

DERLEME

ALTIN MADENİ İŞLETMESİNİN ÇEVRE VE HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN YARATTIĞI YIKIMI NEDEN TAM OLARAK ORTAYA KOYAMIYORUZ? POLİTİK, FİNANSAL VE YÖNTEMSEL SORUNLAR

Zeliha Aslı ÖCEK*, Ali Osman KARABABA**

GİRİŞ

Altının insanlar tarafından kullanımı yaklaşık 2000 yıllık bir geçmişe sahiptir (Korte, 2000). Bu uzun yıllar boyunca insanların altına verdikleri değer neredeyse hiç azalmamış, altın elde etmek için başvurdukları yöntemler ise tamamen değişmiştir. Dere kenarında elek ve elinde kazma ve kürekle maden arama yöntemi artık sadece Western filmlerinde kalmıştır. Çünkü 100 yıl öncesinin dev altın külçeleri ve zengin altın damarları çoktan çıkartılmış, geriye tonlarca kaya ile örtülüp çok ufak parçacıklar halinde altın cevherleri kalmıştır (Boulanger, 2004). Bugün altın madenciliği bu çok ufak parçacıklar halindeki cevherleri elde etmek için yüzlerce ton kayanın hareket ettirildiği ve işlendiği, makine ve kimya yoğunluklu bir etkinlik haline gelmiştir (Fields, 2001).

Madencilik şirketlerine bütün bir dağ yıkarak parçalara ayırıp içinden küçük bir parça altın elde etme olanağını siyanür sağlamaktadır. Çok düşük düzeyde altın içeren cevherlerden çok yüksek karlar elde edilmesine olanak veren 'siyanür yıgın liçi yöntemi' son 20 yıldır özellikle büyük madencilik şirketleri tarafından çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu büyük şirketler genellikle üretim maliyetinin düşük, yasal standartların ve denetimin yetersiz olduğu yoksul ülkelerde faaliyet göstermekte, bir kere el atılan bir bölge sürekli olarak yeni girişimlerin hedefi haline gelmektedir (Korte, 2002). En ekonomik yolla nasıl altın elde edebileceğini yönelik araştırmalara milyonlarca dolar harcayan madencilik endüstrisi, kırıdığı, parçalara ayırdığı, kimyasallarla kirlettiği yeryüzünü bir daha nasıl eski haline

getireceği konusunda ise pek aşama kaydetmemiştir. Şirketler, kapatılmış madenlerin rehabilitasyonu bir yana, madenler aktif iken ortaya çıkan çevre etkilerinin bile maliyetini ödemekten kaçmakta ve kendilerini iflas etmiş olarak göstermektedir (MEIC, 2008).

Günümüzün endüstriyel ölçekli altın madenciliği, özellikle de siyanür yıgın liçi yöntemi geçmişte kullanılmış veya halen küçük ölçekli işletmelerde kullanılmakta olan yöntemlerle karşılaştırıldığında çok daha ciddi bir çevresel yıkıma neden olmaktadır. Üstelik görece yeni bir geçmişe sahip olan siyanürleme yönteminin etkilerini bugünden bile bilmek ve tam olarak ortaya koymak çok güçtür (Boulanger, 2004). Bu etkilerin ortaya çıkması için henüz yeterli zaman geçmemiş olmasının yanı sıra, maden şirketleri neden oldukları yıkımın ört bas edilmesi için ellerindeki tüm silahları kullanmaktadır. Toplumun büyük bölümünün siyanür kullanılarak gerçekleştirilen altın madeni işletmeciliğinin etkilerinin farkında olmadığı, madencilikten daha çok kırsal alanda, mahrumiyet bölgelerinde yaşayan toplulukların doğrudan etkilediği bildirilmektedir. Bu durumda yaşadığı bölge tahrip edilen halk genellikle bunun farkına varamamakta ya da aileleri ve komşuları hastalandıktan sonra durumu algılayabilmekte, farkında olsa da yürüttüğü mücadele bir sonuca ulaşamamaktadır. Bu sorunun boyutu madencilik sektörünün çok büyük bir politik güce sahip olması ve hükümetleri de yanına almasıyla hatta yasaları istediği gibi değiştirebilmesiyle birlikte daha da büyümektedir. Sonuç olarak, siyanürle altın elde etme işlemine küresel düzeyde yeterince tepki gösterilmemektedir (Korte, 2000). Oysa altın madenciliğinin etkileri hakkında konuşmak, aynı zamanda insan hakları hakkında, su kaynaklarının temizliği ve gıda güvenliği hakkında da tartışmak demektir (Boulanger, 2004).

* Yrd.Doç.Dr., Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD

** Prof.Dr., Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD

Siyanürlü madencilik Avrupa Birliği ülkelerinde yasaklanmıştır (Kovac, 2000a). Fakat ülkemizde 1990'lı yılların başından bu yana bilim insanlarının ve halkın birlikte yürüttükleri mücadeleye ve gerek kendi mahkemelerimizde gerekse Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'nde verilen siyanürlü altın madeni işletmeciliğinin çevreye ve insan sağlığına zararlı olduğu yönündeki karara rağmen maden şirketleri siyanürle ve diğer kimyasallarla çevreyi kirletmeye devam etmektedir. Bu yazıda siyanür kullanılarak gerçekleştirilen altın madeni işletmeciliğinin maden şirketlerinin iddia ettiği gibi gerçekten de risksiz olup olmadığı tartışılmış, bugüne kadar ortaya konmuş veya gelecekte gerçekleşme olasılığı bulunan çevre ve sağlık zararları hakkındaki bilgiler derlenmiştir. Altın madenciliğinin çevre üzerindeki etkileri hakkındaki bilgiler sağlık etkileri hakkındaki bilgilere göre daha zengindir. Fakat bu durum madenciliğin halk sağlığı açısından risksiz olduğu anlamına gelmemektedir. Bu nedenle yazının son bölümünde altın madenciliğinin sağlık etkilerinin tam olarak ortaya konmasında karşılaşılan, maruziyetin özelliğinden kaynaklı yöntemsel sorunlar ortaya konmaya ve riskin tam olarak kanıtlanamamasının "risk yoktur" olarak yorumlanamayacağı açıklanmaya çalışılmıştır.

SİYANÜRLÜ ALTIN MADENİ İŞLETMECİLİĞİ NASIL YAPILYOR?

Ekonomik olarak işlenebilir bir madenin varlığı belirlendikten sonra, madenin çıkarılacağı alanda ilk yapılan işlem sıyırma işlemidir. Bu işlem tüm yeşil örtünün yok edilmesi, yöredeki ekosistemin yıkıma uğratılması demektir. İçine şehir kurulabilecek büyüklükte devasa çukurların kazılmasının ardından çıkartılan cevher çok sayıda futbol sahasını kapsayacak bir alanda yayılan onlarca metre yüksekliğindeki yığınlar halinde istiflenmektedir (Mineral Policy Center, 2000). İçinde cevher bulunmayan ve "pasa" adı verilen bu atık kitleleri asit-maden drenajı sonucunda içindeki ağır metallerin serbestleşmesiyle üzerine yığıldıkları toprağı ve yeraltı su kaynaklarını kirletmektedir. Cevherin bulunduğu katmanlara ulaşıldığında çıkarılan kaya ve toprak, içinden mikroskobik büyüklükteki altının elde edilebilmesi için, öğütülerek çok küçük taneciklere dönüştürülür ve "siyanür liçi" adı verilen işleme tabi tutulur. Siyanür liçi tank liçi ve yığın liçi olarak adlandırılan iki farklı teknikte uygulanır. Cevher, tank liçi yönteminde kapalı tanklar içinde, yığın liçi yönteminde ise toprak üzerine yayılan jeomembran adı verilen plastik örtü üzerine istiflenmiş yığınların yağmurlama sistemiyle siyanürle işleminden geçirilir. Bu işlem sırasında kullanılan sodyum siyanür, toprak içindeki altını topraktan ayırır. Ancak bunu yaparken aynı toprakta bulunan zararsız bileşikler halindeki arsenik, antimon, kadmiyum, kurşun, cıva, çinko gibi ağır metalleri de serbestleştirip zararlı elementel şekle dönüştürür. Sonraki aşamada sıvı fazdaki altın karbon adsorpsiyonu işlemiyle sıvının içinden alınır. Kalan atıklar (siyanür bileşikleri, ağır metaller vb.) atık baraj gölü içinde biriktirilir. Altın karbon üzerinden sıyırılır, dore haline getirilir ve rafineride saflaştırılıp kalıplanır ve kullanıma sunulur (Fields, 2001;

Boulanger, 2004; Mineral Policy Center, 2000; Logsdon, 2001, NMA, 2008). Korte, siyanür liçi ile altın elde edilmesinin tipik bir madencilik işlemi olarak değerlendirilmemesi gerektiğini, yapılanın kimyasal bir işlem olduğunu ve kimya endüstrisi için tanımlanan kurallar çerçevesinde uygulanması gerektiğini vurgulamıştır (Korte, 2000).

ALTIN MADENCİLİĞİ RISKSİZ Mİ? SİYANÜR MASUM OLABİLİR Mİ?

Son derecede güçlü bir ayrıştırıcı olan siyanür kimyasal madde pazarında çok önemli bir paya sahiptir. Kendine özgü kimyasal davranışlarının ve toksik özelliklerinin yanı sıra, olanak sağladığı yıkımın boyutu, ağır metal transportu ve biyoakümülyasyonu, toz ve hava kirliliği gibi sonuçlara yol açan etkileri ve geçmişte gerçekleşmiş olan ciddi kazalar dikkate alındığında siyanüre daha yakından bakmak gerektiği ortaya çıkmaktadır (Moran, 1998).

Bir karbon ve bir nitrojen atomundan oluşan CN kimyasal grubunu içeren farklı bileşikler siyanür olarak adlandırılır. Siyanür bileşikleri hem doğal olarak bulunan hem de yapay olarak geliştirilen kimyasallardan oluşur. Pek çok bitki, toprak bakterisi ve omurgasız organizma türü doğal olarak siyanür üretir (Moran, 1998). Ancak doğadaki bu üretim süreci endüstriyel amaçlı kullanım için yeterli değildir (Mineral Policy Center, 2000). Madencilikte genellikle sodyum siyanür (NaCN) kullanılır. Bu beyaz katı madde suda hemen çözünür ve birer sodyum iyonu (Na+) ve siyanür iyonu (CN-) verir. Siyanür iyonlarının bazıları daha sonra gaz halinde olan hidrojen siyanüre veya sıvı halinde olan hidrosiyanik asite dönüşür (Moran, 1998). Siyanür iyonu (CN-) ve hidrojen siyanür genellikle serbest siyanür olarak adlandırılır. Rensiz ve acı badem kokusunda olan hidrojen siyanür Naziler tarafından gaz odalarında kullanılmıştır. Açık hava siyanür göllerinin yüzeyinden yılda yaklaşık 20.000 ton hidrojen siyanürün buharlaştığı tahmin edilmektedir (Korte, 2000).

Siyanür kullanımını savunan endüstri sözcüleri hava ve ışık ile karşılaştığı zaman siyanürün çok kısa sürede parçalandığını oldukça sık vurgulamaktadır. Siyanürün kısa sürede parçalandığı doğrudur. Fakat bu siyanürün öyküsünün sadece bir bölümüdür. Serbest siyanür formları birkaç saat ile birkaç gün içinde temas ettikleri neredeyse her kimyasalla reaksiyona girer ve yüzlerce çeşit yeni bileşik oluşturur. Yani öykünün devamında balıklar ve suda yaşayan diğer canlılar açısından toksik olma potansiyeli taşıyan siyanür bileşikleri gelmektedir (Moran, 1998). Aşağıda siyanürün madencilikte en fazla rastlanan parçalanma ürünleri hakkında bilgi verilmiştir.

Basit Siyanür Bileşikleri: Siyanür ile sadece tek bir iyonun birleşmesiyle oluşan bu bileşiklerin arasında sodyum siyanür, potasyum siyanür ve kalsiyum siyanür yer alır. Basit siyanür bileşenlerinin çok büyük bölümü kolaylıkla çözünür (Moran, 1998).

