

Altın ve Gümüş Madenciliğinde Siyanür Kaynaklı Kimyasal Kazalarda Acil Durum Yönetimi Örneği

Bülent BÜYÜKKIDAN¹, Hüseyin GÜMÜŞ²

Özet

Sürdürülebilir kalkınmanın temel hedeflerinden biri ham madde olarak kullanılan doğal kaynakların en az tahribatla kullanılması ve tahribatın onarılmasıdır. Yüksek ekonomik katkılı ve istihdam sağlayan bir sektör olan değerli metallerin kazanımı çevreyle doğrudan ilişkili bir alandır. Bu da doğada bazen istenmeyen kalıcı tahribatlara neden olmaktadır. Sağlıklı toplum sağlıklı bir çevreyle mümkün olacağından, çevre tahribatının azaltılması ve istenmeyen çevre kazaları karşısında hazırlıklı olunması elzemdir. Altın ve gümüş madenciliğinde günümüzde en ekonomik yöntem olarak kullanılan siyanürleme tekniğinin çevreye etkileri devam eden bir tartışma konusudur. Bununla ilgili abartılı veya tehlikeyi küçümseyici değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu çalışmada altın-gümüş elde edilmesinde kullanılan ve atık barajlarında depolanan siyanürlü atıkların, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) bağlı Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer Tehditler (KBRN) birimi mevzuatına göre tehlike boyutu ve alınabilecek önlemler değerlendirilmektedir. Risk azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme uygulamalarından oluşan KBRN tehlikeleriyle mücadele adımlarının, siyanürlü baraj atıklarının çevreye dağılma tehlikesi karşısında nasıl uygulanması gerektiği tartışılmaktadır. 2011 yılında Kütahya sınırlarında bulunan gümüş işletmesinde atık barajının iç duvarlarının çökmesi sonucu siyanürlü atıkların etrafa dağılması tehlikesine karşı alınan tedbirler yaşanmış bir örnek olarak değerlendirilmektedir. Kriz masasının kurulması, tahliye planları, baraj duvarlarını güçlendirme faaliyetleri alınan tedbirlerden bazıları olup, çevre ve canlı sağlığına siyanürün etkileri ile öneriler verilmektedir. KBRN tehlike grubunda yer alan siyanürlü atıklara karşı öncelikle işletmenin sorumluluğundaki tedbirlerin alınması, çevre sakinleri ile iletişim halinde olunması, etkilenebilecek canlıların tespit edilmesi ve muhtemel senaryoların tahmin edilerek, gerekli hazırlıkların yapılmasına gerek duyulduğu varılan sonuçlardır.

Anahtar Kelimeler: KBRN Hizmetleri, Gümüş Madenciliği, Siyanür

¹ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya

e-posta/ e-mail: bulent.buyukkidan@dpu.edu.tr ORCID No: 0000-0001-9619-3246

² İş Sağlığı ve güvenliği Programı, Osmaneli MYO, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik

İlgili yazar e-posta/ Corresponding author e-posta/e-mail: huseyin.gumus@bilecik.edu.tr ORCID No: 0000-0002-2029-7978

Emergency Management Example in Cyanide Sourced Chemical Accidents in Gold And Silver Mining

Abstract

One of the main goals of sustainable development is the use of natural resources, which are used as raw materials, with minimal damage and repair of damage. The acquisition of precious metals, a sector with high economic contribution and employment, is an area directly related to the environment. That sometimes causes undesired permanent damage in nature. Since a healthy society will be possible with a healthy environment, it is essential to reduce environmental damage and be prepared for unwanted environmental accidents. The effects of cyanide technique, which is used as the most economical method in gold and silver mining today, on the environment is an ongoing debate. Exaggerated or underestimating evaluations are made in this regard. In this study, the danger size and the measures that can be taken of the cyanide wastes used in obtaining gold and silver and stored in the waste dams are evaluated according to the legislation of the Chemical Biological Radiological Nuclear Threats (CBRN) unit affiliated to the Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD). It is discussed how the steps to combat CBRN hazards consisting of risk reduction, preparation, intervention and improvement practices should be applied in the face of the danger of dispersing cyanide dam wastes to the environment. The measures taken against the risk of cyanide wastes being dispersed as a result of the collapse of the inner walls of the waste dam of the Gümüş plant in 2011, located at the borders of Kütahya, are considered as an experienced example. Some of the measures taken are set up the crisis desk, evacuation plans, and strengthening the dam walls, suggestions on the effects of cyanide on the environment and living health are given. It is concluded that, taking necessary precautions on the responsibility of the enterprise against cyanide wastes in the CBRN hazard group, communicating with the residents of the environment, identifying the creatures that may be affected, and estimating the possible scenarios, making necessary preparations are needed.

Keywords: CBRN Services, Silver Mining, Cyanide

1. ALTIN, GÜMÜŞ MADENCİLİĞİ VE SİYANÜR KULLANIMI

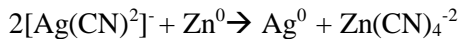
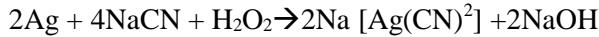
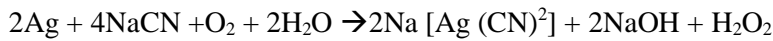
Altın ve gümüş madenciliği günümüzde önemli ekonomik katma değeri olan ve aynı zamanda istihdamın sağlandığı önemli sektörlerdendir. Değerli metallerin ve madenlerin keşfedilerek topraktan ayrıştırılması ve işlenebilir hale gelmesi insanlık tarihinde önemli dönüm noktalarından birisidir. Havayla temas sonucu kolayca oksitlenmeyen, asidik, bazik ve çeşitli kimyasallara maruz kalmasına rağmen herhangi bir bozunma veya aşınmaya uğramayan malzemeler tarih boyunca ürün ve hizmetin karşılığı olarak kullanılmıştır. Özellikle bakır ve alışımlarının keşfedildiği tunç devri (MÖ 2000'li yıllara uzanan) olarak nitelendirilen çağdan sonra altın ve gümüş metallerinin keşfine ve kullanımına rastlanmaktadır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde olduğu gibi Anadolu topraklarında bulunan zengin maden yatakları insanlık tarihinden itibaren işletilerek adını duyurmuştur. İlk bakır, demir ve kurşun uygulamalarının Anadolu'da yapıldığı, ilk madeni paranın Lidyalılar tarafından MÖ 700 yıllarında kullanıldığı tarihi kaynaklardan öğrenilmektedir. Osmanlı döneminde bazı altın ve gümüş madenlerinin işletilerek ekonomiye katkı sağlandığı görülmektedir. 1935 yılında kurulan Maden Tetkik ve Arama Kurumu (MTA) ile değerli madenlerin çıkartılması ve ekonomiye kazandırılması amaçlanmıştır (DPT, 2001). Yüzeye yakın yataklar olarak tanımlanan ve basınçlı sıcak sular ve kayalarda çeşitli kimyasal tepkimeler sonucu oluşan altın yatakları epitermal maden kuşağı olarak adlandırılmakta ve ülkemizdeki altın madenlerinin oluşumuyla ilişkilendirilmektedir

