelik standartlarını sağladığı halde (Bkz. Tablo 14) Çevreye deşarj yok
Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler <i>Resmi Gazete, 14752, 24/12/1973</i>	Çalışma ortamında 8 saatlik işgünü boyunca işyerinde havada HCN konsantrasyonu 11 mg/m³ (10 ppm)	Maden alanı sınırlarında tahmini HCN konsantrasyonu Ölçüm sonuçlarına göre "sıfır" seviyesinde
Tehlikeli Kimyasal Maddeler <i>Resmi Gazete, 21634, 11/7/1993</i>	<ul style="list-style-type: none">EtiketlemeAmbalajlamaTaşımaDepolama İlgili mevzuat hükümlerine göre yapılacaktır.	Uluslararası standartlara göre yapılmaktadır <ul style="list-style-type: none">Sodyum siyanür briketler halinde, tozlanmadan ve nemlenmeden korunacak biçimde özel plastik torbalara, onlar da tahta sandık içerisine konularak mühürlenir ve etiketlenir.Tesise 20 tonluk konteynerler içinde taşınmaktadır.Kuru ve havalandırılmalı depoda, zeminle temas etmeksizin korunmaktadır.

Çevre mevzuatında yer almayan ve önem verilmesi gereken özel konular için, Ovacık Altın Madeni'nde uygulandığı gibi, Çevre Bakanlığı'na bir taahhüname verilmektedir. Ovacık Altın Madeni'nde işletme öncesinde, işletme sırasında ve işletme sonrasında uyulacak hususları belirten Taahhüname⁸¹, şirket tarafından, 1994 yılında Bakanlığa verilmiş ve izinlerin yenilenmesi aşamasında 2001 yılında revize edilmiştir⁸². Bu Taahhüname'de uyulması şart koşulan hususlar Tablo 18'de gösterilmiştir.

TABLO 18. Ovacık Altın Madeni Çevre Bakanlığı Taahhünamesi'nin kapsamı

İŞLETME ÖNCESİ	İŞLETME DÖNEMİ	İŞLETME SONRASI
İlgili Kuruluşlardan İzin Alınması Çalışanların Sağlığı Yönetim Planları İzleme Kuyularının İnşaatı ve Mevcut Yeraltı Suyu Kalitesinin Belirlenmesi Sigorta Rehabilitasyon Teminatı İzleme-Denetleme Komisyonu	Toz ve Gaz Emisyonlarının Kontrolü: Toz Kontrolü Hidrojen Siyanür (HCN) Gazı Kontrolü Gürültü Kontrolü Kimyasal Maddelerin İthali, Taşınması, Depolanması ve Kullanılması Patlatma Tesis Atıkları Atık Depolama Yeraltı Sularının İzlenmesi Yeraltı İşletmesinden Su Geliri Meteorolojik Ölçümler İzleme ve Rapor Verme	İslah ve Düzenleme Çalışanların Sağlık Taraması İzleme ve Rapor Verme Firma Sorumluluğunun Sona Ermesi

⁸¹ T.C. Çevre Bakanlığı, İzmir İli, Bergama İlçesi, Ovacık-Çamköy Altın Madenlerinin Çıkarılması ve İşletilmesi ile İlgili Taahhüname, 18.09.1994.

⁸² Eurogold Madencilik A.Ş. Ovacık Altın Madeni'nin İşletilmesi Sırasında Etkin Çevresel Risk Yönetimi İçin Taahhütler, Mart 2001.