Metal-Siyanür Kompleksleri: Metal-siyanür kompleksleri oluştuktan ve yüzeye yakın çevreye yayıldıktan sonra değişen hızlarda ayrışmaya, ardından da toprağa ve suya yayılmaya başlar. Parçalanmaya hazır olan kompleksler zayıf (zayıf asitte çözünür), parçalanmaya en dirençli olanlar ise güçlü kompleksler olarak adlandırılır. Çinko ve kadmiyum siyanürleri zayıf, bakır, nikel ve gümüş siyanürleri orta düzeyde güçlü siyanür komplekslerine örnek olarak gösterilebilir. Güçlü komplekslere gösterilebilecek örnekler ise demir, kobalt ve altın siyanürdür (toplam siyanür). Metal-siyanür komplekslerinin ayrışma hızı suyun sıcaklığından, pH düzeyinden, çözülen katıların toplamından ve kompleks konsantrasyonundan etkilenir. Bir kısmı güneş ışığı, atmosferik karbondioksit ve hava ile karşılaştığında hızla çözünür. Örneğin, madencilik atıklarında en yoğun bulunan kompleks tipi olan demirsiyanür güçlü asitlerin varlığında çözünmez, ama ışıkla karşılaştığında ayrışır ve siyanür iyonları serbest kalır. Bazı kompleksler katı ortamdaki sızıldığında, bazıları da rüzgarla, akıntılarla çalkalandığında veya bakteriler tarafından metabolize edildiğinde daha hızla çözünür. Siyanür kompleksleri nötral veya düşük pH ortamlarında daha hızlı ayrışır, ama bazıları on yıllarca kararlı kalabilir. Bir kobalt-nikel madeninde faaliyetlerin sona ermesinden 25 yıl sonra bile her bir kilogramında miligramlarca toplam siyanür içeren tortulara rastlanmıştır ve bu da demirsiyanür gibi metal-siyanür komplekslerinin varlığına işaret etmektedir (Moran, 1998). Romanya'da gerçekleşmiş olan Baia Mare kazasının ardından da dört hafta sonra bile Tisza nehrinin yüzlerce kilometrelik bölümlerinde toplam siyanür konsantrasyonunun yükseldiği saptanmıştır (Moran, 2001).

Siyanürle İlişkili Bileşikler: Madencilik sürecinde oluşan çözeltilerdeki siyanür, çeşitli toksik bileşikler oluşturmak üzere farklı reaksiyonlara girebilir. Bu bileşikler her ne kadar serbest siyanüre göre daha az olsa da toksik özelliktedir. Alkali siyanür çözeltileri, klor, hipoklorit, ozon ve hidrojen peroksit gibi oksidantlarla reaksiyona girdiğinde siyanat oluşur. Aslında, madencilik endüstrisi bu oksidantların büyük bölümünü atıklardaki siyanürü ayrıştırmak için kullanır ve bu işlem alkali klorlama olarak adlandırılır. Hipoklorit, alkali çözeltilerdeki siyanürle birleştiğinde daha sonra siyanata dönüşen bir ara toksik bileşen olan siyanojenklorür oluşur. Farklı mikroorganizma tiplerinin de siyanürü önce siyanata daha sonra karbondioksite dönüştürdüğü bilinmektedir. Alkali klorlama, kloramin veya klorlanmış amonyak bileşenlerinin oluşumuyla da sonuçlanabilir. Kloramin siyanüre göre daha az toksiktir, ama çevrede daha fazla miktarda bulunabilir. Serbest siyanür aynı zamanda sülfür ile reaksiyona girerek tiyosiyanat oluşturur. Siyanürle ilişkili bileşiklerin parçalanması genellikle yüksek konsantrasyonda nitrat ve/veya amonyak oluşumuyla da sonuçlanır (Moran, 1998).

Siyanürle altın elde eden işletmeler sıvı atıklarda bulunan siyanat ve tiyosiyanatın güneş ışığı, sıcaklık vb. değişen faktörlere bağlı olarak birkaç hafta ila bir ay stabil kalacağını iddia etmektedir. Oysa Plumlee ve arkadaşları siyanür kullanımından en az bir-iki yıl sonra çevrede

anamlı düzeyde tiyosiyanat konsantrasyonlarına rastlanmıştır. Göl ve nehirlerin kar ve buzla kaplandığı, güneş ışığının az, sıcaklığın düşük olduğu kış aylarında bu bileşikler çevrede daha uzun süre dayanabilmektedir. Sürekli yağışlı ve bulutlu bölgelerde ise siyanürün doğal bozulma hızı daha yavaş olabilmektedir (Moran, 2001).

Dünya Sağlık Örgütü'nün standartlarına göre içme suyunda bulunmasına izin verilen en yüksek siyanür konsantrasyonu 0.07 ppm'dir (DSÖ, 2006). Siyanür zehirlenmesi, soluma, yutma veya temas (cilt, göz) ile gerçekleşir. Uzun erimli olmayan düşük dozları detoksifiye edilebilse de, siyanürün çok dik bir doz-yanıt eğrisi vardır (Donato, 2007). Bir çay kaşığı %2'lik solüsyonunun veya 50-200 mg siyanür tuzunun ağızdan alımı veya havaya karışmış siyanürün 50-100 mg'ının solunması insanların ölümüne neden olur (Boulanger, 2004). Kronik maruziyet ise baş ağrısı, halsizlik, sersemlik, koku ve tat duygusunda değişiklik, boğazda irritasyon, iştah kaybı, isilik vb. semptomlara neden olur. Gana'da altın madenlerinin yakınında yaşayan topluluklarda bu tip akut sağlık etkilerine sık rastlandığı, yaşadıkları yer maden atıklar ile kontamine olmuş olan diğer toplumlarda da nedeni bilinmeyen ölümlerin gerçekleştiği bildirilmektedir (Obiri, 2006). Maden şirketlerinin sözcüleri siyanürün parçalanması sonucunda oluşan bileşiklerin sağlık sorunlarına veya çevresel zararlara neden olmadığını iddia etmektedir. Bu bileşiklerin bazıları gerçekten de serbest siyanüre göre daha az toksiktir. Fakat son çalışmalar işlemde geçirilmiş cevherlerdeki siyanürün büyük bölümünün toksik formlara dönüştüğünü siyanür bileşiklerinin bazı formlarının bitkilerde biriktiğini ve balıklarda kronik toksik etki gösterebileceğini kanıtlamıştır (Moran, 2001).

SORUN YARATAN TEK KİMYASAL MADDE SİYANÜR MÜ?

Altın madenlerinde büyük kaya parçaları buldukları yerden çıkartıldıktan sonra küçük kaya ve taşlara dönüştürülmek üzere parçalanır ve öğütülür. İstenen minerali içermeyen atık kayalar "pasa" olarak adlandırılır ve bulunduğu alan üzerinde çok yüksek bir basınç uygulayan yüzlerce metre yüksekliğindeki tepeler halinde yığılır. Maden cevherleri arsenik, asbest, krom gibi herhangi bir etken tarafından bozundurulmadığı sürece hareketsiz ve etkisiz olan yani yerin altında güvenli biçimde saklı kalan pek çok kimyasal madde içerir. Milyonlarca ton maden cevheri bulunduğu yerden çıkartıldıktan ve öğütme vb. madencilik işlemleri ile karşılaştıktan sonra hava, su ve toprak ile temas eden bu kimyasal maddeler ciddi bir tehdit oluşturmaya başlar (Korte, 2000; Occupational Disease Panel, 1994). Siyanürlü altın madenciliğinin yarattığı atıklarda bulunan maddeler oldukça karmaşık kimyasallardır. Bu kimyasalların arasında siyanür ve siyanürün parçalanması sonucunda oluşan bileşenler (serbest siyanür, metal siyanür kompleksleri, siyanatlar, tiyosiyanatlar, amonyak, organik siyanür bileşikleri, siyanojen, siyanojenklorür ve kloraminler), sayısız metal (örneğin, arsenik, kadmiyum, kobalt, krom,

bakır, demir, kurşun, manganez, nikel, selenyum, gümüş, cıva, molibden, vanadyum, çinko), iyonlar (sülfat, klorür, florür, nitrat, karbonat), organik bileşenler, asbest, silika, radyoaktif öğeler ve yüksek pH yer alır (Fields, 2001; Moran, 2001). Atıklarda bulunan kimyasalların büyük bölümünün, örneğin arsenik, krom, kadmiyum, krom, nikel, demir, sülfürikasit buharı, asbest ve silika, kanserojen etkisi kesin olarak gösterilmiştir. Kimyasalların kanser dışında obstrüktif solunum yolu hastalıkları, karaciğerde ve bağırsaklarda hasar vb sonuçlara neden olan pek çok akut ve kronik etkileri vardır (Occupational Disease Panel, 1994; Samet, 2002).

Altın madenlerinin yakınlarında yapılan ölçümlerde çevrenin ağır metallerle kirlendiğini gösteren çeşitli kanıtlar bulunmaktadır. Yüzeyselardan, topraktan, suda yaşayan bitki ve böceklerden, kara bitkilerinden, kuşlardan alınan örneklerde arsenik düzeyinin yükseldiği saptanmış (Eisler, 2004), şebeke sularındaki cıva düzeyinin artışının atık havuzlarıyla ilişkili olduğu, atık depo alanlarından gerçekleşen sızıntı ve taşmalar sonucunda suya ve toprağa kadmiyum karıştığı gösterilmiştir (Fields, 2001).

ASİT MADEN DRENAJI: İHMAL EDİLEBİLİR BİR RISK Mİ?

Madencilik endüstrisinin çevre açısından yarattığı en büyük tehlike olarak kabul edilen asit maden drenajı, atık kayaların içindeki sülfürün hava ve su ile temas ederek sülfürik aside dönüşmesi sonucunda gerçekleşir (Northwatch-UnderMining Superior, 2001). Suyun yeraltındaki maden tünelleri boyunca akması veya yağmur gibi yüzeyselardan atık kaya veya liç yığınlarından sızması sürekli olarak devam eden bir asit maden drenajına neden olur. Maden drenajının yarattığı tehlike sadece yüksek düzeydeki asitten kaynaklanmamaktadır; karşılaştığı cevherlerden söktüğü ağır metalleri de içeren bu drenaj yeryüzeyindeki suları ve nehir havzalarını kirlenmektedir. Örneğin ABD Montana'da Spirit dağındaki asit maden drenajı çevrede yaşayan yaklaşık 1000 kişiye su sağlayan akarsulara ve akifere (yeraltı suyunu tutan ve ileten kayaç ortam) kurşun, arsenik ve kadmiyum karışmasına neden olmuştur (Fields, 2001; Boulanger, 2004).

Altın-siyanür işleme sıvıları alkali düzeyde tutulduğu için madencilik şirketleri asit maden drenajı oluşma potansiyelini genellikle ihmal etmektedir. Fakat kullanılmış cevherlerde veya atıklarda yüksek konsantrasyonda sülfür bulunabildiği ve sülfürün tampon görevi gören bileşenler ve mineraller ile reaksiyona girerek asidik özellik kazanabileceği bildirilmektedir. Moran'a göre bu süreçlerin görünür hale gelmesi bazen on yıllar sürebilir ve standart jeokimyasal tahmin yöntemleri asit maden drenajının gerçekleşme olasılığını yeterince yansıtamamaktadır (Moran, 2001). Asit maden drenajında gerçekleşen kimyasal süreç bir kez başladıktan sonra yüz hatta bin yıllar boyunca devam eder (Northwatch, 2001). Uzun erimde asit maden drenajının siyanürden çok daha önemli bir sorunu oluşturacağı vurgulanmaktadır (Moran,

2001). Her ne kadar asit maden drenajını önleyecek ve çevreyi yeniden düzenleyecek yöntemler geliştirildiği ileri sürülse de Fields'e göre drenajın oluşmasını önlemek son derecede güçtür, bir kere oluştuktan sonra durdurabilme olasılığı ise çok düşüktür. Drenajın verdiği zararı düzeltmeye yönelik yöntemler de çok pahalıdır. Üstelik bu yüksek maliyet genellikle madencilik şirketleri tarafından değil, vergi yükümlüleri tarafından karşılanmaktadır. Diğer yandan bu yöntemlerin etkinliklerinin gerçek yaşamda test edilmediği belirtilmektedir (Fields, 2001).