(Kırıkoğlu, 1990). Amerika'nın Nevada, Colorado, California eyaletleri, Şili, Dominik Cumhuriyeti, Meksika, Japonya, Filipinler, Yeni Zelanda, Papua Yeni Gine, Endonezya Pasifik epitermal kuşağının kapsadığı yerleşim yerlerinden olup önemli altın ve gümüş rezervlerine sahiptir (Torres, Gurmendi ve Velasco, 1998). Altın ve gümüşün kazanımında benzer yöntemler kullanılmaktadır. Ergitme, flotasyon ve amalgamasyon yöntemleri genellikle yüksek tenöre sahip cevherlerin işlenmesinde etkili olurken, düşük maden potansiyeline sahip yataklardan değerli metal elde edilmesinde siyanürle zenginleştirme en etkili yöntem olarak uygulanmaktadır. Siyanür liçi olarak da bilinen bu yöntemde, değerli metal içeren toprak öğütülerek mümkün olduğu kadar küçük parçacıklar haline getirilir. Suyla karıştırılan öğütülmüş toprağa asitlik düzenleyici ve siyanür eklenerek altın/gümüş metallerinin siyanür komplekslerinin oluşması sağlanır. Siyanür çözeltisinin doğrudan maden yataklarına verilerek geri alındığı "yerinde liç" ve cevher yığını üzerine püskürtüldüğü "yığın liçi" yöntemleri mevcuttur. Ancak daha maliyetli fakat kazanımı yüksek süzdürme veya tank liçi özellikle yüksek tenöre sahip cevherlerin işlenmesinde kullanılmaktadır (URL 1).

Siyanürleme tekniği endüstriyel olarak altın ve gümüş madenlerinin kazanımı amacıyla yaklaşık 100 yıldan beri uygulanmaktadır. Gelişen teknolojinin altın ve gümüş madenciliğine entegrasyonu, siyanürleme yönteminden daha verimli ve ekonomik bir alternatif bir yöntem geliştirmede ne yazık ki etkili olamamıştır. Güney Amerika ve Avustralya açık ocaktan yığın liçi ile altın/gümüş üretiminde dünyada önemli bir paya sahiptir (Mudder ve Botz, 2008). Dünyada üretilen hidrojen siyanürün %70-80'i ABD'de üretilmekte olup, üretilen sodyum siyanürün 3'te biri madencilik sektöründe kullanılmaktadır. Hidrojen siyanürün %94'ü başlıca elektronik, yangın geciktirici, boya, kozmetik, ilaç ve plastik sektörlerinde kullanılmaktadır. Bunun yanında dünyada üretilen siyanürün yaklaşık 1/3'ü altın gümüş madenciliğinde kullanılmaktadır.

Latince de "Argentum" kelimesinin kısaltması olan Ag simgesiyle tanımlanan gümüş, insanlık tarihinde uzun yıllardan beri ekonomik değere sahip metaller arasında olup altın ile benzer işleme prosesiyle elde edilmektedir. Kütahya Gümüş köyünde açık işletme şeklinde yürütülen gümüş madenciliğinin MÖ 2000'li yıllara dayandığı varsayılmaktadır. Rezerv miktarı 178g/ton gümüş olarak belirlenen alanda, beş farklı gümüş cevherinin olduğu maden yatağında gümüşün yanı sıra çinko, bakır, arsenik, kurşun ve antimon bileşikleri de beraber bulunmaktadır (DPT, 2001; Akçakoca, Akdaş ve Uysal, 2004). Gümüş eldesi, cevherinin kırılarak öğütülmesi, bazik siyanür çözeltisinin gümüş metaliyle $Ag(CN)_2^-$ komplekslerini oluşturması ve CN^- 'ün Zn (veya aktif karbon) metal katyonuyla yeni kompleks bileşikleri yapması sağlanarak gümüşün serbest bırakılmasına dayanmakta olup, mekanizması aşağıda gösterilmiştir (Göksu, Aktas ve Çilek, 2009; URL 2; Vázquez vd., 2014; URL 3).



Günümüzde özellikle altın ve gümüş madenciliğinde oldukça önemli bir kimyasal olan siyanürün canlı organizmalara ve çevreye olan zararları tartışma konusudur. İçme suyunda 200 µg/L, yiyeceklerde 5 ppm ve iş yeri atmosferinde $Ca(CN)_2$, KCN, NaCN ve HCN türevlerinin 10 mg/m³ aşılması gereken değerler olarak belirlenmiştir. Uluslararası sınır değerleri göz önünde bulundurulduğunda (Akçıl, 2001) siyanürün dikkatli kullanılması gereken bir kimyasal olduğu anlaşılmaktadır. Her ne kadar liç işlemlerinde kullanılan siyanür çözelti derişimleri % 0,01-0,05 gibi küçük değerlerle ifade ediliyor olsa da canlı organizma için zehirlenme sınırı göz önünde bulundurulduğunda oldukça riskli olduğu görülmektedir (Logsdon, Hagelstein ve Mudder, 1999)

Dünyada özellikle siyanürün kullanıldığı madencilik sektöründe (1991-2003) meydana gelen kayıtlara geçmiş kazalara bakıldığında baraj kazası, nakliye kazası ve boru hatlarındaki kazalar görülmekte, katı ve sıvı siyanürün etrafa dağıldığı kaydedilmektedir. Baraj atık çamurunun ve suyunun çevreye yayıldığı ancak bu kazalarda insan ölümlerine rastlanmadığı aktarılmaktadır (Mudder ve Botz, 2008). Ancak siyanürün kısa ve uzun vadede çevre ve insan sağlığına etkileri göz ardı edilemez. Siyanürün kullanıldığı işletme kaza kayıtlarında insan ölümlerine rastlanmamış olması, benzer faciaların yine hafif atlatılacağı ve hiçbir canlıya zarar vermeyeceği anlamına gelmemektedir. Farklı işletmelerde meydana gelecek kazaların sonuçları önceden yapılacak çalışmalarla tahmin edilerek kontrol altına alınmalıdır.

Genel olarak maden sektöründe grizu patlaması ve zehirlenmesi, kömür tozu patlaması, göçük, ocak yangınları, su baskınları, şev kaymaları ve alet ekipman kaynaklı kazalar en sık rastlanan tehlikelerdir (Yaşar, İnal, Yaşar ve Kaya, 2015). Doğrudan felaket olarak adlandırılmasa da siyanür işletmelerinin en önemli bir parçası olan atık barajlarının patlama, deprem, yağmur ve diğer etkilerle sızdırması veya taşarak etrafa dağılması doğal ortam için ciddi bir potansiyel tehdit unsurudur. 2000 yılında Romanya'da meydana gelen maden kazası sonucunda nehirlere karışan baraj atıkları su canlılarının ölümüne neden olmuştur (Csagoly, 2000). Bu kaza Çernobil nükleer kazasından sonra en yıkıcı endüstriyel kazalardan biri olarak kayıtlara geçmiştir. Kaza sonucunda nehirlere taşınan atıklar kazanın olduğu Romanya'dan başlayarak Macaristan, Bulgaristan, Yugoslavya topraklarındaki canlı yaşamı etkilemiştir (Cunningham, 2005).

