



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALTIN MADENİ İŞLETMECİLİĞİNDEN
KAYNAKLANAN ÇEVRESEL ETKİLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

MELTEM KEKEÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2014

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTIN MADENİ İŞLETMECİLİĞİNDEN
KAYNAKLANAN ÇEVRESEL ETKİLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

MELTEM KEKEÇ

Bu tez,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2014

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Meltem KEKEÇ tarafından hazırlanan “Altın madeni işletmeciliğinden kaynaklanan çevresel etkilerin değerlendirilmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 02 / 10 / 2014 tarihinde oy birliği ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Yağmur UYSAL (DANIŞMAN)

Çevre Mühendisliği

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa DOLAZ (ÜYE)

Çevre Mühendisliği

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr.Mehmet ÜNSAL (ÜYE)

İnşaat Mühendisliği

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Meltem KEKEÇ

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**ALTIN MADENİ İŞLETMECİLİĞİNDEN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL
ETKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

MELTEM KEKEÇ

ÖZET

Madencilik, tarih boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörlerden biri olmuştur. Ülke ekonomisine ülke kalkınması açısından önemi bulunan mineralleri rasyonel bir şekilde endüstriye sağlamak için geliştirilmiş uygulamalı bilim dalıdır. Altın madenciliği, maden yataklarının aranması, projelendirilmesi, işletilmesi ve çıkarılan madenin zenginleştirilmesi ile ilgili işlemleri içerir. Çevresel etkilerin değerlendirilmesi ise bölgenin mevcut çevresel verilerinin kaydedilmesi altın madenciliği işlemleri sırasında çevresel verilerin takip edilmesi ve olası etkilerin minimize edilmesi için çeşitli önlemlerin alınması ve izleme programları ile proje sahasının takip edilmesi ile ilgili çalışmaların yürütülmesidir.

Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamak herkesin görevidir. Bu görev doğrultusunda yapılan altın madenciliği işletmelerinde, hava kalitesinin korunması, su yönetiminin sağlanarak su kalitesinin korunması, toprak kalitesinin korunması, hayvan ve bitki türleri üzerinde olabilecek etkilerin azaltılması için önceden türlerin belirlenmesi ve önlemlerin alınması, kimyasalların taşınması, depolanması, kullanımı yönetiminin sağlanması, oluşacak tehlikeli ve tehlikesiz atık yönetiminin oluşturulması ile geri kazanım, geri dönüşüm veya bertarafının yönetilmesinin sağlanması, patlatma çalışmalarının patlayıcı yönetimi, taş savrulması, hava şoku risklerinin ölçümlerle desteklenerek yönetimlerinin sağlanması, gürültü ve titreşim etkenlerinin yönetiminin sağlanması en kaçınılmaz mecburiyettir. Tüm bu yönetim ve koruma çalışmalarının mevzuatta yer alan yönetmelik hükümlerince yerine getirilmelidir. Yönetmeliklerde belirtilen standartlarda ölçme, izleme ve değerlendirilmeler ile desteklenerek yönetmelik kriterleri ile karşılaştırılarak önceden alınan önlemlerle de çevresel etkilerin oluşması önlenmelidir.

Bu tez çalışmasında altın madenciliği işletmeciliğinde olası çevresel etki değerlendirilmelerinin tespit edilerek alınacak önlemler ve yapılacak çalışmaların ortaya konması amaçlanmıştır. Söz konusu çalışmada altın madeni işletmeciliği çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) açısından değerlendirilerek, hava, su, toprak kalitesi inceleme

alışmaları analizlerle desteklenerek süreçler takip edilmiştir. Kayseri sınırları içerisinde yer alan ve hlihazırda bulunan altın madeni sahası içerisinde örnekleme alanları belirlenmiş, alınan numunelerin analizleri yapılarak etkileşim süreçleri izlenmiştir. İzleme süreci sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

Altın madenciliği işletmeciliğinde yerinde yapılan çalışmalarla görülmüştür ki çevresel etki değerlendirilmesi kapsamında proje başlamadan önce olası çevresel etkilerin belirlenerek alınan önlemlerle ve işletme döneminde de hassas davranılarak devam eden önlem çalışmaları ile çevresel etkilerin önlenebileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Altın madeni, CED, evresel etkiler, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği

