



BİLİM VE TEKNİK BERGAMA'DAYDI

TÜRKİYE'NİN TEK ALTIN MADENİ

Ovacık altın madeni, Bergama'nın hemen batısında, Ovacık, Çamköy ve Narlıca köylerinin ortasında yaklaşık 100 hektarlık bir alana kurulu. Belirlenmiş toplam altın ve gümüş rezervi 24'er ton. 2001 Mayıs ayından beri deneme üretimi yapılan madenden, bugüne değin 16 kg altın ve 16 kg da gümüş elde edilmiş. Madende çalışan 362 kişinin yaklaşık % 80'i yöre insanı. Kimisi zaten hiç karşı çıkmamış madene, kimisi de şu ya da bu nedenle fikrini değiştirmiş.

Madende ilk adım, açık ocaktan cevher eldesi. Açık ocak alanını açabilmek için, 80 ve 100 yaşının üzerinde 2460 ağaç kesilmiş. Kesilen ağaçlar yerine, şimdiye kadar bölgeye 3000'in üzerinde ağaç dikilmiş. Maden bitiminde de her bir ağaca 10 ağaç gelecek şekilde kapsamlı bir rehabilitasyon projesinin gerçekleştirilmesi düşünülüyor.

Açık ocak, yaklaşık 800 m uzunluğunda ve 150 m genişliğinde bir alanı kaplıyor. Ancak, alanın her tarafında al-

tın yok; yalnızca M ve S damarları diye adlandırılan iki damarda altın var. Bu damarlarda yapılan sondajlar sonucu belirlenen 24 ton altın ve gümüşün yıllık üretimi, üçer ton olarak planlanıyor. Bu da madenin ömrünün sekiz yıl olduğunu gösteriyor. Ancak rezerv yükseltmek için yapılacak sondajlarda daha fazla altın saptanırsa, bu süre uzatılabilecek.

Burada yapılan şey, toprağın havalandırılmasına dayalı patlatma ve patlatma sonucunda gevşemiş olan toprağın kaldırılması (dekavaj) işlemi. Toprağa beşer metre aralıklarla delikler açıldıktan sonra, bunlara anfo denilen, amonyum, nitrat ve fuel oil karışımı patlayıcı kapsüller konuluyor. Kapsüller, bağlandıktan sonra, her gün saat 14:00 dolaylarında milisaniye gecikmeli olarak patlatılıyor. Patlatma sırasında titreşimin periyodunu, frekansını ve gürültünün desibel olarak miktarını ölçen aletlerle ölçümler yapılıyor. Bunun amacı, resmi olarak izin verilen sınırla-

rın aşılmaması. Patlatmadan sonra, gevşeyen toprak ekskavator ve kamyonlarla alınıyor. Altın ve gümüş içeren cevher kısmı cevher stok alanına alınırken, posa kısmı atık barajının inşasında kullanılıyor. M damarının 1/3'lik kısmı, açık ocak çalışmasıyla alınıyor; 2/3'lik kısmıysa yeraltı çalışmasıyla çıkarılacak.

Patlayıcılar için günde 150-200 delik açılıyor. Deliklere, 4, 13, 16 ve 19,6 kg gibi miktarlarda patlayıcı yerleştiriliyor. Bu miktarlar, köye yaklaştıkça azaltılıyor.

Madendeki cevherin bir kısmı yüksek, bir kısmı da düşük tenörlü. Damar derinliğine göre cevherin ne oranda tenörlü olduğu biliniyor. Bu sayede de cevher stok alanında sınıflandırılması kolay oluyor. Ovacık'taki altın cevheri, oldukça temiz bir cevher sayılıyor. Ana kayaç, alterasyona (değişime) uğramış andezit. Altın, andezitin içindeki kuvarz damarlarında bulunuyor. Ancak o kadar küçük ki, gözle görülemiyor:

1 ton cevherin 10 g altın içerdiği epitermal bir yatak.