Toprak yapısının geçirgenliği, gerekli kontrollerin eksikliği nedeniyle baraj çevresinde çeşitli siyanür sızıntıları yaşanmıştır. Ayrıca açık havuzlardaki siyanürün HCN olarak havaya salınımı da belirli derişimlerde ciddi tehdit oluşturma potansiyelindedir (Mudder ve Botz, 2008; Kahn, 2003). Siyanürün boşaltma, yükleme ve nakliye işlemlerinden liç tanklarında kullanımına kadar görev alan personelin güvenlik eğitimleri, koruyucu maske, giysi, solunum aparatları, göz yıkama ve duş imkanları olan ilk yardım istasyonları, sabit ve taşınabilir gaz ölçüm cihazları ve acil durumlarla ilgili politikaların belirlenmiş ve gerekli tedbirlerin alınmış olması gerekmektedir (Logsdon, Hagelstein ve Mudder, 1999). Asidik pH ortamında serbest CN⁻, hidronyum (H⁺) iyonlarıyla birleşerek uçucu HCN bileşiklerine dönüşmektedir. Bu durumun hem işletme ortamında çalışanlar hem de atık barajlarına yakın ortamda yaşayan insan ve diğer canlılar için ciddi bir tehdit oluşturmaya rağmen, baraj etrafında ve belirli yerleşim yerlerinde serbest HCN'yi izleyen herhangi bir ölçüm ve değerlendirme yönteminin olmayışı, serbest HCN etkisinin göz ardı edildiğini göstermektedir. İşletme ortamındaki liç atık çözeltilerinin asitlik değeri 10,5 civarında olup, bu pH değerindeki atık, baraja gönderilmektedir. Ancak açık hava, yağmur ve ortamda bulunan ve bazik pH değerinde çöken metal katyonlarının etkisi ile çözelti pH değerinin HCN açığa çıkartacak asidik değere ulaşma ihtimali vardır. Siyanürün bakır, nikel, çinko ve gümüş gibi zayıf asit etkisiyle çözünebilir (WAD) ve altın, kobalt gibi kuvvetli metallerin varlığında çözünebilir olmak üzere iki tip bileşikler mevcuttur. Liç işleminden arta kalan atıklarda faklı siyanür formları bulunabilir ve bunların çevreye etkileri söz konusu olup bertaraf prosesleri geliştirilmiştir. Atıklardaki siyanürün SiO₂, H₂O₂, aktif karbon ile adsorpsiyon, demir siyanür şeklinde çöktürme ve biyolojik bertarafı, doğal, kimyasal, biyolojik ve çöktürme yöntemleriyle mümkün olup, bu yöntemlerden işletme için en etkili olanı kullanılarak siyanürün zararı en aza indirilmeli veya ortadan kaldırılmalıdır (Botz, 2001). HCN'nin izin verilen eşik değeri 4,7 ppm olarak belirlenmiş, 20-40 ppm'lik derişimlere birkaç saat maruziyet sonrasında solunum güçlükleri, 250+ ppm değerinde birkaç dakika içinde ölüm gerçekleşeceği rapor edilmiştir. Ağız yoluyla CN⁻ zehirlenmesine neden olabilecek doz kg başına 1-3 mg olarak kaydedilmiş olup, deri ile zehirlenme dozunun ise daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Logsdon, Hagelstein ve Mudder, 1999). Bu nedenle atık barajlarından oluşabilecek HCN'ün tesis içindeki çalışanlara ve etraftaki canlılara etkilerinin göz önünde bulundurularak, gerekli tedbirlerin alınması büyük önem arz etmektedir.

Maden sektörü ekonomik getirileri göz önünde bulundurulduğunda önemli katkıları olan bir faaliyet alanıdır. Bu getiriler alınacak güvenlik tedbirleri ve uygulanacak standartlarla

sürdürülebilir kalkınma olarak tescillenmelidir. Madencilikte siyanür kullanımı ve birçok maden faaliyetlerinde açığa çıkabilecek atıkların kontrolünü sağlamak üzere 29417 sayılı "Maden Atıkları Yönetmeliği" düzenlenmiştir. Md.5 Genel Hükümler başlığı altında, maden atıklarının tanımı, miktarı, bertaraf yöntemleri ve gerekli bütün hükümler yer almaktadır (URL 4). Md. 21 "atık WAD siyanür miktarı 10 ppm değerini geçmemelidir" ifadesiyle siyanür derişiminin izin verilen sınır değerini belirtmekte, alınması gereken tedbirler ve acil eylem planı, kimyasalların içeriği, saha yeterlilikleri ve özellikleri gibi pek çok hüküm içermektedir.

Siyanürün taşınması ve atıklarının bertaraf edilmesi sırasında yaşanan kazalar ve ihmaller yersiz sayılamayacak endişelere yol açmaktadır. Amerika'da Buffalo, New York yakınlarında zehirli maddelerin taşındığı karayolu ve demir yollarının etrafında bir grup vatandaşın gönüllü olarak yaptığı araştırmalar ve analiz sonuçları WNY Drilling ve Defens şirketi tarafından toplanmıştır. Kasım 2019'da alkol, ham petrol, bütan ve uçak yakıtının kalsiyum siyanür (CaCN) ile aynı trende taşındığı tespit edilmiştir. Böyle bir ortamda çıkabilecek bir yangının büyüklüğünün yanında, suyla birleşmesi sonucu ortaya çok zehirli gazların çıkacağı vurgulanmış ve uyarılmıştır (Ziolkowski, 2020). Maden veya çevre ile doğrudan ilişkisi olan bütün sektörlerin öngörülebilir ve öngörülemez kazalar sonucunda canlı ve cansız ortamı tehlikeye atma potansiyeli mevcuttur. Bu derlemede siyanür kullanımına dayanan bir maden işletmesinin yapay ve doğal kaynaklı başlatıcı etkisiyle harekete geçebilecek siyanür kaynaklı potansiyel tehditleri ve bu tehditler karşısında KBRN kapsamında uygulanacak risk azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirmeden oluşan acil durum yönetimi adımlarına göre alınacak tedbirlere yer verilmektedir. Gerçek bir işletmede siyanür atık barajının iç duvarının çökmesi sonucu yapılan çalışmalar değerlendirilerek öneriler belirtilmektedir. Atık barajının iç duvarında meydana gelen çökme doğrudan çevreye veya canlılara zarar vermemiş olsa da baraj duvarının tamamen çökmesi tehlikesini hatırlatmış ramak kala bir olay niteliğindedir. Bu nedenle başta sektör yöneticileri olmak üzere, kamu ve sivil toplum kuruluşları ile siyanürün kullanıldığı çevrede yaşamını devam ettiren halka düşen görev ve sorumluluklara yer verilmektedir.

2. ACİL DURUM YÖNETİMİ

KBRN hem bilinçli hem de kaza sonucu ortaya çıkan ve doğal dengeyi bozmak suretiyle toplum sağlığını tehdit eden kimyasal, biyolojik, radyoaktif ve nükleer kaynaklı tehlikeleri ifade etmek için kullanılmaktadır. KBRN kaynaklı tehlikelerin çok sayıda kişiyi etkilemesi, etkilerinin artarak devam etmesi, çevrede kalıcı ve yıkıcı zarara neden olması ve ölüm, sakat kalma ve yaralanma gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olma potansiyeli nedeniyle, toplumlar tarafından birinci öncelikli konulara dahil edilmiştir. Dünyada birbirine paralel olarak gelişen sanayileşme, geniş kapsamlı savaşlar ve terör saldırıları KBRN kavramına ilginin artmasında rol oynamıştır. Savaşlarda ve saldırılarda kullanılan kimyasal silahlar, dünyanın en ücra köşelerinde açığa çıkan ancak küreselleşen dünyada hızla yayılabilen salgın hastalıklar, kitle imha etkili nükleer silahlar ve büyük endüstriyel kazalar, her an kapıdaymış gibi hazırlıklı olmayı zorunlu hale getirmiştir. Bu tehlikelerden korunmak, tehlike kaynaklarının ve tehlikelerin tam olarak bilinmesinin yanında etkili yönetim planlarının oluşturulmasıyla mümkündür. Bu kapsamda oluşturulan KBRN birimlerinin görevleri yönetmelikte "Yurt içinde veya dışında meydana gelip ülkemizi etkileyebilecek olan kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer tehdit ve tehlikelere karşı halkın sağlığının ve çevrenin korunması, can ve mal kaybının en aza indirilmesi için gerekli tedbirlerin aldırılması" şeklinde tanımlanmaktadır (URL 5). KBRN kaynaklı tehlikelere yaklaşım etkin ve bilinçli bir ekip ve birikim gerektirir. Bu ekip ve iş birliğinin çeşitli alanlarda uzman kişilerden oluşmasının daha verimli ve önleyici olacağı belirtilmiştir (Varol ve Kaya, 2018). Düzenli bir acil durum yönetimi aşağıdaki adımlardan oluşur.