ATIK YÖNETİMİ NE KADAR ETKİLİ?

Altın madenciliğinde atık yönetimi için kullanılan tekniklerin diğer madencilik alanlarında kullanılan tekniklere çok benzediği, fakat bu tekniklerin altın madenciliğine uyarlanmasının özellikle de atık havuzlarında sızdırmanın en düşük düzeye indirilmesinde kullanılan teknolojinin henüz çok kısa bir geçmişe sahip olduğu ve etkinliğinin kanıtlanmadığı bildirilmektedir (Fields, 2001).

Atık havuzlarından sızma ve taşkınlar

Atık havuzlarının jeomembranlarla kaplı olduğunu ve bağımsız danışmanlar tarafından yapılmış olan son derecede muhafazakar varsayımlara göre tasarlandığını açıklayan madencilik endüstrisine göre, modern atık tesislerinden çevreye "sıfır deşarj" olmakta, yani hiçbir sızıntı gerçekleşmemektedir. Diğer yandan Fields ve Moran'ın dikkat çektiği noktalar, maden şirketleri tarafından özellikle de izin alma aşamasında kamuoyuna oldukça sık yapılan bu tip açıklamaların doğruluğunun sorgulanması gerektiğini göstermektedir (Fields, 2001; Moran, 2002).

Jeomembran, kilden oluşturulan zemin üzerinde oturan plastik bir tabakadır. Bu tabaka hazırlanırken plastik levhalar yuvarlanır ve sıcakla veya kimyasal yolla kaynak yapılarak birbirlerine bağlanır. Kurulum aşamasında kaynak yerleri birbirlerine çok iyi bağlanmazsa veya levhalar herhangi bir miktarda delinirse membran zayıflar. Jeomembranların dayanma süresi ile ilgili ciddi şüpheler vardır. Örneğin Montana bu konudaki şüphelerini "Evet membranlar belki 20 hatta 30 yıl boyunca yırtılmayacaktır, fakat plastik materyallerin hiçbiri 100 yıl boyunca dayanamaz, 50 yıl bile dayanacakları kuşkuludur, beş yüzyıl boyunca dayanmayacakları ise kesindir." sözleriyle ifade etmiştir (Fields, 2001). Yapıları bozulmasa bile bütün jeomembranların belli bir düzeyde sızdırdığı, eğer membran doğru bir şekilde yerleştirilmediyse sızıntının çok daha fazla olduğu belirtilmektedir. Ayrıca jeomembranların yerleştirilmesi için kullanılan ağır mekanik ekipmanların da membranda delinmelere neden olabileceği vurgulanmaktadır. Sızıntı sorununun ortaya çıkma olasılığının maden kapatıldıktan ve işletmeciler ortadan kaybolduktan sonra daha yüksek, buna karşın çözümlenme olasılığının da çok daha düşük olduğu bildirilmektedir (Moran, 2002).

Sızıntılar çevreye önemli düzeyde zarar vermektedir, ancak bundan daha kötüsü atık havuzlarının çökmesi sonucunda meydana gelmektedir (Fields, 2001). Tasarım aşamasında işletmecilerin iddia ettiği gibi muhafazakar su-denge tahminlerinin kullanılmadığı yaşanan çok sayıda kazada görülmüştür. Maden işletmecilerinin kazaların beklenmedik miktardaki yağışlara bağlı olduğunu iddia etmeleri ise maksimum yağış hacmini tahmin edemediklerini göstermektedir (Moran, 2001). Madencilik sektörünün bir diğer iddiası atık havuzlarının daha sonra kurutulmuş zararsız hale getirilebileceğidir. Fakat kurutulmuş olsa bile bu atık alanlarının çevresel zararlar özellikle de tehlikeli tozlar yaymaya devam edecekleri, yağın yağmurların metal siyanür kompleksleriyle birleşebileceği, havuzlardan sızabileceği ve yeraltı veya yeryüzü suyuna karışabileceği bildirilmektedir (Fields, 2001).

Atıkların nehirlere ve denizlere boşaltılması

Madencilik işletmeleri, özellikle nemli iklimlerde, bazen atık depolama işini tamamen bir tarafa bırakmakta ve atıklarını doğrudan nehirlere veya okyanuslara boşaltmaktadır. Geçmişte Kuzey Amerika'da oldukça sık gerçekleştirilen bu uygulama daha sonra ABD ve Kanada'da kesin olarak yasaklanmıştır. Buna karşın Kuzey Amerika şirketleri Papua Yeni Gine, Filipinler, Endonezya gibi üçüncü dünya ülkelerinde atıklarını nehir ve denizlere boşaltmaya devam etmektedir. Papua Yeni Gine'de madencilik şirketlerinin faaliyet gösterdiği bölgelerin aşırı düzeyde yağış aldığı ve çok yüksek deprem riski taşıdığı bildirilmektedir. Bu özellikler aslında bölgede siyanürlü altın madeni işletmeciliğinin kesinlikle yapılmaması gerektiğini göstermektedir. Fakat şirketler aynı özellikleri gerekçe göstererek atık havuzlarının yıkılma olasılığının çok yüksek olduğunu ve bu nedenle atıkları nehirlere ve okyanuslara boşaltmanın çok daha güvenli olduğunu savunabilmektedir. Atıkların nehirlere dökülmesinin sonucu ise balıkların bir bölümünün ölümü, hayatta kalabilenlerde ise ağır metallerin ve diğer toksik maddelerin birikimi ve bu balıkları tüketen kişilerin çeşitli sağlık riskleri ile karşı karşıya kalmasıdır. Atıkların döküldüğü nehirlerin bazılarının içme suyu kaynağı olması insanları çok daha doğrudan bir tehdit ile karşı karşıya bırakmaktadır (Fields, 2001).

Papua Yeni Gine'de faaliyet gösteren Placer Dome Misima Madencilik şirketi atıklarını borularla okyanus yüzeyinin bin metre altına göndermektedir. Fakat sistem mükemmel çalışsa bile (bu çok ender gerçekleşmektedir) atıkların okyanusa boşaltılmasının önemli düzeyde çevresel zarar potansiyeli taşıdığı konusunda ciddi uyarılar yapılmaktadır. Mekanik aletlerin bozulabileceği vurgulanmakta, örnek olarak da 1997 yılında denizin 55 metre altında kırılan ve çevreyi tehdit etmeye halen devam eden Placer Dome Misima'nın borusu gösterilmektedir. Atıkların siyanür düzeyinin çok yüksek olduğu ve deniz kenarındaki bir karıştırma tankında deniz suyu ile yedi kat seyreltildikten sonra bile, denizde 1200x530 metrelik bir alanda karışmasının gerekli olduğu belirtilmektedir. Dikkat

çekilen bir diğer konu siyanür yüklü atıkların denizin altındaki borulardan çıktıktan sonra birbirlerine bağlı bir kütle olarak hareket etmediği, bazı küçük partiküllerin ana kütlede farklı derinlik seviyelerinde ayrıldığı, bir kere ayrıldıktan sonra da bu toksik partiküllerin birbirinden tamamen farklı yoğunluk ve sıcaklıklardaki su tabakaları arasında sıkıştığı ve atıldığı alandan yüzlerce kilometre uzağa taşınabileceğidir. İstenilen derinlikte yerleşmeler bile atıkların burada kalmayabilecekleri, deprem olursa veya denizin altındaki sular yüzeye ilerlerse remobilize olup her yere gidebilecekleri ve bunu durdurmanın da mümkün olmayacağı açıklanmaktadır (Fields, 2001).

Arıtma Yöntemleri ve Etkinlikleri

Altın madenlerinde siyanür içeren atık sulu çamurun arıtılması amacıyla en yaygın olarak kullanılan yöntem alkali klorlama olarak adlandırılmaktadır. Siyanürü, klor, sodyum hipoklorit gibi kuvvetli yükseltgenlerle alkali ortamda zararsız azot ve karbondioksit döndüren bu yöntem diğer yandan çok yüksek düzeyde toksik bir ara bileşen olan siyanojen kloridin ve bunun yanı sıra pek çok stabil metal siyanür kompleksinin, toksik amonyak ve klorlanmış amonyak bileşenlerinin (kloraminler) oluşumuna neden olmaktadır (Moran, 2001).

INCO olarak adlandırılan arıtma yöntemi ise son yıllarda daha popüler hale gelmiştir. Kükürt dioksit kullanarak atıklardan siyanürü gidermek amacıyla uygulanan bu yöntemde, serbest siyanür çok büyük oranda parçalanırken, suda yaşayan organizmalar için toksik olabilecek pek çok yan ürün oluşur: siyanat, tiyosiyanat, sülfat, amonyak, nitrat, bir miktar serbest siyanür, artmış bakır konsantrasyonları gibi. INCO yöntemi kalsiyum sülfattan zengin ve çok geniş hacimde bir çamurun oluşmasına neden olur. Kanada'da pek çok madencilik alanında bu yöntemin kullanımı atık sıvıların standartlara uygun düzeyde olmasına sağlamaktadır. Bununla birlikte bioassay testleri bu atık sıvıların halen organizmalar için toksik olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu kompleks solüsyonlar muhtemelen sinerjik etkiye bağlı ama henüz anlaşılabilen süreçler sonucunda toksik etki oluşturmakta ya da saptanamayan veya düzenlenmeyen bazı diğer toksik bileşenleri içermektedir (Moran, 2001). Bergama'da da Eurogold siyanürlü altına karşı oluşan güvensizliği aşmak için INCO yöntemiyle atıkları arıtacağını iddia etmiş, fakat bunun bir aldatmaca olduğunu kısa sürede anlayan Bergamalılar arıtma tesisini avutma tesisi olarak adlandırmayı tercih etmiştir (Taşkın, 1998).

KAZALAR ÖNEMSİZ Mİ?

Madencilik endüstrisi, siyanür kullanılarak gerçekleştirilen altın madenciliğinin herhangi bir sağlık riskine yol açmadığını ve bugüne kadar hiçbir maden çalışanının veya komşu bölgelerde yaşayan hiçbir kimsenin ölümüne neden olmadığını savunmaktadır. "Türk altın madenciliğinde siyanürleme işleminin ilk olarak uygulanması ve bunun çevreye etkileri" başlıklı bir makalede de madencilik endüstrisinin danışman bilim

adamlarından olan Dr Mudder'den alıntı yapılarak, bugüne kadar insan kusurundan kaynaklı kazalar meydana geldiği, bu kazaların sayılarının azalmakta birlikte ilerde de devam edeceği kabul edilmiş, ama siyanürün yararlarının risklerinden daha fazla olduğu iddia edilmiştir (Akçıl, 2002). Yakın bir geçmişte gerçekleşmiş olan kazalar değerlendirildiğinde bu iddialar şüphe ile karşılanmaktadır. Dünyanın pek çok yerinde bazıları görece küçük çaplı, bazıları ise bir çevre felakati olarak tanımlanabilecek boyutta olan sayısız kaza gerçekleşmiştir.