İkinci adım, açık ocaktan alınan cevherin kırıcıya getirilmesi. Cevher kırıcıya getirildiğinde, önce çeneli kırıcıdan geçiriliyor. Bu kırıcı, belirli bir periyotta cevhere vurarak kırıyor. Kırılan cevher bir banttı geçerek titreşimli eleğe geliyor. Bu titreşimli elekten istenilen tane boyutunu yakalayan parçalar elekten geçerken, yakalayamayanlar ikinci bir kırıcıya gönderiliyor. Bu kırma ve eleme üniteleri, atmosfere kapalı biçimde kurulmuş. Kırma ve eleme sırasında oluşan toz, toz tutma ünitelerinin içindeki fanlarla çekiliyor, duşlanarak çamur haline getiriliyor ve sonra ortama bırakılıyor. Sistem, PLC denilen bilgisayar ünitesiyle çalışıyor. Bu da toz tutma ünitelerini devreye sokmadan, kırma ve eleme işlemini başlatmıyor. Bu işlemler sonucunda cevher, mıcır boyutuna inmiş oluyor.

Üçüncü adımda, bu mıcır boyutundaki cevhere kireç ilavesi yapılıyor. Kireç ilave edilmesinin nedeni, pH'ı 10,5'in üzerinde tutma isteği. Bunun nedeniyse, siyanürün düşük pH ortamında, bir başka deyişle asidik ortamda hidrojen siyanür gazına dönüşüp havaya karışma olasılığı. Bu nedenle de sürekli kireç ilavesi yapılıyor. Ayrı-



© Serpil Yıldız

ca, arıtmada da sülfürik asit nötralize edilirken yine kireçten yararlanılıyor.

Bu işlemten sonra, karışım yine bir bantla değirmenlere taşınıyor. Burada iki tip değirmen bulunuyor. Biri çubuklu, diğeri de bilyeli. Değirmenlere geldiğinde 13 mm boyutunda olan cevher, altının serbestleşme tane boyutu olan 38 mikrona kadar öğütülüyor. Önce çubuklu değirmene gelen cevher, su ilavesiyle öğütülmeye başlanıyor. Daha sonra da, bilyeli değirmende öğütme işlemi gerçekleştiriliyor. Saatte 37 ton

cevher, bu iki öğütme ünitesi sonucunda yaş olarak 38 mikrona öğütülüyor. Değirmenler de bilgisayar sistemine bağlı. Değirmenlerin basınçları bilgisayarlarla kontrol ediliyor. Belirlenmiş basınç düzeyinin altına düşmeyecek şekilde değirmenlere yükleme yapılıyor. Sistemde bir aksilik olduğunda, diyalim ki cevheri taşıyan bant koptuğunda ya da herhangi bir başka durumda, sistem duruyor. 38 mikrona kadar öğütülen kısım siklonlardan, siyanür ilavesinin yapıldığı liç ünitesine alınırken, öğütülmeyen kısım geri dönüyor. Liç ünitesine almadan önce yapılan işlemse öğütülmüş cevheri % 45'i katı, % 55'i sıvı olacak şekilde yoğunlaştırmak.

Bilgisayar sistemi aslında tüm süreci kontrol ediyor. Ortamın pH'ının düşmesi durumunda da bilgisayar uyarıda bulunuyor. pH'ta bir düşüş öyle aniden yaşanmıyor neyse ki. Bunun için en az 7-8 saat gibi bir süre gerekiyor. Bu süre de, sürekli kontrol altında tutulması koşuluyla erken müdahale için yeterli.

Öğütülmüş çamur halindeki cevherle birlikte, tanklara siyanür çözeltilisi pompalama zamanı da geliyor. Siyanürün olaya dahil olmasının nedeni, altının siyanürle tepkimeye girerek çözünmesi ve sıvı faza geçmesi. Bu arada tankın altından da oksijen veriliyor ortama. Siyanür, altın ve gümüşle bileşik oluşturarak katı altın ve gümüşün sıvı bazda tutulmasını sağlıyor.

Bu işlem tamamlandıktan sonra çözeltilinin altın ya da gümüş içermeyen kısmı, doğrudan arıtma ünitelerine gönderilirken, cevher içeren kısmı diğer tanklara gönderiliyor. Bu sırada,

Madenin Kadın Operatörleri

Vildan Güleç 24 yaşında Aşağıkırıklar Köyü'nden, Güler Ersöz ise 20 yaşında ve Pınarcık Köyü'nden. Her iki köy de madene yakın sayılır.