2.1 Risk azaltma

Risk azaltma tehlikeli bir durum meydana gelmeden önce alınacak tedbirleri kapsamaktadır. Bu yaklaşım tehlikelerle mücadelede ilerici yaklaşım uygulamalarıdır. Böylece yıkıcı olaylar meydana gelmeden önce oluşabilecek olumsuz durumlar teorik olarak belirlenir, etki boyutları saptanır. Yapılacak hazırlıkların haritası risk azaltma aşamasında tespit edilir (Şahin ve Üçgül, 2019). Bu düzenleme 2009 yılında 5902 sayılı kanunla çıkartılan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından vizyon olarak benimsenmiş olup metinde "afet ve acil durumlar ile ilgili çalışmalarda sürdürülebilir kalkınmayı esas alan risk odaklı, etkili ve güvenilir hizmet sunan uluslararası düzeyde model alınabilecek yönlendirici ve koordinatör bir kurum olmak" şeklinde ifade edilmektedir (URL 6). Görüldüğü üzere bu yaklaşım afet ülkesi olan Türkiye'de doğal ve endüstriyel kaynaklı kitlesel yıkıcı etkiye sahip olayların önceden tahmin edilmesini ve gerekli önlemlerin alınmasını içermektedir. Bu yeni uygulama AFAD prosedüründe kriz yönetiminden risk yönetimine geçiş olarak nitelendirilmektedir. AFAD, toplumu etkileyebilecek olaylara müdahale birimlerini 10 ana başlıkta tanımlanmış ve görev dağılımlarını tanımlamıştır. KBRN hizmet grubunda kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer risklerin belirlenmesi önlenmesi azaltılması söz konusudur. Risk azaltma yöntemlerinde öncelik tehlike kaynağının belirlenmesidir.

Kimyasal tehlikeler; doğal veya yapay olarak üretilebilen, endüstriyel kazalar sonucunda veya savaş, sabotaj gibi olaylarda kasıtlı olarak insanlara zarar vermek amacıyla kullanılan her türlü zehirli kimyasallar olarak özetlenebilir. Kimyasal savaş ajanları olarak bilinen bu grup, insanlara yaralamak, öldürmek, besin kaynaklarını kurutmak, yok etmek veya kullanılamaz hale getirmek suretiyle zarar vermek için kullanılır. Bunların da kendi arasında sınıflandırması sinir ajanları (tabun, sarin, soman vb.), yakıcı gazlar (azotlu hardal, kükürtlü), akciğer tahrip ediciler (fosgen, klor gazı), kan zehirleri (hidrosiyanik asit, siyanojen klorür), kapasite bozucu ajanlar (narkotik bileşikler), kargaşa bastırıcı ajanlar (göz yaşartıcı, kusturucu vb.) şeklindedir (Yücel, 2019). Bunun yanında endüstriyel amaçlı kullanım alanına sahip fakat çevreye ve canlılara toksik etkiye sahip kimyasallar da tedbir alınması gereken zararlılar arasındadır. Bu kimyasallar yüksek, orta ve düşük tehlikeli kimyasal olarak gruplandırılmaktadır (U.S. Department Of Justice, 2002). Bunlardan amonyak, formaldehit, sülfürik asit, kükürt trioksit, arsenik triklorür bazı örneklerdir. Biyolojik ajanlar; insan hayvan ve bitkilere zarar veren ya da ölümlerine sebep olan organizmalar veya bu organizmaların ürettiği toksinler olarak nitelendirilmektedir (URL 7). Biyolojik ajanlar kasten kullanılabilir veya ticari, endüstriyel faaliyetlerin yanında yanlış laboratuvar uygulamaları sonucunda etrafa yayılabilir. Bakteri, toksin ve virüs başlıca biyolojik tehlikeler grubunu oluşturur ve KBRN uygulamaları kapsamında tedbir alınması gereken tehlikeler arasındadır. Radyoaktif tehlikeler, bir atomun elektronlarının enerji seviyeleri arasında geçişi sonucunda açığa çıkan farklı enerji türleri olarak nitelendirilebilir. Günlük yaşamda kozmik ve yer küre radyasyonu gibi doğal kaynaklardan yayımlanan etkinin yanında cihazların oluşturduğu manyetik, infraret dalgalar, TV telsiz ışınları aktif radyasyon kaynaklarıdır. Bunların yanında aşındırıcı etkiye sahip ve parçacık etkili alfa, beta, gama, nötron ve X ışını radyasyonları proton, nötron, elektron parçacıklarının farklı enerji düzeylerinde etkileri olarak nitelendirilir (Odabaş, 2019). Bazı elementlerin yapısal dönüşümü sonucunda belirtilen radyasyonun açığa çıkması oldukça kolaydır ve canlı organizmanın fonksiyonlarını bozucu düzeye ulaştığında etkili bir tehdit unsurudur. Uranyum, toryum, radyum önemli radyoaktif elementlerden olup, bilinen radyasyon kaynaklarıdır. Ancak tarım, sanayi ve gıda gibi birçok alanda bazı maddelerin izotopları olarak kullanılan (döteryum, fosfor vb.) kimyasallar da az bilinen radyasyon kaynaklarıdır. Yönetmelikte iş yerlerine risk kavramı, "Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini", risk değerlendirmesi, "İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar" olarak tanımlanmaktadır (URL 8). Bu tanım her ne kadar iş yerleri için geçerli olsa da yine yönetmelikte büyük iş kazalarının risk değerlendirmesinin de

yapılması gerektiğini vurgulamakta olup, afetler büyük etkili kazalar olarak nitelendirilmekte ve risk değerlendirmesinde bu yönetmeliğin örnek alınabileceği görülmektedir. Risk değerlendirmesinde başlıca tehlikenin vereceği zarar ve oluşma olasılığı yer almakla beraber, kaza sıklığı, frekans, çalışanlarla ilgili değerlendirmelere de yer verilebilmektedir (Doğruluk, vd., 2018). Siyanürün kullanıldığı gümüş işletmesinde atık siyanür barajlarını ayıran duvarın içeride yıkılması, siyanürün dışarıya yayılma tehlikesini gündeme getirmiştir. KBRN grubu tehlikelerinden siyanürlü atık çamurun etrafa yayılması sonucu meydana gelecek olayların değerlendirilerek, hazırlıklı olunması bu konunun odak noktasıdır. Bu kapsamda gümüş işletmesinde temel risk değerlendirme örneği ve öneriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Atık Gümüş Barajı İçin Olası L Tipi Risk Şiddeti Değerleri