Sadece 1990 ve 1997 arasında ABD'nin sekiz eyaletindeki madenlerde atıkların içme suyuna karışması ile sonuçlanan kaza sayısı 95 dir (Boulanger, 2004). 1989 ve 1999'da Nevada'da McCoy/Cove altın madeninde sekiz kaza gerçekleşmiş ve yaklaşık 400 kg siyanür çevreye yayılmıştır. Yine ABD'de 1998'de 6 ila 7 ton siyanür yüklü atık Homestake Madeninden Whitewood nehrine dökülmüş ve kitlesel bir balık ölümü gerçekleşmiştir. Akarsuyun tamamen iyileşmesi için çok uzun yıllara gereksinim olduğu bildirilmektedir (Moran, 1998). 1984'te Papua Yeni Gine'de Ok Tedi altın madeni için 2100 metrelik dağ traşlanmış, yoğun yağışlar nedeniyle siyanürlü toprak akmış, siyanür taşıyan bir gemi batmış ve yöre halkı başka yere taşınmıştır (Fields, 2001). 1995'de Guyana'da Omai Altın Madeninde siyanür içeren 2.5 milyar litre atık su ülkenin en önemli akarsuyu olan Essequibo nehrine akmış ve kitlesel bir balık ölümüne yol açmıştır. Diğer ülkeler Guyana'dan balık ithaline geçici bir süre yasak getirmişlerdir (Boulanger, 2004). 1996 yılında Filipinler'deki bir atık havuzunun tüneli çökmüş ve 26 km uzunluğundaki bir nehir bakır, kurşun, cıva, kadmiyum ve diğer ağır metalleri içeren dört milyon ton atıkla kirletilmiştir (Fields, 2001). Gana'da 1989-2004 arasında 11 kez çevreye büyük miktarlarda siyanür dökülmüştür. 1994'de Bogoso Gold Limited tarafından daha öncekilere göre çok daha fazla miktarda siyanür Anikoko nehrine dökülmüştür. Şirket etkilenen bazı topluluklar için kuyular inşa etmiştir, ama kuyuların işlevsel olmadığı yerlerde çiftçiler kirli nehir sularını içmek zorunda kalmıştır. Olaydan etkilenen topluluklar çiftliklerini kapatmaya ve terk etmeye zorlanmıştır. 2004'de yine aynı şirketin neden olduğu bir kazada pek çok ana nehirle bağlantısı olan Aprepre nehrine önemli miktarda atık dökülmüştür. Etkilenen bölgelerde yaşayan pek çok kişi su yüzeyinde yüzen ölü balıkları, karidesleri ve diğer su ürünlerini toplamış ve yemiştir. Tüm olgularda etkilenen topluluklar, siyanür döküldüğü kendilerine haber verilmeden önce nehir ve akarsuların siyanürle kontamine olmuş suyunu içmiş ve siyanür intoksikasyonu semptomları göstermiştir. Maden şirketleri ve hükümet ise siyanürün hızla toksik olmayan bileşenlere parçalandığını ve insanlar üzerindeki etkilerinin minimal düzeyde olduğunu savunmuşlardır (Obiri, 2006).

Romanya, Baia Mare Kazası

30 Ocak 2000 akşamı, Romanya'nın Baia Mare kenti son yılların en önemli çevre felaketelerinden biri olarak tanımlanan bir kazaya şahit olmuştur. Kaza, Esmeralda Exploration adlı Avustralya şirketi ile Romanya'nın kamu

madencilik işletmesi olan Remin Sa'nın ortaklığı ile işletilen Aurul altın madeninde gerçekleşmiştir. Madenin atık havuzu Aralık ve Ocak aylarında aşırı, ama bu bölge ve mevsim açısından normal sayılabilecek miktarda yağmur ve kar yağışı almış, havuzun yüzeyi kalın bir buz ve kar tabakası ile kaplanmıştı. Sıcaklığın birden yükselmesi ve ardından gerçekleşen yoğun yağış nedeniyle toprak dolgu duvarın önemli bir bölümü yıkılmış ve 120 ton siyanür ve ağır metal içeren 100.000 m³ atık su önce Lapus nehrine oradan da, Tuna nehrine ulaşmadan önce, Macaristan'ın Somes ve Tisza nehirlerine akmış, Tuna nehrinin Sırbistan'da uzanan bölümüne kadar ulaşmıştır (Kovac, 2000a). Kazadan dört hafta sonra ve kaynağından 2000 km ileride Tuna nehrinin deltasında halen ölçülebilir miktarda siyanür bulunduğu, Baia Mare bölgesinin ve bölgedeki nehir sistemlerinin orta ve yüksek düzey arasında toksik olarak sınıflandırılması gerektiğini bildirilmiştir (UNEP-OCHA, 2000; Kovac, 2000b). Birleşmiş Milletler Çevre Programı 2000 yılının Mart ayında Baia Mare kazasını değerlendirmeye yönelik bir rapor yayınlamıştır. Raporda kazanın nehirlerin bitki örtüsünü ve vahşi yaşamı mahvettiği, fakat siyanür suda parçalandığı için kalıcı bir hasarın gerçekleşmediği bildirilmiştir (UNEP-OCHA, 2000). Fakat raporda bildirilen tek veri nehir örneklerinden alınan toplam siyanür ve bakır, manganez, demir, kurşun ve çinkonun bazı göstergeleri hakkındadır. Atık suda bulunan pek çok toksik bileşen hakkında bir analiz sunulmamış, çevreye yayılımın ne düzeyde olduğunu anlayabilmek açısından çok kritik olan sıcaklık, pH, iletkenlik, vb alan ölçümlerinin hiçbiri bildirilmemiştir. Aynı raporda siyanürü artırmak amacıyla çevreye yayılan atıkların bir bölümünün üzerine hipoklorit döküldüğü belirtilmektedir. Bu yöntemin sonucunda toksik siyanat, amonyak, kloramin ve metal-siyanür bileşenlerinin miktarının olduğundan çok daha düşük düzeyde belirlenmiş olması çok büyük bir olasılıktır (Moran, 2001). Bu nedenlerle UNEP'in raporunda varılan sonuçlara şüphe ile bakılmaktadır.

Kazanın kısa erimde ortaya çıkan etkileri en açık şekilde suda yaşayan canlılar üzerinde gözlenmiştir. Binlerce kilometrelik bir mesafede yer alan akarsulardaki balıklar ölmüştür: Macar yetkililerinin raporlarına göre ölen toplam balık miktarı 1240 tondur. Toplanan balıklar arasında nehirde yaşadığı bilinen tüm balık türleri bulunduğu, tehlike altında olan bazı yerel türlerin kazanın ardından tamamen yok olduğu belirtilmiştir. Tisza nehrinin bir bölümündeki balıklarda kilogram başına 2.6 mg siyanür saptanmıştır. Bunlar turnabalığı, sazan gibi bölge halkı tarafından sık tüketilen balıklardır. Macaristan Dışişleri Bakanlığı sözcüsü "Tisza nehri çok uzun yıllar için ölmüştür ve pek çok tür de sonsuza kadar ölü kalacaktır" demiştir (Kovac, 2000a). UNEP raporunda ise nehirlerdeki canlıların kirlenmeden büyük zarar görmelerine rağmen tümüyle yok olmadıkları, kirlenme bulutunun geçişinden sonra nehir ekosistemlerinin kendilerini yenilemeye başladığı bildirilmiştir (UNEP-OCHA, 2000).

Kazanın insan sağlığı üzerinde kısa erimde ortaya çıkan bir etkisi gözlenmemiştir. Bunun en önemli nedeninin

belediyelerin halkı kısa sürede uyarmaları, içme suyu şebekesini çalıştırılmayarak yöre halkına damacanalarla su sağlamaları olduğu, yeraltı su seviyesinin yüksek olmasının da yeraltı sularındaki kirlenmenin düşük düzeyde kalmasını sağladığı belirtilmektedir (**DevMaden-Sen, 2003**). Fakat Macar yetkililerin yüksek konsantrasyonlarda olan kurşun, bakır ve çinko gibi ağır metallerin son aylarda gerçekleşen şiddetli seller sırasında tarım alanlarına taşınmış ve besin zincirine karışmış olmasından endişe duymaları buzdağının görünmeyen kısmının büyüklüğüne işaret etmektedir (**Kovac, 2000b**).

Kırgızistan, Kumtor Altın Madeni

21 Mayıs 1998 günü Kanada kökenli Cameco-Corp adlı şirket Kırgızistan'da Kumtor altın madeninin yakınında bir trafik kazası olduğunu ve 200 ton paket granüler sodyumsiyanür taşıyan bir kamyonun Kumtor madeni yolundaki Barskon Nehrine düştüğünü açıklamıştır. Kamyon altı saat içinde nehirden çıkartılmış, ama paketlerden bir tanesi yırtılmış ve içindekiler nehre akmıştır. Şirket sadece ihmal edilebilir düzeyde bir zarar olduğunu bildirmiştir. Fakat Komsomolskaya Pravda'nın 22 Mayıs tarihindeki haberine göre nehre sekiz ton sodyumsiyanür dökülmüştür. 25 Mayıs'da tüm gazeteler nehir kenarlarında ölü balıklar ve sığırlar bulunduğunu ve halkın suları kaynatmadan içmeme ve nehirde veya gölde yüzmeme konusunda uyarıldığını yazmıştır. Bundan üç gün sonra Kırgız yöneticiler olayla bağlantılı olarak 1000 kişinin sağlık hizmeti aldığını, 93'ünün hastanede tutulduğunu, ikisinin öldüğünü, durumu ciddi olan sekiz kişinin helikopter ile Bişkek'teki hastanelere nakledildiğini açıklamıştır. Hükümet Kumtor Madencilik şirketinin kazada sorumsuz davrandığını bildirmiş, şirket yetkilileri ise etkilenen kişilerin sağlık harcamalarını üstleneceğini ve köylere yeni bir su sistemi kuracağını açıklamıştır. Bu arada turistik açıdan büyük önem taşıyan Issık Gölü'nün kuzey kıyısındaki tesislerin büyük bölümünde rezervasyonlar iptal edilmiştir (**Bankwatch Network, 2002**).

Maden şirketinin basın açıklaması yaparak kazanın sonuçlarının abartıldığını savunduğu 3 Haziran 1998 tarihinden yaklaşık bir hafta sonra gazeteler 71 yaşındaki bir adamın sodyumsiyanür zehirlenmesi nedeniyle öldüğü, bölgenin temizlenmesinde çalışan 40 kişinin hastalandığı ve tedavi edilmek üzere başkente götürüldüğü haberlerini vermiştir. Kazadan iki hafta sonra sağlık bakanı Issık Gölü'nün güney kıyısında yaşayan 4800 kişinin kuzeye tahliye edildiğini, etkilenen bölgedeki 5349 kişinin sağlık kurumlarına başvurduğunu bildirmiştir. Bakanın açıklamalarından bir gün sonra basına konuşan devlet başkanı Akayev "göl canlı ve iyi durumdadır ve turistleri beklemektedir" demiş, gölün kesinlikle kirlenmediğini, çünkü kimyasalların su ile karıştığında zararsız bileşiklere dönüştüğünü savunmuştur. Kazanın önemli bir zarara neden olmadığı konusunda tam bir ağız birliği yapan Kanadalı şirket ve Kırgız hükümeti konu temizlik çalışmalarının maliyetini ve halka verilecek tazminatı kimin ödeyeceğine gelince önemli bir görüş ayrılığına düşmüştür. Ekim ayında kazadan en çok etkilenen bölgeyi ziyaret eden bir gazeteci burada bir sağlık merkezinin kurulduğunu,

köylülere verilen tazminatın ve yardımın ise kişi başına bir defter, bir kalem ve beş parça şekerden oluştuğunu bildirmiştir (**Bankwatch Network, 2002**).

Kazadan etkilenen insan sayısı konusunda önemli soru işaretleri bulunmaktadır. Kazanın ardından 1998 yılında sekiz binden fazla kişi tıbbi yardım almak için başvurmuş, fakat bunların sadece 2577'sinin zehirlendiği belirlenmiştir. Ölen dört kişinin ikisi hidrosiyanik asit ile zehirlenmiş, diğer ikisi siyanürün neden olduğu kronik hastalıkların akut komplikasyonları sonucunda hayatını kaybetmiştir. Sağlık Bakanlığı iki kişinin ölümünün siyanür maruziyetine bağlı olduğunu ve kazadan 2577 kişinin etkilendiğini kabul etmiştir. Bişkek Hastanesinde görevli bir doktor olan Jylkybaeva ise toksik kimyasalın nehre döküldüğü Barskon köyünde son bir yıl içinde 22 kişinin öldüğüne, son dört yılda gerçekleşen toplam ölüm sayısının ise 40 olduğuna dikkat çekmiş ve kazaya bağlı ölüm sayısının resmi sayıdan çok daha yüksek olduğunu savunmuştur. Diğer yandan Madencilik ve Mineral Bilimleri Laboratuvarları'na bağlı bir komite tarafından hazırlanan raporda bakanlığın bildirimlerinin abartılı olduğu iddia edilmiştir. Bu rapora göre olguların büyük bölümüne, özellikle de kronik hastalık vb nedenlerle sorunları olan, ama zehirlendiği düşünülen kişilere, yanlış tanı konmuştur. Bunun nedeni de doktorların siyanürün etkileri ve semptomları hakkındaki bilgilerinin yetersiz olması, kazanın yarattığı stresten etkilenmeleri ve çocuğu siyanürden etkilenen annelerin herhangi bir semptom göstermeseler bile kayıtlara olgu olarak geçirilmesidir. Raporda ayrıca köylerdeki siyanür konsantrasyonunun herhangi bir maruziyeti destekleyecek düzeyde olmadığını bildirmiş, balık ölümleri ise balıkların siyanüre karşı duyarlılıklarının insanlara göre 1000 kat daha fazla olmasıyla açıklamıştır. Olguların bir bölümüne hatalı tanı konmuş olabileceği kısmen hak verilebilecek bir olasılıktır. Fakat raporun siyanür maruziyeti konusundaki yorumlarına katılmak mümkün değildir. Raporda sadece serbest siyanür üzerinde durulmuş, metal siyanür bileşenleri, siyanürle ilişkili bileşenler değerlendirilmemiştir. Kazanın ardından temizleme amacıyla kullanılmış olan sodyumhipoklorit son derecede toksik bileşenler olan siyanat ve siyanojenklorür oluşumuna yol açmıştır. Ağır bir gaz olan siyanojenklorür maden çalışanlarının boğazlarında ve gözlerinde irritasyona neden olmuş, köylere de yayılmıştır. Bu bileşenler gaz formundaki amonyakla birlikte halkın sağlığını etkilemiş, fakat bu etkilere raporda yer verilmemiştir (**Bankwatch Network, 2002**).