Vildan kırıcı operatörü, Güler de sıyırma operatörü olarak çalışıyor. İkisi de lise mezunu. 7 aydır madende çalışıyorlar. Önce 4 aylık bir eğitimden geçip, madenin hemen her bölümünde çalışmışlar. İki yıl içinde de tesisin her kademesinde çalışabilecek birer operatör durumuna gelecekler. Önceleri onlar da madene karşıymışlar, kesinlikle işletilmesini istemiyorlarmış. "Eğer maden çalışırsa, hepimiz ölürüz" diye korkuyorlarmış. Sonra birkaç arkadaş karar vermişler madeni gezmeye ve korktukları gibi olmaya-



© Serpil Yıldız

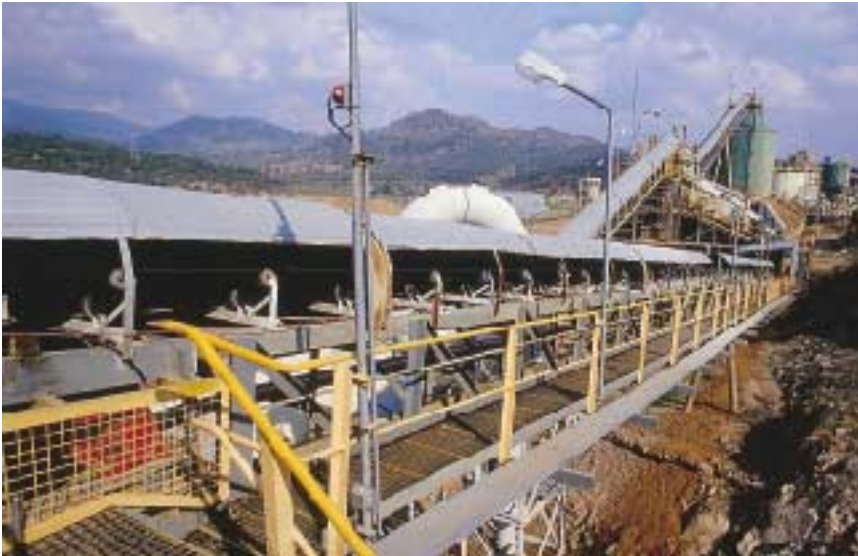
cağına kanaat getirmişler. 1-2 ay sonra açılan sınavlara girip madende çalışmaya başlamışlar. Çalışma koşullarının zorluk açısından herhangi bir işten farklı olmadığını, hatta maddi açıdan kendileri için oldukça doyurucu olduğunu söylüyorlar ve ekliyorlar "mutluyuz burada çalıştığımız için". Çevrelerinde madene karşı olanların sayısının çok azaldığını ve ailelerinin de Türkiye'nin ilk bayan operatörleri oldukları için kendileriyle gurur duyduklarını söylüyorlar. Madende kimsenin kendilerine kadın oldukları için ayrımcılık yapmadığını, aksine yüreklendirdiklerini de belirtiyorlar.



© Serpil Yıldız



Patlatmayla gevşetilen toprak, ekskavatörlerle cevher stok alanına taşınıyor. Burada cevher, tenör oranına göre sınıflandırılıyor.



Yürüyen bantlarla kırıcıya gelen cevher, önce çeneli kırıcıdan geçiyor. Daha sonra titreşimli elekte istenilen tane boyutunu yakalayan parçacıklar, elekten geçerken, geçemeyenler yeniden kırıcıya gönderiliyor.

tanklara akışın ters yönünde aktif karbon yükleniyor. Karbonun görevi, çözülmüş haldeki altın ve gümüşü çamurun içinden sıyırmak. Altın ve gümüş karbonun yüzeyinde tutunuyor. Karbon da eklenen çözelti, gözenekleri özel olarak ayarlanmış eleklerden geçiriliyor. Çamur elekten geçerken iri tanecekli karbon, elekten geçemiyor.

Elekte kalan karbon, sıyırma kolunda asit, su ve siyanürle yıkılıyor. Burada, karbona yapışan altın ve gümüş, karbonu terk ediyor. Şimdi artık altın ve gümüş yüklü bir sıvı var elde. Bu sıvı, elektrolit hücrelerinden geçiriliyor. Buradaki çinko gözeneklerine elektrik verildiğinde, yüklü altın ve gümüş tanecikleri bu gözeneklerde toplanıyor. Gözeneklerden çıkarılıp temizlenen ürün, potada 1200°C'de eritiliyor. Sonuçta, altın ve gümüş dore denilen nihai ürün külçelere dökülebiliyor. Altın ve gümüşün karışık halde bulunduğu bu son ürün, rafine edilmek üzere İsviçre'ye gönderiliyor.