Tehlike Kaynağı	Tehlikeli Durum	*Şiddet	**Olasılık	Risk Değeri	Öneriler ve Hazırlıklar
Atık barajındaki kimyasallar	Tehlikeli kimyasalların sızma, buharlaşma sonucu canlılara ve çevreye bulaşması	Ölüm, ağır yaralanma (5P)	Barajda atık olduğu sürece (5P)	25	Sızıntı olup olmadığının sürekli kontrol edilmesi, açık depolama alanına deşarj edilen toksik madde miktarının seyreltilmesi
Atık barajı	Baraj setlerinin yıkılması sonucu toksik atığın etrafa dağılarak canlı metabolizmasına karışması	Ölüm, ağır yaralanma (5P)	Baraj dolu olduğu sürece (4P)	20	Baraj setlerinin dayanımı ve doluluk oranının sürekli izlenmeli, işletme hızı ve doluluk hesaplaması yapılmalı
Atık barajı	Atığın ağır yükünün canlı ve cansız varlıklar üzerine kayması	Ölüm, ağır yaralanma (5P)	Baraj dolu olduğu sürece (4P)	20	Setlerinin dayanımı ve doluluk oranı sürekli izlenmeli, işletme hızı ve doluluk analizi yapılmalı
Açık ocak işletmesi	Açık ocakta yürütülen patlatma çalışmaları atık barajının duvarlarını zayıflatabilir	Ölüm, ağır yaralanma (5P)	Baraj dolu olduğu sürece (4P)	20	Patlatmaların şiddeti hesaplanarak baraj setlerine zarar vermeyecek düzeyde ayarlanmalı
Açık ocak işletmesi	Açık ocaktaki kırma, patlatma ve kazı işleri artıkları etrafa dağılabilir, çevre dengesini bozabilir	Hafif yaralanma, maddi hasar (2P)	Açık ocaktan hammadde alındığı süre boyunca (5P)	10	İşletme öncesi gerekli güvenlik önlemleri alınmalı, cevherin alındığı alanlar restore edilmeli
Atık barajı	Atık barajına yaklaşan insan, evcil ve yaban hayvanları doğrudan etkilenebilir	Ölüm, ağır yaralanma (5P)	Barajın koruma ve gözlemleri aksadığı sürelerde (3P)	15	Baraj etrafındaki koruma ve gözlem hatları iyi kontrol edilmeli. Teknolojik koruma ve denetim sağlanmalı
Atık barajı	Baraj çevresinde bulunan diğer işletmelerin faaliyetleri, sabotaj vb. sonucu atığın etrafa saçılması veya münferit etkilenme	Ölüm, ağır yaralanma (3-5P)	Çoğu zaman (3-5 P)	9-25	Yukarıda belirtilen önlemlere ek olarak, yakınlarda faaliyet gösteren işletmelerin etki değerlendirmesi yapılmalı, gerekli tedbirler alınmalı

* : şiddet puanlamaları, ölümcül (5P), ağır yaralanma (4P), yaralanma (3P), hafif yaralanma (2P), yaralanmasız maddi hasar (1P)

** : olasılık puanlamaları, heran (5P), günde bir (4P), haftada bir (3P), ayda bir (2P), yılda bir (1P)

Bu örnek tablo, 5x5 L tipi matris kullanılarak olasılık ve şiddetin çarpımından oluşan ve risk şiddetinin puanlandığı temel gösterim örneği olarak varsayım yöntemiyle hazırlanmıştır. İşe yarar bir risk değerlendirmesi prosesin güçlü ve zayıf yönlerinin çok iyi bilinmesiyle yapılabilir. Bunun yanında kaza oranlarının meydana gelme sıklığı, etkilenecek personel sayısının da değerlendirmeye alındığı risk değerlendirme yöntemleri daha faydalı olabilir. Risk değerlendirmesinin amacı meydana gelebilecek tehlikelerin önceden bilinmesi olup, KBRN unsurlarından birinin oluşturabileceği bir etkinin öngörülmesinde de kullanılabilir. Her işletme risk değerlendirmesini çalışanlarını tehlikelerden korumak amacıyla yapması yasal gerekliliktir. Etrafa vereceği tehdit ve zararların ise acil durum planlarında değerlendirilmesi ve çözüm önerilerinin sunulması gerekmektedir.

2.2 Hazırlık

Afetlerden korunmak için yeterli bilgiye sahip olunması gerekir. Bu bilgi öncelikle afet hakkında olmalı ve boyutları göz önünde bulundurulduğunda vereceği zarar değerlendirilerek tedbirler alınmalıdır. Geleneksel yöntemde afet yönetiminde afet öncesi ve sonrası olmak üzere iki aşama düşünülürken; gelişmiş anlamda bu aşamalar Türk Kızılay'ına bağlı "Afet Operasyon Merkezi (AFOM)" tarafından hazırlık, müdahale, iyileştirme veya zararsızlaştırma olarak tanımlanmakta ve uygulanmaktadır (URL 9). Hazırlık aşaması önceden tanımlanmış tehlikeler olası riskler göz önünde bulundurulurken meydana gelebilecek tehlikeli durumun ortadan kaldırılması, zarar gören canlıların bu tehlikelerden kurtarılması, kayıpların aranması ve canlıların yaşamlarının güvenli şekilde sürdürebilmeleri için gerekli barınma-beslenme gibi hayati ihtiyaçların karşılanması için gerekli tedbirlerin alınması adımları yer alır. Bütün bu faaliyetler deneyimli uzman ekipler tarafından önceden planlanmış süreçlerle yürütülür. Unutulmaması gereken bu süreçlerin başarısının bir önceki ve bir sonraki süreçteki başarıyla doğrudan ilgili olduğudur.

"Ulusal Düzey Beslenme Hizmet Grubu" tarafından ülke genelinde yürütülen ve afet durumunda beslenme hazırlıkları, genel ve belirli konularda eğitimler, seminerler, afet durumunda sağlık hizmetleri AFOM tarafından yürütülen afet hazırlık aşamalarına birkaç örnek niteliğindedir. Hazırlık, bütün birimlerin hazırlığını ve bu birimlerin etkili şekilde koordinasyonunu içermelidir. Bunun yanında tek seferlik olmamalı ve sürekli güncel tutulmalıdır.

Gümüş tesisinde olası riskler göz önünde bulundurulduğunda, tehlikeli durum meydana gelmeden önce yapılacak geliştirmelerden ziyade, tehlikeli durum oluşması halinde yapılacaklara karşı hazırlıklı olunmalıdır. Tablo 1'de belirtilen atık barajının çökmesi, tam olarak acil durum adımlarıyla ele alınması gereken bir tehlikeli durumdur. Böyle bir durum için hazırlık genel hatlarıyla şu şekilde olabilir:

- Acil durum ekipleri, arama, kurtarma, ilk yardım ekipleri önceden belirlenmiş ve teçhizat verilmiş olmalı
- İş yeri içinde ve iş yerinin diğer kuruluşlarla iş birliğini sağlayacak organizasyonu yürütecek olay müdahale ekipleri ve kurulu ile bu kurulun görevleri tanımlanmış olmalı
- Atıkların yayıldığı alandan etkilenecek yerleşim yerlerindeki önceden bilgilendirilmiş ve haberleşme yöntemleri belirlenmiş olmalı
- Tehlikeli durum sonucunda meydana gelebilecek maddi hasar ve hasarın giderilme yöntemleri hesaplanmalı

Buradan anlaşıldığı gibi, etkili hazırlık yapılabilmesi için risklerin doğru ve eksiksiz bir şekilde belirlenmiş olması gerekmektedir. Her tehdit unsurunun etki edeceği hedef canlılar, ekonomik

durum, sağlık tehditleri gibi göz önünde bulundurulduğu sürece etkin bir hazırlık yapılabilir ki bu da doğrudan bütün ilgili grupların dahil edilmesini gerektirmektedir.