ALTIN MADENLERİNİN ÇEVRE VE SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Modern madencilik mirası, krater dönüşmüş dağlar, bir zamanlar ormanla kaplı iken artık üzerinde canlıların yaşayamadığı araziler, kirlenmiş onbinlerce kilometre akarsu ve yüzlerce göldür. Madencilik alanları genellikle ay yüzeyine benzer bir görüntüde olan, bitkiden yoksun, kırık kaya ile kaplı ve kirliliği bölgelerdir (**Boulanger, 2004**). Altın madencilikinin, özellikle de yeraltı madencilikinin ve açık maden çukurlarının yeryüzeyinin deformasyonuna ve çökmesine neden olduğu, yüksek rakımlı maden alanlarında fizikojeolojik süreçler yaşandığı ve buzulların

eriyerek toprak kaymasına, buzul göllerinin taşmasına yol açtığı bildirilmektedir. Ayrıca deprem, toprak kayması vb doğal afetlere eğilimli bölgelerde çok büyük miktarlardaki madencilik atıklarının yığılmasının yarattığı tehlikeye dikkat çekilmektedir. Bugün gerçekleşmekte olan, iklim değişiklikleri, tektonik durumlar, su kaynaklarının ve buzulların tükenmesi gibi ciddi coğrafik-ekolojik değişikliklerin madenlerden kaynaklanan çevresel zararların etkilerini daha da arttırabileceği vurgulanmaktadır (Bankwatch Network, 2002).

Su kirliliği ve su kaynaklarının tükenmesi

Altın madenciliği su kaynakları bakımından çok önemli bir tehdittir. Bu tehdidin oluşumunda atık havuzlarından gerçekleşen sızıntılar, havuzların yıkılması, taşması ve benzeri kazalar, atıkların doğrudan nehirlere ve denizlere dökülmesi ve asit maden drenajı gibi eş zamanlı veya ardışık pek çok farklı sürecin payı vardır. Maden atıklarının içme suyuna karıştığı olgular sayılamayacak kadar çoktur (Boulanger, 2004). ABD'nin Montana eyaletindeki madenlerden milyonlarca litre siyanürün su kaynaklarına karıştığı bildirilmiştir. Golden Sunlight madenin kaynağındaki arazi sahipleri, içme suyu kaynakları siyanür ile kontamine olduktan sonra topraklarını Placer Dome Corp adlı şirket esatmaya zorlanmıştır. Lewistown yakınındaki Kendall madeni komşu çiftliklerin yararlandıkları akarsular toksik maden atıkları ile kirlenmiş, madenin zararlarını gidermeye yönelik çalışmalar ise su kaynaklarının tükenmesine neden olmuştur. Sekiz komşu arazi sahibi şirkete karşı su haklarını ihlal ettiği gerekçesi ile dava açmıştır. Aynı bölgedeki Golden Maple madeni, yeraltı suyunu yaklaşık üçyüz bin litre siyanür ile kirlendikten sonra komşu bir çiftliğe başka bir kaynaktan su sağlamak zorunda kalmıştır. 1997'de Pegasus Gold aleyhine açılan bir davada şirket yeraltı suyuna verdiği zarar nedeniyle 34 milyon dolar tutarında bir masraf yaparak ek bir su arıtma tesisi kurmayı, bir halk sağlığı araştırması yapmayı ve diğer önlemleri almayı kabul etmek zorunda kalmıştır (MEIC, 2008). ABD'de yapılan çalışmalar akarsularda gerçekleşen zararın yıllarca düzelenmeyeceğini göstermiştir (Fields, 2001). Madencilik şirketlerini su kaynaklarının sadece kirlenerek ihlal etmemektedir. İşlemler sırasında halkın su kaynaklarının tükenmesine neden olabilecek miktarda su tüketilmektedir. Örneğin, Bergama-Ovacık Altın Madenin ÇED raporunda yaklaşık olarak saniyede 12 litre, günde 1000 m³ su kullanılacağı bildirilmiştir (Dokuz Eylül Üniversitesi, 1991).

Altının çıkartılmasının ardından bölgede yüzlerce hatta binlerce metre derinliğe ve genişliğe ulaşabilen açık çukurlar ve atık kitleleri kalmaktadır. Genellikle yeraltı su düzeyinden daha derinde olan bu çukurların aktif bir pompalama olmadığı sürece suyla dolup yapay göllere dönüştüğü, göllerin içinde buldukları dev çukurların duvarlarından veya çukur boyunca uzanan moloz yığınlarından kaynaklanan yüksek konsantrasyondaki mineraller ile kontamine olarak, çok hızlı şekilde toksik özellik kazanabildiği ve toksik maddelerin yeraltı suyuna karışabildiği bildirilmektedir (Boulanger, 2004). Madenler

kapatıldıktan sonra pompalama bırakılır ve bu çukurlar asidik göllere dönüşür. Seviyesi yükseldikçe toksik su yüzeyi suyuna infiltre olmaya başlar ve içme suyu kaynaklarını tehdit eder (Fields, 2001). ABD'de içme suyu olarak yararlanılan 374 nehir havzasının metal kirliliğinden etkilendiği bildirilmiştir. Bu havzaların büyük bölümü terk edilmiş madenler nedeniyle kirlenmiştir (Boulanger, 2004). Maden atıklarının su kaynaklarına karışması toprak açısından da ciddi bir tehdittir. Kolorado'da Summitville madeninden sızan siyanür çözümü Alamosa nehrini kontamine etmiş ve toprağı en az üç metre derinliğe kadar kirletmiştir (Fields, 2001).

Vahşi hayvanlar özellikle de bir dinlenme noktası arayan göçmen kuşlar için bir çekim alanı oluşturan toksik göller ve madenciliğin kirlettiği su kaynakları doğal yaşam açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Boulanger, 2004). Madencilik şirketleri ise yarattıkları bu tehdidi örtbas etmeye çalışmaktadır. Örneğin, Avustralya Nortpareks'da 1995'de gerçekleşen bir atık havuzu kazasının ardından şirket yetkilileri tarafından maden yakınında 100 ölü kuşun bulunduğu bildirilmiştir, fakat gerçek bir sayım yapıldığında 1583 ölü kuş kaydedilmiştir. Dört aylık bir izlem periyodunun ardından ölü kuş sayısı 2700'e çıkmıştır (Donato, 2007). Balıklar memelilere göre siyanüre daha hassastır; kronik ve akut maruziyet çok sayıda balığın ölümüne hayatta kalabilenlerde ise toksik madde birikimine neden olur (Fields, 2001). Her ne kadar balıklara ve kuşlara göre daha dirençli olsalar da maden atıklarının akarsulara dökülmesinin ardından çok sayıda memeli hayvan, özellikle de sığır ölümü bildirilmiştir (Mineral Policy Center, 2000).

Ağır metal ve siyanür içeren atıkların akarsulara doğrudan boşaltılması ise su kaynakları açısından en dramatik sonuçları doğurur. Bu akarsuların bazıları içme suyu kaynağıdır ve bu da insanların atıkları doğrudan içmeleri anlamına gelmektedir. Atıkların nehirlere dökülmesinin insan sağlığı üzerindeki etkileri ile ilişkili olduğu düşünülen, nedeni bilinmeyen hemorojik hastalıklar gibi bazı olgular bildirilmiştir (Fields, 2001). Bunun yanı sıra siyanür bileşenlerinin bir bölümü kaçınılmaz biçimde doğaya yayılmaktadır ve yayılım genellikle kentsel sularda (hem lağım hem de içme suyu) sonlanmaktadır. Burada önemli bir risk daha söz konusudur; eğer 0.2 ppm'den fazla siyanür içeren sular klorlanırsa siyanojenklorür gibi toksisitesi çok yüksek ürünler oluşabilmektedir (Moran, 2002).

Hava Kirliliği ve Tozlar

Sürekli olarak devam eden ağır ekipman trafiği ve büyük toz bulutları madencilik yapılan bölgelerin hava kalitesi açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bazen bu kirliliğe atık alanlarına dönüştürülmek üzere kurutulan atık havuzlarının çevreye yaydığı tozlar da eklenmektedir. Atık alanlarından gelen beyaz toz bulutlarını 50 kilometre uzaktan bile görmenin mümkün olduğu belirtilmektedir (Boulanger, 2004). Maden atıkları homojen özellikleri nedeniyle çok uzun yıllar boyunca tükenmeyecek olan

bir toz kaynağıdır. Bu atıkların eğer ince ve kaba maddelerin bir karışımından oluşsalardı daha az riske neden olacakları bildirilmekte, bunun da ince maddelerin kısa sürede yayılmasına, kaba materyallerin de onların altındaki tabakayı erozyondan daha fazla korumalarına bağlı olduğu açıklanmaktadır. Fakat tüm maddeler standart bir şekilde ince olduğu için etraftaki arazinin 50 metre üzerine kadar yükselebilmektedir. Ögütme sonucunda oluşan 1-5 mikrometreden de daha küçük çaplı partiküller akciğerlerde yerleşebilmektedir ve silika gibi normalde çok hareketsiz olan maddelerin bile, böyle çok küçük boyutlarda iken fibrozis ve akciğer kanseri gibi durumlara neden olabileceği düşünülmektedir. Büyük bölümü karsinojen olan bu tozların solunmasının yanı sıra bir diğer tehlike de bitkiler tarafından absorbe edilmesi, bu bitkilerin hayvanlar ve insanlar tarafından yenmesi ve besin zincirinde bir biyoakümülyasyon sürecinin başlamasıdır (Fields, 2001).

Halk sağlığı üzerindeki etkiler

Madencilik sağlığı etkileri değerlendirilirken, çok geniş bir alanda coğrafik kontaminasyon olasılıkları dikkate alınmalıdır. Madenlerden ve bunlarla ilgili işletmelerden kaynaklanan kirlilik genellikle rüzgar ve akarsular aracılığıyla asıl maden alanından oldukça uzak bir alana yayılır ve izlediği yol boyunca önemli halk sağlığı zararlarına neden olur. Fakat madencilik yapılan bölgede ya da kirliliğin taşındığı koridor boyunca yaşayan toplumun maruziyeti ve riskleri hakkındaki araştırmalar son derecede az sayıdadır (Boulanger, 2004). Diğer yandan, çevre epidemiyolojisi bugün daha çok fiziksel ve kimyasal ajanlar üzerinde yoğunlaşması nedeniyle işçi sağlığı epidemiyolojisi ile güçlü bir ilişki içindedir. İş ortamında çeşitli etmenlere yüksek düzeyde maruz kalanlarda gözlenen etkilerden yola çıkıp, düşük dozlardaki maruziyetin toplumda benzer etkiler yaratıp yaratmadığı sorgulanmaktadır. Epidemiyolojinin bu iki alanı arasındaki geçişe gösterilebilecek en tipik örneklerden biri madencilik toplum sağlığı üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır (Hertz-Picciotto, 1998). Bununla birlikte, madencilerin sağlık risklerinin değerlendirilmesinde doğru sonuçlara ulaşılmasını engelleyen pek çok sorun yaşanmaktadır. Özellikle silikozis olmak üzere pek çok sağlık sorununda olgularının saptanmasında, bildiriminde ve kaydında önemli eksiklikler yaşandığı, röntgen filmlerinin kalitesinin yetersiz olduğu ve filmlerin birbirine karıştığı açıklanmaktadır (Occupational Disease Panel, 1994; Northwatch-UnderMining Superior, 2001). Bu durum, risk hesaplarında gerçekte var olandan çok daha düşük bir olgu sayısı kullanılmasına neden olmaktadır. Riskin olduğundan daha düşük bir düzeyde ölçülmesinin bir diğer nedeni sağlıklı çalışan etkisidir (Occupational Disease Panel, 1994).