Geriye kalan siyanürlü çamura, artma ünitelerinde kükürt dioksit, hava ve su verildikten sonra siyanür siyanata dönüştürülüyor. Siyanat, siyanüre oranla çok daha az zehirli. Bu arada oluşan sülfürik asitse, sisteme ilave edilen kireçle kireç taşı ve jipse dönüştürülüyor. Tanklarda suyla hidrolize uğrayan siyanat da amonyum ve karbona dönüşüyor. Öteki tankta da demir sülfat ilavesi yapılıyor. Cevherde bulunan ağır metallerin artırılması işlemi, burada gerçekleştiriliyor. Demir sülfat eklene-

Köylü Ne Diyor?

Pulat Bektaş, namı diğer profesör. Çamköy'de yaşayan köylüler kendisine bu adı yakıştırmışlar. Çamköy adına o konuşuyor madenle ilgili. Önce ülkenin kalkınması için madenlerin kesinlikle işletilmesi gerektiğini söylüyor. Sonra ekliyor, "Ancaak, toprağa, insana, canlılara zarar vermeden, risk oluşturmadan!" Profesör, yaşadıkları toprakların çok verimli olduğunu, bu nedenle çok değerli olduğunu ve yerleşim yerlerinin de birbirine çok yakın olduğunu söylüyor. Bu nedenle de çıkarılan cevherin yerleşim yerlerinden uzak ve verimli olmayan arazilerde işlenmesini talep ediyor.

Kafasında şöyle bir soru var "Bilimde bir şey ya vardır ya yoktur. Eğer bir kirlilik, zehirlenme, sızma ya da taşkın gibi bir olasılık varsa, o zaman risk de oluşmaz

mi? Peki, biz yıllar boyunca bu riskle yaşamaya mecbur muyuz?" Ama, köylülerin en çok içerledikleri şey, dediklerine göre devletin hiçbir görevlisinin kendilerini görmeye, bilgilendirmeye, onları bekleyen tehlikeleri ya da fırsatları anlatmaya gelmemiş olması. Bir istekleri var devlet-

Pulat Bektaş



ten: "Devletimiz buraya etüd çalışması yapmak üzere bir grup bilimadamı göndersin. Köylerimizin devletimize katkısı hesaplasın; bugüne kadar tarımdan elde ettiklerimiz, ödediğimiz vergiler, yarattığımız katma değer ve bundan sonra kazandıracaklarımız. Eğer burada çalıştırılan altın madeninin sekiz yılda kazandıracığından azsa, biz tüm dünyadan gereken parayı toplar devletimize veririm."

Civardaki köylerde teknolojik tarım yapılıyor.

En büyük gelir kaynakları zeytin. Profesör bundan 50 yıl önce zeytinin yağını çıkarmak için kocaman değirmen taşı kol gücüyle çevirdiklerini, yıllar geçtikçe bu ilkel yöntemlerin yerlerini yeni ve teknolojik yöntemlere bıraktığını söylüyor. "Şimdi" diyor Profesör, "Makinenin bir ucundan zeytini atıyoruz, öbür ucundan yağı çıkıyor. Bu maden de binlerce yıldır bu toprakların altında bekliyor. Acaba, zararsız bir yöntem bulunana kadar biraz daha beklese olmaz mı?"

rek, ortamda eşik değerin üstünde bulunan ağır metaller kararlı duruma getirilmeye çalışılıyor.

Arıtmadan geçirilen çamur ve çözelti, artık atık havuzuna doğru yola çıkabilir.

İşlenme sürecinde kullanılan siyanürün tesise taşınmasıysa, basınca ve ateşe dayanıklı, polipropilen torbalarda gerçekleştiriliyor. Katı briket halindeki siyanürün bulunduğu bu torbalar, tahta sandıklarda, tahta sandıklar da konteynerler içinde taşınıyor. Tesise gelen konteyner, kimyasal deposuna alınıyor. Gerek duyulan miktarda siyanür, tahta sandıkla siyanür hazırlama ünitesine getiriliyor. Tahta sandığın üstü hiç el değmeden açılıyor. Özel, geçirimsiz iş elbisesi giymiş ve maske takmış işçilerce siyanürün bulunduğu torba, yine el değmeden ufak bir vincin kancasına takılıyor. Uzaktan kumandayla yukarı kaldırılıyor ve demir kapaklar açılınca torba içeri yerleştiriliyor. Demir kapaklar kapatıldıktan sonra, torba bırakılıyor. İçeride bulunan bir demir çubuğa takılan torba yırtılıyor ve siyanür suyla buluşuyor.