Kahramanmaraş Stc İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

evre Mühendisliği Anabilim Dalı, Aralık / 2014

Danışman: Doç. Dr. Yağmur UYSAL

Sayfa sayısı: 70

**THE ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF GOLD MINE
(MASTER'S THESIS)**

MELTEM KEKEÇ

ABSTRACT

Mining is one the main sector shaping the civilization throughout the history. Mining is developed applied science for providing minerals in a rational way to the industry having importance for the country's economy and development. Gold mining includes studies searching for mineral deposits, designing, operating and enrichment of the mineral extracted. Assessment of environmental impacts includes execution of studies, recording the existing environmental data, following the environmental data during the gold mining operations, taking several actions to minimize possible effects and monitoring the project site by monitoring programs.

Most of the mine and minerals used as raw material in many fields of the industry, found in the composition of geological structures shaping the earth and supplied from these areas. The growing need for raw materials and technological advances in the understanding of trade in addition mining industry, mining-related activities is gradually expanding and due to that it makes necessary to run low grade of ore deposits. Designing of gold mining activities in low-grade mines, are made including heap leach enrichment method. In this way, it is observed as the optimum way of functioning. Also, in this design, minimal environmental impact is observed by the most sensitive measures.

Aim of this thesis is that measures to be taken to detect potential environmental impact assessment in gold mining operations and is intended to demonstrate the work to be done. By this study, gold mining operations process, evaluated by environmental impact assessment (EIA), supported by air, water and soil quality is examination studies, is monitored. Sampling areas are selected in gold mine fields and located within the province of Kayseri and taken samples are analyzed and interaction process is monitored. At the end of the monitoring process, datas are analyzed and discussed.

In-situ studies in gold mining operations has shown that environmental impacts can be avoided with before the start of project, measures taken by the determination of potential environmental impacts in order to evaluate environmental impact assessment, sensitively management of taken measures in the operation period.

KeyWords:gold mine, EIA, environmental impacts, soil pollution, air pollution, water pollution

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering, December/2014

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yağmur UYSAL

Page number: 70

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıŐması sűresince engin bilgi ve tecrűbelerinden faydalandıđım, çalıŐmamın her aŐamasında sađladıđı bilimsel katkılardan ve bana her konuda destek olduđundan dolayı Doç. Dr. Yađmur UYSAL'a, teŐekkűr ederim.

Bu gűnlere gelmemde her tűrlű maddi ve manevi desteklerini gűrdűđűm Sn. Zekeriya ERSOY, Sn. Fahri KEKEÇ, Sn. Őzden KEKEÇ, Sn. Zeliha ERSOY, Sn.Ahmet ERSOY, Sn. Emel ERSOY ve herŐeyden deđerli ailem Mehmet KEKEÇ, Nursel KEKEÇ, Nesrin KEKEÇ, Hacer BİNGŐL ve kuzenim Tuđçe KEKEÇ'e sonsuz teŐekkűrlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	14
1.1. Madencilik	15
1.1.2. Altın madenciliği	15
1.1.2. Dünyada altın madenciliği	16
1.1.3. Türkiyede altın madenciliği	17
1.2. Cevher Üretim ve Zenginleştirme Faaliyetleri	18
1.2.1. Açık ocak işletmeciliği	18
1.2.2. Kıрма eleme tesisi	18
1.2.3. Liç alanı ve çözelti havuzları	21
1.2.3.1. Liç alanı	21
1.2.3.2. Aglomerasyon	24
1.2.3.3. Çözelti ve taşkın havuzları	26
1.3. ADR ve Altın Döküm Ünitesi	27
1.3.1. ADR ünitesi	27
1.3.1.1. Karbon adsorbsiyonu	27
1.3.1.2. Sıyırma tankı	27
1.3.2. Altın döküm ünitesi	28
1.3.2.1. Elektroliz ve rafinaj	28
1.3.2.2. Aktif karbon reaktivasyonu	29
1.4. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi	29
1.4.1. Taş savrulması	29
1.4.2. Hava şoku ve vibrasyon	31
1.4.3. Hava kalitesi	33
1.4.4. Su kalitesi	40
1.4.5. Toprak kalitesi	46
1.4.6. Kimyasal yönetimi	47
1.4.7. Katı atık yönetimi	48
1.4.8. Flora ve fauna yönetimi	51
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	53