Sınırlılıklarına rağmen madencilerde yapılan çalışmalardan altın madenciliğinin sağlık etkileri hakkında önemli kanıtlar elde edilmiştir. Madencileri ve altın madenlerinin yakınlarında yaşayan okul çocuklarını

kapsayan çalışmalarda idrardaki arsenik düzeyinin arttığı ve arsenik maruziyetinin tipik belirtilerinin gözlemlendiği bildirilmiştir (Eisler, 2004; Occupational Disease Panel, 1994). Çalışmalar madencilerde akciğer kanserine bağlı ölüm riskinin karşılaştırma toplumlarına göre 1,5-3,7 kat daha yüksek olduğunu, uranyum madenciliği ile birlikte altın madenciliğinin akciğer kanseri açısından en tehlikeli madencilik türünü oluşturduğunu ve madenden kaynaklı maruziyet ile akciğer kanseri gelişimi arasında bir doz-yanıt ilişkisinin bulunduğunu da göstermiştir. Madencilerde akciğer kanserinde görülen artıştan tek başına sorumlu tutulabilecek bir etmen tanımlanamamış, cevherin içinde doğal olarak bulunan elementlerin yanı sıra işlem sırasında kullanılan potansiyel karsinojenlerin birlikte rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Bir başka çalışmada da kromun altın madencilerindeki mide kanseri insidansındaki artış ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Occupational Disease Panel, 1994). Madencilerin sağlık sorunları gelişmekte olan ülkelerde olumsuz çalışma ve yaşam koşulları ile birlikte çok daha ağırlaşmaktadır. Bu ülkelerde altının her bir gramı için ABD'dekinin yaklaşık 10 katı işçi çalışmaktadır. Bu işçiler maden alanlarının çok yakınlarında aileleriyle birlikte son derecede olumsuz koşullarda yaşamaktadır ve kirlilikten gebe kadınlar ve çocuklar da çok yoğun olarak etkilenmektedir (Fields, 2001).

Madencilik toplumların yaşam kalitesini ve yaşam biçimlerini de olumsuz yönde etkiler. Fiziksel veya ruhsal hastalıkların yanı sıra toplumda kökten bir davranış değişimi de gerçekleşebilmektedir. Yaşadığı bölgenin toprağı, suyu ve gıda kaynakları kirlendiğinde, toplum çok daha uzun bir süre önce başlayan sağlık risklerinin farkına varmaya başlar. Algılanan bir sağlık tehlikesi bile bir toplumun iyilik halini önemli düzeyde etkiler. Zehirlenme korkusu bir kültürün üzerine kurulu olduğu geleneksel alışkanlıkları kökten değiştirebilir. Madenlerin bulunduğu bölgede yaşayan insanlar madenlerin kapatılmasından yıllar sonra içtikleri suyun, yedikleri sebze, soludukları havanın zehirli olduğu şüphesi duymaya devam etmektedir. Madencilik halen aktif olduğu bölgelerde buna bir kaza sonucunda çok daha büyük felaketlerin gerçekleşmesi korkusu da eklenmektedir (Boulanger, 2004). Kazaların ardından balıkçılık ve turizm sektörlerinde çalışanların işlerini kaybetmeleri ise pek çok sağlık sorununu beraberinde getirmektedir (Bankwatch Network, 2002).

ABD, Montana'da Kızılderili kabilelerinin yaşadığı Fort-Belknap bölgesindeki bir altın madeni, Kanadalı sahibinin iflasının ardından terk edilmiştir. Fakat kabile üyeleri hala içme sularının kendilerini hasta ettiğinden korkmakta, yıllardır dağlardan topladıkları bitkilere artık şüphe ile bakmaktadır. Her ne kadar madenle doğrudan ilişkili olduğu gösterilmemiş olsa da bölgede sağlık sorunlarına oldukça sık rastlanmaktadır. Üstelik madenin temizliğinin faturası da vatandaşa yüklenmiştir. Yöre halkı, dağ manzarasının yerine dev bir çukurdan ve kırılmış kaya parçası yığınlarından oluşan çirkin bir görüntüye mahkum

bırakılmış, sağlıksız yaşam alanı toplumsal, sosyal ve fiziksel olarak sağlıksızlığa neden olmuştur (Boulanger, 2004). Madencilğin en dramatik etkilerinden biri de Papua Yine Gine'de yaşanmıştır. Altın madeni korkunç bir çevre kirliliğine yol açmış, halk madende çalışmaya zorlanmıştır. 1994 ve 1995 yıllarında madene karşı ayaklanan halk devletin silahlı güçleri tarafından çok kanlı biçimde bastırılmış, aralarında çocukların da bulunduğu çok sayıda kişi öldürülmüştür. 1997 yılının Aralık ayında Irian Jaya'da madenden gelen zehirler toprağı ve suyu öldürmüş, o yıl ürün alınamamıştır. Baş gösteren kıtlık sonucu 545 kişi açlıktan ölmüştür (Taşkın, 1998).

ALTIN MADENCİLİĞİNİN ÇEVRE VE SAĞLIK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNDE SORUNLAR

ALTIN MADENLERİNİN İZLENMESİNDE VE DENETİMİNDE YAŞANAN SORUNLAR

Altın madenlerinin çevreye verdikleri zararların boyutunu tam olarak yansıtabilmenin önünde çok sayıda engel vardır. Öncelikle bağımsız bir denetlenme süreci yaşanmamaktadır. Düzenleyici kurumlar denetleme için gerekli personel ve finansmandan genellikle yoksundur. Madencilğin devlet tarafından desteklendiği, hatta bizzat devletin kendisi tarafından gerçekleştirildiği durumlarda bu kurumların elleri ve kolları tamamen bağlanmaktadır. Sonuç olarak, madenler genellikle şirketlerin kendi personeli veya bu şirketler tarafından seçilen ve para ödenen teknik danışmanlar tarafından izlenmektedir (Moran, 2001).

Madenlerin etkilerini değerlendirebilmenin önündeki en önemli engellerden bir başkası madencilik etkinlikleri başlamadan önce bir çevre analizi uygulanmaması ve bu nedenle madencilik öncesi ve sonrası arasında bir karşılaştırma yapılamamasıdır. Maden atıklarının karmaşık kimyasal özellikleri de üzerinde durulması gereken bir sorundur. Maden atıkları gibi kompleksler biyolojik olarak üretken nehirlere döküldüğünde, hangi bileşiklerin toksik yanıtı neden olduğunu ayırt etmek genellikle mümkün olamamaktadır. Örneğin Romanya'da medya ve yetkili makamlar sadece siyanür üzerinde odaklanmıştır. Tortular, metaller, yüksek pH ve diğer kimyasal öğeler ihmal edilmiştir. Üstelik bu karmaşık yapının analizi için gelişmekte olan ülkelerdeki yerel laboratuvarlar genellikle yetersiz kalmaktadır (Moran, 2001). Maden şirketleri genellikle siyanürün sadece üç formu için su örneği almaktadır: serbest siyanür; zayıf asitte çözünen siyanür; toplam siyanür. Fakat siyanürün bu formlarını belirlemek için kullanılan rutin analizler pek çok parçalanma ürününün varlığını, örneğin çok önemli iki ürün olan siyanat ve tiyosiyanatı saptayamamaktadır. Rutin analizlerde zayıf asitte çözünen siyanür veya toplam siyanür içermediği belirlenen su örneklerinde, siyanat, tiyosiyanat ve metal siyanat komplekslerinin belirlenmesi açısından daha spesifik teknikler kullanılarak yapılan analizler önemli konsantrasyonlarda zayıf asitte çözünen siyanür veya toplam siyanür varlığına işaret etmiştir. Yetkili kurumlar da maden işletmecilerine bu toksik bileşenleri izleme zorunluluğu getirmemektedir ve siyanürün pek çok formu

için su kalite kriterleri geliştirilmemiştir. Siyanürün hangi formlarının analiz edildiğinin yanı sıra örneklerin alınma zamanı ve yeri de çok önemlidir. Gerek siyanür bileşiklerinin gerekse diğer kimyasalların konsantrasyonlarının güneş ışığına ve sıcaklığa bağlı olarak aynı gün içinde bile önemli değişimler gösterdiği bilinmektedir (Moran, 2001). Tüm bunlar dikkate alındığında madenlerin çevreye zarar vermediğini iddia eden raporların doğruluğunun şüpheli olduğu ortaya çıkmaktadır.

İzlem raporları pek çok ülkede sadece yetkili makamlara sunulmaktadır. Genellikle yılda bir kez hazırlanan bu raporlar yetkili makamlara gönderildiği zaman veriler güncelliğini çoktan kaybetmektedir. Topluma son raporları görme izni verilmemekte, kamuoyu sadece eski tarihli raporlara ulaşabilmektedir. Raporlarda atıkların kimyasal içeriği ve konsantrasyonu hakkında ayrıntılı bilgi verilmemekte, sadece bazı kaba veriler sunulmakta, ama bunların nasıl yorumlanması gerektiği, izlem açısından ne anlam ifade ettikleri tartışılmamaktadır (Moran, 2001).

ARAŞTIRMALARIN BAĞIMSIZLIĞI

Madencilğin insan sağlığı ve çevre açısından yarattığı risklere yönelik araştırmalara çok az kaynak ayrılmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden biri doğrudan etkilenen insanların kırsal alanda ve mahrumiyet bölgesinde yaşamakta olmalarıdır (Boulanger, 2004). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde madenlerin etkilerine yönelik araştırmalar genellikle işletmeyi gerçekleştiren şirketlerin hükümetleri tarafından finanse edilmektedir. Kanada, Avustralya gibi pek çok hükümet başka ülkelerde gerçekleşmiş olsa da madenlerin etkilerini araştıran çalışmaların maliyetinin en azından bir bölümünü üstlenmektedir. Örneğin Kırgızistan'daki kazanın araştırma raporunda Kanada hükümeti etkili olmuştur. Bu durumda raporların şirketlerin çıkarlarına aykırı olmaması güvence altına alınmaktadır (Moran, 2001).

ALTIN MADENLERİNİN HALK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNDE YAŞANAN YÖNTEMSSEL SORUNLAR

Bireylerin veya toplumların, çeşitli etmenlere maruz kalmaları sonucunda oluşan sağlık etkilerinin kanıta dayalı olarak tanımlanması amacıyla risk değerlendirmesi olarak adlandırılan bir süreç uygulanır. Bu süreçte öncelikle tehlike tanımlanır, ardından maruziyet- doz ilişkisi, maruziyetin dağılımı ve toplum için söz konusu olan riskin boyutu belirlenir (Samet, 2002). Bununla birlikte, altın madenciliği gibi, maruziyetin son derecede karmaşık bir şekilde gerçekleştiği, maruziyet düzeyinin ve buna bağlı toksisitenin görece düşük olduğu, maruziyet ve sonuç arasında çok güçlü bir ilişkinin bulunmadığı ve/veya bu ilişkinin çok uzun yıllar sonra ortaya çıktığı durumlarda risk değerlendirmesi için yeterli bilimsel kanıtlar genellikle bulunmamaktadır (Hertz-Picciotto, 1998; Samet, 2002). Benzer sorunlar geçmişte çevresel tütün dumanı maruziyetine bağlı risk değerlendirmesi sürecinde de

yaşanmıştır (Samet, 2002). İnsanların altın madenciliğinden kaynaklanan çok çeşitli ve dinamik etmenlerin bir karışımına maruz kalması, maruziyetin çeşitli yollar aracılığıyla gerçekleşebilmesi ve birikici özellikte olması, doz-yanıt ilişkisinin belirlenmesinde, maruziyet düzeyinin ölçümünde önemli sıkıntılar yaşanması, bugüne dek elde edilmiş olan kanıtların çok yetersiz olması vb sorunlar risk değerlendirmesini güçleştirmektedir.