2.3 Müdahale

Afet meydana geldiğinde önceden öngörülen ve öngörülemeyen tehlikelerin giderilmesi, canlıların kurtarılması, arama kurtarma, ilk yardım, afetten zarar görenlerin tahliye işlemleri yürütülür. Hız ve birlikte hareket etme bu aşamada son derece önemlidir. KBRN tehlikelerine dair görev yönetmeliğinde kamu ve sivil toplum kuruluşlarının görev ve sorumlulukları birlikte hareket etmenin önemini vurgulamaktadır. Afetzedelerin bilgilendirilmesi ve zarar görmelerinin en aza indirgenmesi için bilgilendirme çalışmaları da müdahale aşamasında yapılır.

Afet durumunda ihtiyaç duyulan bir diğer husus barınma ihtiyacıdır. Müdahale edilerek kurtarılan ve tahliye edilen afetzedelerin barınmalarının en azından afet sonrasına kadar temin edilmelidir. Bunun için Türkiye’de aktif olarak faaliyet gösteren Kızılay, birçok yurt içi ve yurt dışındaki afetlerde barınma çadırları temin etmektedir. Son olarak Arnavutluk’ta Eylül ve Kasım 2019’da meydana gelen depremden sonra Türk Kızılay’ının 120 çadır ve 2750 battaniye ile birlikte 2 tırda çeşitli yaşam malzemeleri göndermesi barınma ihtiyacının bir an önce karşılanması gereken bir zorunluluk olduğunu göstermektedir (URL 10).

2.4 İyileştirme

Bu aşamada afet sonrasında bozulan normal yaşam döngüsünün yerine gelmesi ve hayatın afet öncesi duruma dönmesi için çalışmalar yapılır. Bu adımlar bazı kaynaklarda iyileştirme ve yeniden inşa olarak adlandırılmaktadır (Şahin, 2009). Elektrik su hijyen ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli çalışmalar yapılır. Ayrıca afetten etkilenen veya tamamen kullanılamaz hale gelen yapıların yeniden inşa edilmesi sağlanır. Yeni çalışmaların tekrar afetten etkilenmeyecek şekilde ve daha önce yapılarda afetin etkilerini arttırıcı niteliğe sahip hataların göz ardı edilmemesi sağlanır. Odabaş (2019), Türkiye’deki afet yönetiminin daha çok afet sonrası aşamasına yoğunlaştığını risk değerlendirmesi faaliyetlerinin yeni gündeme gelmeye başladığını belirtmiştir. Afetlerle etkin şekilde mücadelenin meydana gelmeden gerekli tedbirlerin alınması ve hazırlıkların yapılması gerektiğine vurgu yapılmaktadır.

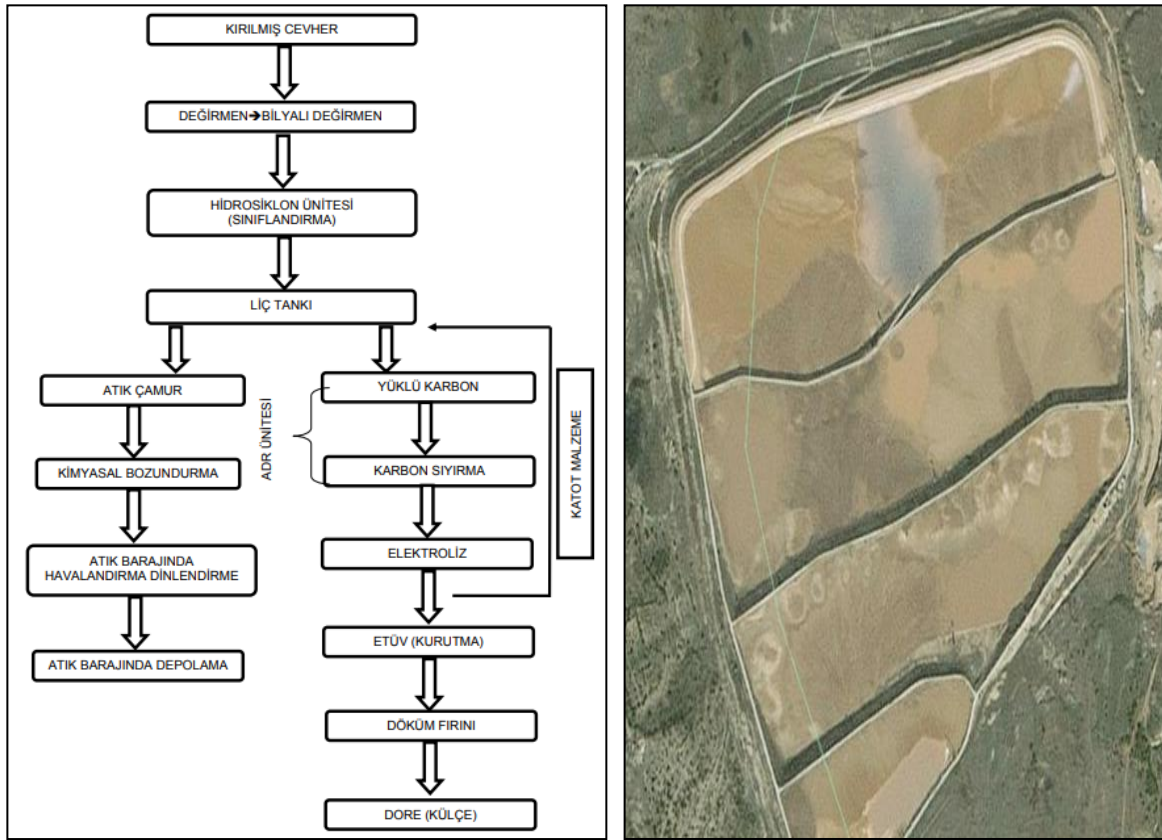
3. SİYANÜR KAYNAKLI KAZALARDA ACİL DURUM YÖNETİM SÜRECİ ÖRNEĞİ

Eti Gümüş İşletmesi, Kütahya merkeze yaklaşık 30 km uzaklıkta açık ocak prosesine sahip, %99 saflıkta gümüş metalinin elde edildiği önemli maden işletmelerinden biridir. 1987 yılında devlet iştirakiyle kurulan işletme 2004 yılında özelleştirilerek halihazırda faaliyetini sürdürmektedir. İşletmede liç tanklarında siyanürlenmiş öğütülmüş cevher çözeltilerindeki katı kısım atık barajına gönderilir. Sulu çözelti süzülür, gümüş siyanür bileşiklerini içeren sıvı kısım merrilcrow prosesi olarak bilinen çinkolama ünitesine gönderilir (URL 11). Gümüş çöktürülürken çinko siyanür bileşiklerini içeren sıvı kısım detox ünitesinde siyanürü bozundurulmuş olarak atmosfer altı depolama tekniğiyle yaklaşık 110 hektarlık üç barajda depolanır. Atık suyu sisteme tekrar verilerek yeniden kullanılmaktadır (URL, 3). Maden sektöründe etkili ve ekonomik bileşen olarak kullanılan, dünyada ve Türkiye’de ciddi maruziyetler nedeniyle potansiyel risk faktörü olarak değerlendirilen liç kimyasalı siyanür tartışması 2011’de tesisin iç baraj duvarında meydana gelen çökme sonucu önemli bir gündem oluşturmuştur. İç duvarın çökmesi sonucunda bütün yük en dıştaki son duvara yüklenerek bütün siyanürlü atık çamurun etrafa dağılma tehlikesi oluşturmuş ve hem işletme hem de çevre sakinleri arasında büyük panik yaşanmıştır (Şekil 1b).