Atık barajı, hem deprem verileri hem de meteorolojik veriler gözönüne alınarak afet yönetmeliğine uygun yapılıyor. Atık havuzunun inşası DSİ denetiminde gerçekleştirilmiş. Öncelikle, barajın kurulacağı doğal yapı ve yanal yüzeyler düzeltiliyor. Daha sonra sedde ve yanal yüzeylere 50 cm'lik sıkıştırılmış bir kil tabakası seriliyor. Bu kil tabakasının arasına yüksek yoğunlukta polietilen denen ve 10^{-10} geçirimsizlikte 1,5 mm'lik jeomembran yer sergileri seriliyor. Bunların üzerine 20 cm'lik ikinci bir kil tabakası seriliyor. İkinci kil tabakasının üstüne de drenaj malzemesi ve mıcır. Havuza atık bırakıldığında, çamur çöküyor; suysa drenaj sistemiyle ortadaki toplama kulesinde toplanarak altını arıtma sistemine geri pompalanıyor.

Atık havuzunun etrafında altı tane gözlem kulesi var. Bu kuleler aracılığıyla su, çöken toz partikülleri ve havada asılı kalan toz partikülleriyle ilgili düzenli ölçümler yapılabilir. Hem Sağlık Bakanlığı hem de İzmir Valiliği Denetleme Komisyonu istedikleri zaman bu kuyulardan su örnekleri alıp, denetleme yapabilir. Maden çalışmaya başlamadan önceki yapıyı bozacak herhangi bir değişiklik gözlenirse, ka-



Elekten geçen mıcır boyutundaki cevher, yine bantlarla kireç ilavesi yapılan üniteye getiriliyor. Daha sonra, değirmenlere taşınan karışım, altının serbestleşme boyutu olan 38 mikrona kadar öğütülüyor.



Tanklara alınan, öğütülmüş çamur halindeki cevhere burada siyanür ilavesi yapılıyor. Çözeltinin altın ya da gümüş içermeyen kısmı arıtma ünitesine gönderiliyor. Cevher içeren kısım, karbon adsorpsiyonu ve diğer işlemler için öteki tanklara aktarılıyor.



Tesisteki tüm işlemler, PLC bilgisayar ünitesine bağlı bir sistem aracılığıyla izleniyor.



Öğütücülerin, karbon adsorpsiyonunun ve siyanür liçinin gerçekleştirildiği bölüm.



Karbon, çözeltiden sıyırıldıktan sonra, altın ve gümüş içeren çözelti, elektrolit hücrelerinden geçiriliyor. Elde edilen altın ve gümüş tanecikleri 1200°C'de eritilerek, son ürün olarak külçelere dökülüyor.

Tartışılan Maden

Bergama'daki madenle ilgili birçok tartışılan nokta var. Bunlardan ilki, bölgedeki deprem riski. Kimi biliminsanları, Dikili-Bergama arasında, Kaynarca fayının bulunduğunu ve olası bir deprem sonrasında atık havuzu tabanında ya da yan duvarlarında oluşacak bir çatlağın tonlarca siyanürün ve ağır metal yüklü atığın yeraltı sularına karışacağını belirtiyorlar. 1939'da bölgede yaşanmış şiddetli depremin yineleceği korkusuna karşılık, Prof. Dr. Aykut Barka ve arkadaşlarının raporunda, Bergama Grabeni'nin kontrol edildiği fay sistemlerinin en az Halosen'den beri aktif olmadığı ve dolayısıyla madendeki atık barajını tehlikeye sokacak önemli bir deprem oluşturma potansiyelinin bulunmadığı anlatılıyor. Ayrıca raporda, atık havuzunun deprem sırasında 0,6 g yer immesine dayanacak sağlamlıkta inşa edildiği belirtiliyor. Yine rapora göre, havuzun etkilenmesi ancak bu düzeyin üstündeki katastrofik bir depremin etkisiyle olabilir. "Bu durumda atık havuzundaki hasarın, insanlar ve di-

ğer canlılar üzerindeki dolaylı etkisi, depremin yaratacağı doğrudan etkinin yanında ihmal edilebilir." deniyor.