Maruziyetin karmaşık özelliği

Çeşitli etmenlere eş zamanlı veya ardışık maruziyetin toksisiteyi modifiye ettiğine dair çok güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Örneğin, asbest veya radon maruziyeti ile birlikte gerçekleşen tütün maruziyetinin akciğer kanseri riskini bu etmenlerin tek başlarına yaratacakları etkilerin toplamından kat kat daha fazla arttırdığı bilinmektedir (Sexton, 2007). Bu nedenle altın madenciliğinden kaynaklı tek bir kimyasalın, tek bir çevresel aracı ile tek bir yoldan girerek gösterebileceği zararın değerlendirilmesi çok sınırlı bir yaklaşımdır. Fakat maalesef kimyasallarla ilgili düzenlemelerde kontamine hava, su vb araçlarda bulunan ajanların karışımından ve birbirleri ile etkileşimlerinden çok tek tek kimyasallar üzerinde durulmaktadır (Goldstein, 2002).

Karışım, iki veya daha fazla sayıdaki biyolojik, kimyasal, fiziksel veya psikososyal çevresel etmenin kombinasyonu olarak tanımlanır. Karışımlar üç gruba ayrılır: benzer, tanımlanmış ve rastlantısal karışımlar. Benzer karışımlar, kimyasal yapı, toksik etkinlik mekanizması gibi özellikler bakımından birbirine benzer öğelerden oluşurlar ve neden oldukları toplam risk düzeyi genellikle karışımı oluşturan kimyasalların dozları aracılığı ile tahmin edilebilir. Tanımlanmış karışımlar belli bir zaman noktasında ve yerde oluşturulmuştur, kaynakları bellidir, bileşimleri en azından çevreye verilmeden önce bilinmektedir ve benzer özellikleri olan öğelerden oluşmaları zorunlu değildir (örneğin benzin egzozu, çevresel tütün dumanı). Benzer karışımlardan daha karmaşıktırlar, ama yine de gerçek dünyaya ait çevresel etmenlerin yönetilebilir ve anlamlı bir kesitini yansıtır. Rastlantısal karışımlar, araştırmanın yapıldığı zaman veya yerde oluşur (örneğin kentsel hava kirliliği). Bu karışımlar benzer özellikler taşıyan öğelerden oluşmak zorunda değildir, kompozisyonları değişkendir, çok sık, ara sıra veya nadiren oluşabilirler. Rastlantısal karışımlar bu üç kategorinin en karmaşık olanıdır. Çünkü araştırılan toksikolojik etkiyle ilişkili tüm çevresel etmenleri içerirler. Benzer karışımların aksine, standart doz toplamı formülleri rastlantısal karışımların etkileşimlerinden doğan sonuçları yansıtamaz. Üstelik, rastlantısal karışımlar alıcıya doğrudan bağımlıdır ve etkilerinin gücü biyolojik doz-yanıt ilişkisinde etkilenir. Rastlantısal karışımlar neden oldukları riskin boyutunun tam olarak ortaya konmaması nedeniyle halk sağlığı açısından daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Altın madenlerinden kaynaklı etkilerin rastlantısal karışımlar başlığı altında sınıflandırılması gerektiği belirtilmektedir (Sexton, 2007).

Maruziyet yolları

Diğer çevresel kirlilik kaynakları gibi altın madenciliği de dört ana aracıyı kontamine eder: hava, su, toprak, gıda. Bu araçlar kirlilik kaynağından doğrudan etkilenebildikleri gibi dolaylı yoldan da birbirlerini kontamine edebilirler (Samet, 2002; Lioy, 2002). Örneğin atık havuzlarından sızan su ve maden alanlarından yayılan tozlar, toprağı kontamine edebilir, toprak da gıdaların kontaminasyonuna neden olabilir. Çevresel kirlilik kaynakları insan vücuduna da pek çok farklı yoldan girebilir ve bir giriş yolu etkenin bir başka yoldan da girmesine neden olabilir. Bu durumda birbirleri ile etkileşim içinde olan çok sayıda aracı ve çok sayıda giriş yolu söz konusudur. Maruziyetin çeşitli yollarla gerçekleşebileceğinin dikkate alınması riskin olduğundan çok daha düşük düzeyde tahmin edilmesine neden olmaktadır (Lioy, 2002).

Maruziyetin kümülatif özelliği

Bir organizmanın tüm yaşamı boyunca belli bir etmene ya da farklı etmenlerden oluşan karışımlara, ilişkili tüm yollar ve kaynaklar aracılığıyla gerçekleşen toplam maruziyeti, birikici (kümülatif) maruziyet olarak adlandırılır (Zartarian, 1997). Çevresel kirlenimlerden kaynaklı risklerin değerlendirilmesinde de kümülatif maruziyet dikkate alınmalıdır (Samet, 2002). Fakat kümülatif maruziyetin değerlendirilmesi, tek bir kimyasalın, tek bir giriş yolunun, tek bir risk kaynağının değerlendirilmesinden çok daha zordur. Çünkü çoklu çevresel etmenlere eşzamanlı ve/veya farklı zamanlarda gerçekleşen maruziyetlerin etkileri birlikte ele alınır. Kümülatif maruziyet değerlendirmesinde, etkinin düzeyi, sıklığı, zamanı, süresi, etmenler arasındaki coğrafik veya fiziksel mesafe, risk altındaki kişilerin sosyodemografik özellikleri, geçmişteki maruziyet düzeyi ve bu maruziyetin vücutta oluşturduğu yük, yani duyarlılık dikkate alınmalıdır (Sexton, 2007). Maruziyet zamanı ve süresi son derecede kritiktir. Çok düşük bir düzeyde kirlenmeye çok uzun yıllar boyunca maruz kalmak, daha yüksek dozda ama çok kısa süreli maruziyetlere göre daha ciddi bir risk oluşturabilir. Çevresel kirlilik etmenlerinin etkileri çok kısa sürede ortaya çıkabildiği gibi yol açtıkları hastalığa bağlı olarak çok uzun inkübasyon süreleri de olabilir. Örneğin mezotelyoma asbest ile ilk karşılaşmadan 30-40 yıl sonra ortaya çıkar. Pek çok ajan için maruziyetin etkilerinin ne zaman ölçülebileceği konusunda önemli belirsizlik vardır (Samet, 2002). Bir diğer sorun, geçmişte gerçekleşmiş olan maruziyetlerin yıllar sonra nasıl saptanabileceği ile ilişkilidir. Bunların yanı sıra, karışım sonucu oluşan etkilerin özellikleri (antagonist, sinerjik veya birbirine eklenecek özellikte) ve karışımı oluşturan öğeler arasındaki toksisite mekanizmaları hakkında da ayrıntılı bilgi toplanmalıdır. Fakat kümülatif risk değerlendirmesinde ele alınması gereken tüm bu faktörler hakkındaki veriler son derecede yetersizdir (Sexton, 2007). Her ne kadar altın madenciliğinin insanlar ve ekosistemler üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik bazı çalışmalar yapılmış olsa da bugün kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapabilmek için gerekli veriler ve bilgiler bulunmamaktadır.

Çevresel ajanlara kümülatif maruziyet çok büyük oranda sosyal faktörler tarafından belirlenir; insanların nerede yaşadıkları, nasıl sosyalleştikleri, hangi gıdaları satın aldıkları, vb. Bununla birlikte çevre epidemiyolojisi çalışmalarının büyük bölümünde sosyal, politik ve ekonomik kavramsal çerçeve kurulmamakta, gelir, eğitim gibi sosyal sınıf belirleyicilerinin karıştırıcı rolü kontrol edilmemektedir (Hertz-Picciotto, 1998).

Çocukların çevresel kirleticilere karşı daha duyarlı olması kümülatif maruziyetin önemini arttırmaktadır. Çocukların duyarlılığı hem yüzey-hacim oranlarından hem de fizyolojik fonksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Yetişkinlerle karşılaştırıldıklarında vücutlarının her bir kilogramı başına tükettikleri yiyecek ve içeceği yanı sıra soludukları hava miktarı da çok daha fazladır. Üstelik çocukların dünya ile etkileşimleri yetişkinlerden çok daha farklıdır, çevrede, yerlerde, toprakta daha fazla zaman geçirirler, ellerini ve diğer objeleri çok sıklıkla ağızlarına götürürler. Yerle ve halılarla yakın temasları nedeniyle yetişkinlere göre kimyasal madde konsantrasyonu çok daha yüksek bir havayı solurlar (Lioy, 2002; Landrigan, 2004).

Doz-yanıt ilişkisi ve eşik değer

Doz-yanıt veya maruziyet-yanıt ilişkisinin anlaşılması risk değerlendirmenin temel aşamaları arasında yer almaktadır. Doz-yanıt ilişkisinin analizi kritik etkinin belirlenmesi ile başlamalıdır. Bununla birlikte pek çok kimyasalın belli bir düzeyde birden fazla advers etkisi vardır. Üstelik kimyasalların büyük bölümü için insanlarda yanıtın oluşmasına neden olan maruziyet düzeyi hakkındaki veriler çok sınırlıdır ve tolere edilebilen en yüksek doz düzeyleri sadece hayvan çalışmalarına dayanmaktadır. Bu nedenle düşük maruziyet düzeylerinde gerçekleşen kritik advers etki düzeyinin belirlenmesi çok zordur (Lioy, 2002).

Kirlenici maddeler için tanımlanan eşik değerler, riskin varlığı ya da yokluğunun ortaya konması için tek başlarına hiç bir anlam taşımamaktadır. Bunun nedeni maruziyetin kümülatif doğasının yanı sıra eşik değerlerin hangi kriterlere ya da hangi önceliklere göre belirlendiğine de bağlıdır. Çeşitli ülkelerde çeşitli kirleneticiler için çok farklı eşik değerler verilmesi de bu değerlerin bilimsel olarak saptanmış ve risk oluşturmayan bir düzey olmaktan çok, ekonomik ve benzeri nedenlerle saptanan ve değiştirilen, yani çevre sağlığından çok çevre yönetimi disiplini ilgilendiren bir düzey olduğunu düşündürmektedir (TTB, 2008).

Maruziyet düzeyinin ölçümü

Maruziyet ölçümü kaçınılmaz biçimde hataya açıktır; çünkü doğanın kesin bir doğrulukta gözlenmesi çok güçtür ve doğadan alınan farklı örnekler birbirlerinden çok farklı sonuçlar verebilir. Bu nedenle yapılan ölçümlerin tam bir doğrulukta sonuç veremeyeceği hiçbir zaman unutulmamalıdır. En sık gerçekleştirilen maruziyet ölçümünde çevresel araçlardan alınan örneklerdeki kirlenici konsantrasyonu değerlendirilir. Bu tip ölçümler

genellikle belli bir düzenlemeye uyulup uyulmadığını, sınırların geçilip geçilmediğini değerlendirmek amacıyla yapılır (Lioy, 2002). Fakat dış çevrede yapılan ölçümlerle belirlenen maruziyet ile insan dokusunda veya çevre ve bireyin temas ettiği noktada belirlenen maruziyet arasında insanların gerçekleştirdikleri etkinliklere, fizyolojik özelliklerine, maruziyetin zamanına ve yerine bağlı olarak önemli farklılıklar bulunabilir (Hertz-Picciotto, 1998). Bir diğer yaklaşım maruziyetin insanlardan veya hayvanlardan alınan örnekler aracılığıyla ölçülmesidir. Fakat ölçüm zamanı ve süresi çok kritiktir. Örneğin siyanür maruziyetinin belirlenebilmesi için kan ve idrar örneklerinin maruziyetin hemen ardından alınmalıdır (Obiri, 2006). Maruz kalan kişilerin biyomarkerlarının sürekli olarak değerlendirilmesi en uygun yöntem olarak kabul edilmektedir. Fakat bireysel monitörler, kapsayıcılık (pek çok etkeni birlikte değerlendirebilme), seçicilik (sadece araştırılan etkene bağlı etkiyi ölçebilme), kolay taşınabilme, maliyet, vb pek çok açıdan geliştirilmeye gereksinim duymaktadır (Lioy, 2002).