Eti Gümüş İşletmesi’nin proses ayrıntılarında gümüş çöktürüldükten sonra açığa çıkan atık suyun çoğunun tekrar sisteme verildiği, dışarıya herhangi bir deşarj yapılmadığı belirtilmektedir. Ayrıca

istenmeyen sızıntıların yönetmeliğe göre açılmış kuyulardan alınan örneklerin analizi ile belirli periyotlarda kontrol edildiği bildirilmektedir.

Durumun ciddiyeti üzerinde durularak çeşitli tedbirler ve uygulamalar başlatılmış olup, üretim durdurulmuş, en alttaki baraj seddininin güçlendirilmesi için çalışmalar başlatılmıştır. Kütahya barosu çevre komisyonu raporunda, Dulkadir Mahallesi'ne sağlanan ve atık barajı yakınlarından geçen su hattına siyanür karıştığı bildirilmiştir. Kütahya İl Sağlık Müdürlüğü tarafından alınan şebeke, dere, kanalizasyon ve regülatör su numunelerindeki siyanür miktarlarının izin verilen sınır değerlerden yüksek çıktığı tespit edilmiştir (Bakır, 2012). Baraj seddelerinde meydana gelen çökme sonrası acil durum yönetimi aktif hale getirilmiş olup işletme faaliyeti durdurulmuş, baraja giden atık su ve çamur beslemeleri kapatılmıştır. Baraj setlerinin güçlendirilmesi yapılmıştır. Kriz masası üyelerinden Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve Valilik yetkilileri yapılan incelemeler sonucunda herhangi bir atık su sızıntısının olmadığını belirtilmiştir. Ankara'dan gelen çeşitli ekipler şirket yetkilileriyle incelemelerde bulunmuşlardır.



Şekil 1. Eti Gümüş İşletmesi a) Üretim Prosesi Akış Şeması, b) Atık Barajlarının Gösterimi

Baraj duvarlarının çökmesinin birçok teknik ve doğal nedenleri olabilir. Öncelikle yapının yaklaşık 30 yıl önce yapılmış ve üzerine yığma yöntemiyle yükseltilmiş olması, işletme kapasitesinin 2.5 katına çıkartılmasından dolayı artan atık miktarı bunların başında gelmektedir.

Havuzda bulunan atığın etrafa yayılması yalnızca birkaç km'lik bir alanda fiziksel bir kirlilik olarak kalmayıp, toprağa ve akarsulara karışarak çok geniş bir alana yayılma potansiyeline sahip olması oldukça endişe vericidir. Öyle ki bu yayılmanın civar alanlardaki tarım alanlarını ve yerleşim yerlerini aşır Porsuk Çayı ile Eskişehir ve Sakarya nehrine ve bu havzalara ulaşabileceğine yönelik gerçekçi öngörüler mevcuttur. Çevre Mühendisleri Odası bu öngörüsüne karşılık civar köylerdeki içme sularının analiz edilmesini ve gerekli görülmesi durumunda yerleşim yerlerinin boşaltılması kararının alınmasını önermiştir.

Prosesin normal zamandaki durumu ile ilgili bir diğer tehlike, açık depo şeklinde barajlarda biriktirilen siyanür atıklarının zaman içinde bozunarak havaya karışmasıdır. Bazı açıklamalarda atıklardaki siyanürün oksijen ve güneş ışınlarının etkisiyle önce hidrosiyonik asit (HCN) daha sonra da elementlerine ayrışması sonucu kısmen zararsız hale geldiğine vurgu yapılmaktadır. Gerçekte bu şekilde ilerleyen bir kimyasal mekanizma mevcuttur. Ancak bu ayrışmanın tamamlanması ve zararsız bileşenlere dönüşmesi için atık siyanürün en az 90 gün bekletilmesi gerekir ki, bu durumda bile kısmi bir dönüşmenin sağlanabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca HCN tamamen zararsız bir yapıda değildir. İşletmenin kapasitesi ve günlük sürekli beslemeli atık barajı göz önünde bulundurulduğunda atık barajlarındaki siyanürün tamamının havaya zararsız bileşenler olarak karışması olası değildir. Dışarıya deşarj olmamış olsa da bütün birimleri ve bölge sakinlerini teyakkuza geçirmesi atık barajına verilen günlük siyanürün bozunandan çok fazla olduğunun nitel bir göstergesi olup, ne yazık ki bilimsel olarak ispatlanabilir niteliktedir. Ayrıca bazı ortam şartlarında siyanür iyonları sülfonatlar, demir çinko siyanatlar gibi kalıcı kompleks bileşiklere dönüşmektedir. Bu bileşikler atık çamurunda birikmekte ve zararlı etkisini gösterebilmektedir. Bunun yanında ortam asitliğinde meydana gelebilecek az miktardaki artış, komplekslerin çözünmesine ve serbest siyanürün açığa çıkmasına neden olacaktır. Bu da zayıf asitte çözünen (WAD) siyanür miktarında artışa neden olabilir ki bu ortamdaki siyanür takibinde tercih edilen bileşenlerden yalnızca biridir. Atık çamurunda ve barajlarda zehirli siyanür bileşiklerinin buharlaşma sonucu azaldığı doğrudur ancak bu tehlikenin tamamen ortadan kalkmadığı, atık çamurun dağılmasının önlenmesi için gösterilen hassasiyetten de anlaşılmaktadır.

Baraj duvarları güçlendirilip, şebeke suları analiz edildikten sonra sızıntının olmadığı ve son duvarın çökme tehlikesinin önlediği bildirilmiştir. Olası bir çökmeye karşı etkilenebilecek köylerde bulunan ve her an tahliye edilebilecekleri konusunda bilgilendirilen bölge sakinlerine tehlikenin giderildiği duyurulmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeraltı zenginliklerinin işlenerek ekonomiye kazandırılması ekonomik gerekliliktir. Sanayi devriminden itibaren dünyada genel bir yönelim haline gelen ekonomik ilerleme kaygısı, çevrenin ve canlılığın korunması gereğinin farkına geçte olsa varmıştır. Bu nedenle özellikle çevre ve canlılığı önemsemeksizin gelişmiş uluslar, şimdilerde çevreye değer vererek kalkınmanın önemine (sürdürülebilir kalkınma) vurgu yapmaktadır.

Gelişmiş teknolojiyi ve tehlike yönetim sistemlerini etkin şekilde kullanarak çevreyi ve canlıları koruyucu düzenlemelerin yerine getirildiği ekonomi-çevre ilişkisine önem verilmelidir. Bu derlemede ele alınan gümüş işletmesinde meydana gelen iç duvar çökmesi, atık barajının tamamen etrafa dağılması tehlikesini akıllara getirmiştir. Böyle bir durumda oluşabilecek felaketin çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutlarını hatırlatmıştır. Bütün paydaşların bu durumdan çıkardıkları dersler sorgulanmalıdır. En büyük tehlike olan atıkların çevreye dağılmasından, atık sularının toprağa ve su kaynaklarına sızması, açık barajdan kimyasalların havaya sızmasına ve barajları gölet sanıp konaklayan göçmen kuşların telef olmasına kadar bütün tehlikelerin göz önünde bulundurulması ve riskleri en aza indirecek tedbirlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Özet olarak kimyasal süreçlerde siyanür kullanmak zorunlu olduğunda;

1- Siyanür kullanan başta maden sektörü olmak üzere bütün sektörlerde yönetmelik ve diğer standartlar gereği uygulanmakta olan acil durum eylem planları ve gerekli önlemler alınmaya devam edilmeli ve daha iyi uygulanabilir hale getirilmelidir.