Tartışmanın diğer ayağını, atık barajı oluşturuyor. Bu konudaki bir görüşe göre, atık havuzuna serilen plastik örtünün geçirimsizliği tartışmalı. Kaynakla birleştirilen örtüde delik ve yırtılma olmasının kaçınılmaz olduğunu söyleyenler, örtüde bir sızdırma olması durumunda, havuzda depolanan ve birincil derece kirlenici olan siyanür ve ağır metallerin yeraltı sularına sızma olasılığı çok büyük. Bu görüşe karşı olanlarsa, havuzun inşasının DSİ kontrolünde gerçekleştirildiğini ve havuzda kullanılan kil astarın geçirimsizliğinin 7×10^{-8} ve plastik örtünün geçirimsizliğinin 1×10^{-10} olduğunu söylüyorlar. Ayrıca, bütün bunlara karşın bir sızdırma olması durumundaysa, atık havuzuna gönderilmeden önce de bir arıtmanın yapıldığını ve siyanürün siyanata ve metal iyonlarının da metal tuzlarına çevrilerek kararlı hale getirildiği için her-

patma yetkisi kullanılabilecek.

Artık açık ocaktan alınıp, kırılan, öğütülen, siyanür liçinden geçen ve elektrolizle ayrıştırılan altın ve bu işlemlerden geriye kalan atıklarla ilgili işlemler sona erdi. Sıra yeraltındaki ocakta. Cevherin 2/3'lük kısmı yeraltından çıkarılacak. Bunun için $5 \times 5,5$ m boyutlarında, iş makinelerinin girip çıkabileceği bir galeri açılmış. Henüz damara ulaşılammış; ara nakliye galerisi açılıyor öncelikle. Patlatma yapılarak kayalar galeriden çıkarılıyor. Tahkimat yapıp, püskürtülmüş beton atılarak galeride ilerlemeye devam ediliyor. Damara ulaşıldığında, buradan çıkarılan toprak da açık ocaktan çıkarılan toprağın geçtiği süreçlerden geçecek.

Maden çalışmaya başladı; en azından deneme üretimi yapmaya. Ancak, tartışmalar hâlâ sürüyor. Yörede yaşayanların kimisi, maden çalışmaya başladıktan sonra, gerçekten madenin zararsız olduğuna inanmış, kiminin direnişiyse ekonomik kriz kırmış. Ancak kesin olan bir şey varsa o da Bergama halkının ilk baştaki direnişinin, madende bu denli güvenlik önleminin alınmasını sağladığı.

Elif Yılmaz

Kaynaklar
Eurogold Ovacık Altın Madeni TÜBİTAK-YDABÇAK Değerlendirme Raporu, İstanbul, Ekim 1999
www.eurogold.com.tr
www.mta.gov.tr
Avrupa Toplulukları Komisyonu, "Madencilik Faaliyetlerinin Emniyetli İşletilmesi: Yakın Geçmişte Meydana Gelen Madencilik Kazalarının İzlenmesi", Brüksel, 2000
"Baia Mare'deki Aurl S.A. Atık Tesisinden Sıvı ve Süspansiyon Halindeki Atıkların Taşarak Çevreye Yayılması" UNAEP, OCNHA Değerlendirme Heyeti Raporu, Cenevre, Mart 2000

hangi bir ciddi tehlike yaratmayacağını da ekliyorlar. Bunun yanında, siyanürün atık havuzuna <0,1 mg/l olarak boşaltılması ve doğal bozunma süreçleriyle tamamen ayrışması sonucu, serbest siyanürün toksik etkisinin ortadan kalktığı görüşünü de savunuyorlar.

Tartışılan kimyasal madde yalnızca siyanür değil elbette. Madendeki kayaların yapısı içinde bulunan 2.500 ton arsenik, 1.500 ton antimon, 600 ton kurşun ve yaklaşık aynı miktarda cıva, çinko ve kadmiumun aktif hale geçeceğini söyleyen bilimadamları, özellikle arseniğin çok ciddi sağlık sorunları yaratabileceğini söylüyorlar. 1993'te Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği, içme suyunda bulunabilecek en yüksek arsenik derişimi 0,01 mg/l. Buna karşılık, diğer görüş, madende işlenen cevherdeki toplam ağır metal içeriğinin benzer bir madenine oranla çok daha düşük olduğu yolunda. Madenin güvenli olduğunu savunanlar ayrıca, cevherin yüksek alkali özelliğinin de metal bileşenlerinin çözünbildiği bir ortam yarattığını vurguluyorlar.

Bunlar uzayıp giden tartışmaların bir bölümü, elbette ki her iki tarafın da birbirlerinin söylediklerine verilecek yanıtları hazır.