Pek çok çevresel etmen görece düşük düzeyde bir riske neden olur ve epidemiyolojik araştırmalarla bu düzeydeki risklerin ölçülmesi çok zordur. Bu nedenle gözlemsel çalışmaların toksikolojik çalışmalar ile tamamlanması gerekmektedir. Toksikolojik çalışmalarda elde edilen, beklenen sonucun oluşum mekanizması hakkındaki bilgiler, düşük maruziyet düzeylerinde riskte bir artış beklemenin mantıklı olup olmadığı hakkında fikir verir. Örneğin ABD'de iç ortamda bulunan çok düşük düzeylerdeki radonun bile akciğer kanseri riskini arttırdığı sonucuna epidemiyolojik çalışmalardan çok, altta yatan mekanizmaya, yani alpha parçacıklarının, hücredeki genetik materyale hasar vermesine dayanarak varılmıştır. Epidemiyoloji ve toksikoloji çalışmalarının birbirlerini tamamlamasına rağmen, çok sayıda ve büyük hacimlerde kimyasalın birlikte etki göstermesi geçerli sonuçlar elde edilmeyi çok güçleştirmektedir (Samet, 2002).

Çevresel etmenlerin değerlendirilmesinde yeni yaklaşımlar

Bugün farklı alanlarda yürütülen çalışmalarda çevresel etmenlere kümülatif maruziyetin daha kolay ve doğru bir şekilde değerlendirmesi yolunda önemli başarılar kaydedilmektedir. Bu çalışmalara gösterilebilecek ilk örnek ulusal düzeyde çevre sağlığı izleme sistemlerinin kurulmasına yönelik çabalardır. Bu sistemler kaynakları, maruziyetleri, dozları ve sağlık etkileri dahil çevresel zararlar hakkında sistematik bilgi toplama, bilgileri entegre etme, analiz etme, yorumlama ve paylaşma olanağı verecektir. İkinci örnek yaşamın farklı aşamalarında çoklu çevresel etmenlere maruziyet hakkında veri sağlayacak olan geniş ölçekli prospektif araştırmalardır. Duyarlı ve seçici biyolojik biyomarkerlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, gen-çevre etkileşimini araştıran biyomedikal bilimlerdeki ilerlemeler, coğrafik bilgi sistemleri, çevre sensörleri, Bayesian istatistiksel yaklaşımlar, farklı kaynaklar ve yollar aracılığıyla gerçekleşen maruziyetleri simüle eden bilgisayarla modelleme yöntemleri gösterilebilecek diğer örneklerdir (Sexton, 2007).

SONUÇ

Başta ekokimyasal, biyocoğrafik, hidrolojik ve jeokimyasal olmak üzere tüm bilimsel analizler altın madenciliğinde siyanür kullanımının ekosistemler üzerinde geri dönüşümsüz bir yıkıma neden olduğunu göstermektedir (Korte, 2002). Siyanür kullanılarak yapılan altın madenciliğinin insan sağlığı açısından yarattığı tehlikenin boyutlarını yansıtan epidemiyolojik çalışmalar ve uzun erimli toksisite çalışmaları henüz çok yetersizdir (Moran, 2002). İnsan sağlığı üzerindeki etkilerinin çok büyük oranda henüz ortaya çıkmamış olması ve maruziyetin son derecede karmaşık bir yolla gerçekleşmesi çalışmaların yetersizliğinden kaynaklanan sorunlara eklenmektedir. Bu durumda "siyanürün ve madenlerle ilişkili diğer kimyasal maddelerin kronik toksik etkiye neden olduğunu gösteren herhangi bir kanıt bulunmamaktadır" şeklindeki gerçeği yansıtmayan ifadelerle çok sık karşılaşılmaktadır. Fakat bu ifadenin gerçek anlamı uzun erimli çalışmaların henüz yapılmamış olduğudur. Bu nedenle en kısa zamanda farklı uzmanlık alanlarına sahip ve tarafsız bilim adamlarından oluşan ekipler tarafından gerçekleştirilecek ve kamusal kaynaklar aracılığıyla finanse edilecek çalışmalar başlatılmalıdır. Bunun yanı sıra eldeki bilimsel veriler çerçevesinde sağlıklı bir çevrede yaşama hakkına sahip çıkılmalı ve toplumun sağlığını korumak amacıyla ülkemiz topraklarında siyanür liçi yöntemiyle altın madeni işletmeciliği uygulamalarına izin verilmemelidir.

KAYNAKLAR

- Akçıl, A.** (2002). First Application of Cyanidation Process in Turkish Gold Mining and Its Environmental Impacts. *Minerals Engineering*, 15: 695-9.
- Bankwatch Network.** (2002). Mountains of Gold. Kumtor Gold Mine in Kyrgyz Republic. Ulaşım Tarihi 4 Şubat, 2008, <http://bankwatch.org/documents/kumtorgold.pdf>
- Boulanger, A., Gorman, A.** (2004). Hardrock Mining: Risks to Community Health. *Earthworks*. Ulaşım Tarihi 4 Şubat 2008, http://www.earthworksaction.org/pubs/MiningHealthReport_WVE.pdf
- Dev.Maden-Sen.** (2003). Baia Mare Maden Kazasını İncelemek Üzere Oluşturulan Özel Çalışma Grubunun Raporu. Uluslararası Belgeler Dizini No 2, Ankara. Ulaşım Tarihi 4 Şubat 2008, <http://www.devmadensen.org/yayin/bmtf/bmtf.pdf>
- Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü.** (1991). Ovacık Altın Madeni Çevresel Etki Değerlendirme Raporu. İzmir.
- Donato, D.B., Nichols, O., Possingham, H., Moore, M., Ricci, P.F., Noller, B.N.** (2007). A Critical Review of the Effects of Gold Cyanide-Bearing Tailing Solutions on Wildlife. *Environment International*, 33: 974 -984.

Dünya Sağlık Örgütü. (2006). Guidelines for Drinking-Water Quality. Incorporating First Addendum (3rd ed.). Vol.1, Recommendations. Geneva. Ulaşım Tarihi 8 Ağustos 2008, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

Eisler, R. (2004). Arsenic Hazards to Humans, Plants, and Animals from Gold Mining. *Reviews of Environmental Contamination & Toxicology*. 180: 133-65.

Fields, S. (2001). Tarnishing the Earth. Gold Mining's Dirty Secret. *Environmental Health Perspectives*. 109 (10): A 474-481.

Goldstein, B.D., Greenberg, M. (2002). Toxicology and Environmental Health: Applications and Interventions in Public Health, in R. Detels, J. McEwen, R. Beaglehole, H. Tanaka (Eds.), *Oxford Textbook of Public Health*, Oxford: Oxford University Press.

Hertz-Picciotto, I (1998). Environmental Epidemiology, in K.J. Rothman and S. Greenland (Eds.), *Modern Epidemiology*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Mineral Policy Center. (2000). Cyanide Leach Mining Packet. http://earthworksaction.org/pubs/Cyanide_Leach_Packet.pdf

Montana Environmental Information Center (MEIC) web sayfası (2008). Cyanide-Leach Gold Mining. Ulaşım Tarihi 1 Şubat 2008, http://www.meic.org/mining/cyanide_mining

Moran, R. (1998). Cyanide Uncertainties. Observations on the Chemistry and Toxicity, and Analysis of Cyanide in Mining-Related Waters. Mineral Policy Center. Washington. Ulaşım Tarihi 1 Şubat 2008, <http://www.earthworksaction.org/pubs/cyanideuncertainties.pdf>

Moran, R. (2001). More Cyanide Uncertainties. Protecting Communities and The Environment. MPC Issue Paper #3. Lessons from the Baia Mare, Romania, Spill -Water Quality and Politics. Mineral Policy Center. Washington Ulaşım Tarihi 1 Şubat 2008, http://www.mineralpolicy.org/pubs/mcu_final.pdf

Moran, R. (2002). De-Coding Cyanide. An Assessment of Gaps in Cyanide Regulation at Mines. A Submission To the European Union and the United Nations Environmental Programme. Mineral Policy Center. Washington Ulaşım Tarihi 1 Şubat 2008, <http://www.mineralpolicy.org/pubs/DecodingCyanide.PDF>

Korte, F., Spittler, M., Coulston, F. (2000). The Cyanide Leaching Gold Recovery Process is a Nonsustainable Technology with Unacceptable Impacts on Ecosystems and Humans: The Disaster in Romania. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 46, 241-245.

Korte, F., Coulston, F. (2002). The Berlin Declaration on Gold Mining. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 51: 77-8.

Kovac, C. (2000a). Cyanide Spill Threatens Health in Hungary, *British Medical Journal*, 320: 536.

Kovac, C. (2000b). Cyanide Spill Could Have Long Term Impact. *British Medical Journal*, 320: 1294.

Logsdon, M.J., Hagelstein, K., Mudder, T.I. (2001). Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi. *International Council on metals and the Environment*. Kanada.

Landrigan, P.J., Kimmel, C.A., Correa, A., Eskenazi, B. (2004). Children's Health and the Environment: Public Health Issues and Challenges for Risk Assessment. *Environmental Health Perspective*, 112: 257-65.

Lioy P.R., Roy, A., Freeman, N. (2002). The Analysis of Human Exposures to Contaminants in the Environment. in R. Detels, J. McEwen, R. Beaglehole, H. Tanaka (Eds.), *Oxford Textbook of Public Health*, Oxford: Oxford University Press

National Mining Association (NMA). How Gold is Produced. Ulaşım Tarihi 18 Eylül 2008, http://www.nma.org/publications/gold/gold_production.asp

Northwatch - UnderMining Superior. (2001). A Report on Mining Activities and Impacts in the Lake Superior Basin. Ulaşım Tarihi 8 Ağustos 2008, http://www.web.net/~nwatch/mines/UnderMining_Superior.pdf

Obiri, S., Dodoo, D.K., Okai-Sam, F., Essumang, D.K. (2006). Non-cancer Health Risk Assessment from Exposure to Cyanide by Resident Adults from the Mining Operations of Bogoso Gold Limited in Ghana. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118: 51-63.

Occupational Disease Panel. (1994). Report to the Workers' Compensation Board on Lung Cancer in the Hardrock Mining Industry. Report No.12. Toronto, Ontario.

Samet, J. (2002). *Oxford Textbook of Public Health. Environmental and Occupational Health Sciences in Public Health.* in R. Detels, J. McEwen, R. Beaglehole, H. Tanaka (Eds.), *Oxford Textbook of Public Health*, Oxford: Oxford University Press

Sexton, K., Hattis, D. (2007). Assessing Cumulative Health Risks from Exposure to Environmental Mixtures - Three Fundamental Questions. *Environmental Health Perspectives*, 115 (5): 825-32.

Taşkın, S. (1998). Siyanürcü Ahtapot. Sel Yayıncılık, İstanbul.

TTB (2008) Türk Tabipleri Birliği. İnsan Sağlığını Etkileyebilecek Unsurlar Konusunda Türk Tabipleri Birliği Görüşü. Risk Kavramına Halk Sağlığı Alanında Çalışanlar Nasıl Bakmakta. Ulaşım Tarihi 8 Ağustos 2008, <http://www.ttb.org.tr/eweb/bergama/5.html>

UNEP (2000) United Nations Environment Programme (UNEP), Office For The Co-Ordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2000) Assessment Mission - Cyanide at Baia Mare Romaia. United Nations Environment Programme - Regional Office for Europe, Geneva. Ulaşım Tarihi 8 Ağustos 2008, http://www.mineralresourcesforum.org/incidents/BaiaMare/docs/final_report.pdf

Zartarian, V.G., Ott, WR., Duan, N. (1997). A Quantitative Definition of Exposure and Related Concepts. *Journal of Exposure Analysis Environmental Epidemiology*, 7(4): 411-37.