2- Siyanür kullanımının veya maden sektörünün tamamen durdurulması söz konusu olamayacağından, siyanürün kullanıldığı çevrelerde yaşamak zorunda olan halk, sektör temsilcilerinin öncülüğünde bilinçlendirilmelidir. Bilgilendirme içeriğinde:

- a) Siyanür ve tehlikeleri anlatılmalı,
- b) Sektördeki siyanür çeşidi, zararlı durumlar ve yanlış bilinenlerle ilgili bilgi verilmeli,
- c) Alınan tedbirler, acil durum planları ve tatbikatları anlatılmalı ve uygulanmalı,
- d) Siyanürle mücadele yöntemleri ve birimler belirlenmelidir. Bu birimlerden biri yerleşim yerlerinde belirli bilgi birikimine sahip kişilerden oluşmalıdır. Bu ekiplere temel eğitimler verilip, basit ölçüm kitleriyle siyanür ölçüm teknikleri öğretilmelidir. İçme suyu ve diğer birikinti sularında en az günlük ölçümler yapıp kaydedilmeli, bunlar gelişen teknoloji sayesinde hızlı iletişim yöntemleriyle sektör yetkililerine ve ilgili üyelere iletilmeli, olağanüstü bir durum olup olmadığı her gün değerlendirilmelidir.

3- Siyanürün kullanıldığı işletme çevrelerinde meydana gelen/gelebilecek hayvan ölümlerinin önlenmesi amacıyla, mera olarak tanımlı ancak risk oluşturan alanlarda hayvan otlatmak zorunda kalanlara yine basit ölçüm kitleri ve ölçüm eğitimi verilerek en azından şüpheli durumlarda bilinçli olmaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akcıl, A. (2001). Siyanür mü Çevre mi? Türkiye'nin Nihai Kararı. *Mining Environmental Management*, 9(6),22-23 (Mining Environmental Management, November 2001, 9(6), 22-23'te yayımlanan makalenin Türkçe çevirisidir)
- Akçakoca, H., Akdaş, H. ve Uysal, Ö. (2004). Etibank 100. Yıl Gümüş Madeni İşletmesinde Nem Kontrolü ve Cevher Stoklaması. *Madencilik*, 43(3), 39-46
- Bakır, A.İ. (2012). Kütahya Barosu Çevre Komisyonu Raporu, Kütahya
- Botz, M.M. (2001). Overview of Cyanide Treatment Methods. *Mining Environmental Management, Mining Journal Ltd., London, UK*, 28-30
- Csagoly, P. (2000). The Cyanide Spill At Baia Mare, Romania Before, During and After. Baia Mare Task Force, The Regional Environmental Center For Central And Eastern Europe
- Cunningham, S.A (2005). Incident, accident, catastrophe: cyanide on the Danube. *Disasters*, Jun;29(2):99-128. doi: 10.1111/j.0361-3666.2005.00276.x
- Doğruluk, M., Doğan, A., Kalkan, N. ve Korkmaz, M. (2018). Nükleer Tehlikeler ve Afet Yönetimi: Türkiye'de Durum Değerlendirmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(2), 137-153
- DPT: 2623-ÖİK: 634 (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, ISBN 975 - 19 - 2865 - 6, Ankara
- Göksu, Ş., Aktas, A.H. ve Çilek, C.F. (2009). Gümüşköy Gümüş Cevherinin Siyanürleme Kinetiği. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*,13(2), 173-177
- Kahn, M.E. (2003). The Death Toll From Natural Disasters: The Role of Income, Geography, and Institutions. *Tufts University and Stanford University*
- Kırıkoğlu, M.S. (1990). Epidermal Altın Yataklarının Oluşumu ve Özellikleri. *Madencilik XXIX*,1.
- Logsdon, M.J., Hagelstein, K. ve Mudder, (1999). T.I., Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi. *International Council on Metals and the Environment, CANADA*

Mudder, T. I. ve Botz, M.M. (2008). Siyanür ve Toplum: Kritik Bir İnceleme. Madencilik, 47(3), 27-42

Odabaş, D. (2019). Kimyasal, Biyolojik Radyolojik ve Nükleer Afetleri Yönetmek İçin Bir Karar Destek Sistemi Modeli Önerisi. Yüksel Lisans Tezi, Sakarya

Şahin, G.A. (2009). Kentsel Afet Risklerine Yönelik Zarar Azaltma Stratejilerinin Geliştirilmesi. İzmir. 10-25

Şahin, Ş. ve Üçgül, İ. (2019). Türkiye'de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği. Afet ve Risk Dergisi, 2(1), 43-63

Torres, I.E., Gurmendi, A.C., ve Velasco, P. (1998). The mineral industries of Bolivia, Ecuador, and Peru. United States: Minerals Yearbook international review, N. p., Web

URL 1, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/Altin.pdf> (Son Erişim Tarihi: 14.04.2020)

URL 2, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/gumus> (Son Erişim Tarihi: 31.08.2018)

URL 3, <http://www.etigumus.com.tr/proses-ayrintilari> (Son Erişim Tarihi:14.04.2020)

URL 4,
<https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.20913&MevzuatTliski=0&sourceXmlSearch=maden%20at%C4%B1k>
(Son Erişim Tarihi: 14.04.2020)

URL 5, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120503-3.htm> (Son Erişim Tarihi: 14.04.2020)

URL 6, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/Turkiye_de_Afetler.pdf (Son Erişim Tarihi: 05.11.2020)

URL 7, <https://www.afad.gov.tr/kbrn/biyolojik-tehditler> (Son Erişim Tarihi: 14.04.2020)

URL 8,
<https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.16925&MevzuatTliski=0&sourceXmlSearch>
(Son Erişim Tarihi: 14.04.2020)

URL 9, <https://afetyonetimi.kizilay.org.tr/UI/doc/raporlar/2016.pdf> (Son Erişim Tarihi: 05.11.2020)

URL 10, <https://www.kizilay.org.tr/Haber/KurumsalHaberDetay/4862> (Son Erişim Tarihi:14.04.2020)

URL 11, <http://eced.csb.gov.tr/ced/jsp/dosya/dosyaGoster.htm?id=103643> (Son Erişim Tarihi: 05.11.2020)

U.S. Department Of Justice. (2002). Guide For The Selection Of Personal Protective Equipment For Emergency First Responders, National Institute Of Justice, Volume I, Washington DC

Varol, N. ve Kaya, C. M. (2018). Afet Risk Yönetiminde Trans disiplinler Yaklaşım. Afet ve Risk Dergisi, 1(1), 1-8

Vázquez, V., Parga, J., Valenzuela, J.L., Figueroa, G., Valenzuela, A. ve Munive, G. (2014). Recovery of Silver from Cyanide Solutions Using Electrochemical Process Like Alternative for Merrill-Crowe Process. Materials Sciences and Applications, 5, 863-870

Yaşar, S., İnal, S., Yaşar, Ö. ve Kaya, S. (2015). Geçmişten Günümüze Büyük Maden Kazaları. Madencilik, 54(2), 33-43

Yücel, H. (2019). KBRN Olaylarında İlk Müdahalede Görev Alan Bazı Ekiplerin Olay Yerindeki Tehlikelere Karşı Risk Algısı ve Hazırlık Tutumları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi: Adana İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane.

Ziolkowski, M. (2020). Citizen scientists documenting hazardous materials shipments on American Railroads, Case Studies on Transport Policy, <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.07.016>