	<u>Sayfa No</u>
3. MATERYAL VE METOD	55
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	60
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Açık ocak şev açısı ve basamak genişliği dizaynı	18
Şekil 1.2. Açık ocak topografyası.....	18
Şekil 1.3. Patlatma dizaynı.....	20
Şekil 1.4. Altın işleme yöntemleri	22
Şekil 1.5. Topaklaştırma işlemine tabi tutulmuş (a) ve tutulmamış (b) tanelerden oluşan kütlelerinden çözelti akışı gösterimi.....	25
Şekil 1.6. Patlatma kesiti.....	30
Şekil 1.7. Patlatma paterni.....	31
Şekil 1.8. Geçirimsizlik tabakaları.....	44
Şekil 1.9. Bölge havza dağılımı.....	45
Şekil 4.1 HCN gaz ölçüm sonuçları.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Tozuma etkileri için alınacak önlemler.....	39
Çizelge 3.1. İzin verilen yüksek titreşim hızı.....	56
Çizelge 3.2. Taneciklerin dağılımları.....	57
Çizelge 4.1. Patlatma ölçüm sonuçları	60
Çizelge 4.2. Gürültü ölçüm sonuçları.....	61
Çizelge 4.3. Hava kalitesi model sonucu.....	62
Çizelge 4.4. Çöken toz ölçüm sonuçları.....	63
Çizelge 4.5. PM10 ölçüm sonuçları	63
Çizelge 4.6. AKM analiz sonucu	64
Çizelge 4.7. Gözlem kuyuları analiz sonuçları.....	65

1. GİRİŞ

Nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına ve kalkınmasına imkân verecek şekilde bugünün ve geleceğin yaşamı ve kalkınması sürdürülebilir kalkınma ile gerçekleştirilmelidir. Sosyal, ekolojik, ekonomik, mekansal ve kültürel boyutları olan sürdürülebilir kalkınma ilkeleri katma değeri yüksek ve olduğu yerde çıkarılması gereken maden kaynaklarının, madencilik faaliyetlerine rehberlik etmelidir (ÇŞB, 2009). Madencilikte önemli bir yeri olan altın madenciliğinde de en optimum proses seçimi ile birlikte sürdürülebilir kalkınma adına çevresel etkilerin değerlendirilmesi ile çevresel etkilerin en aza indirilmesi esastır.

Sanayinin pek çok alanında endüstriyel hammadde olarak kullanılan maden ve minerallerin büyük bir kısmı yeryüzünü şekillendiren jeolojik yapıların bileşiminde bulunmakta ve buralardan sağlanmaktadır. Ticaret anlayışında giderek artan hammadde ihtiyacı ve buna ek olarak madencilik sektöründeki teknolojik gelişmeler, madencilik faaliyetleri ile ilişkili alanların giderek genişlemesine ve dolayısı ile düşük tenöre sahip maden yataklarının da işletilmesini zorunlu hale getirmektedir (Varol ve Başpınar, 2011). Altın madeni işletmeciliğinde de düşük tenörlü maden sahalarında yığın liçi yöntemi ile zenginleştirilmesi adına projelendirmeler yapılmaktadır. Bu şekilde en optimum işleyiş olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca alınan en hassas önlemlerle çevresel etkilerin önlenebileceği incelenen projede gözlemlenmiştir.

Altın madenciliği faaliyetlerinde her ünitenin ayrı ayrı ele alınması ile çevresel etkilerinin belirlenerek bu etkilere karşı mevzuat hükümlerinde dikkate alınarak alınacak önlemlerinin belirlenmesi esastır.

1.1 Madencilik

Madencilik yer kabuğunda bulunan cevher, endüstriyel hammadde kömür ve petrol gibi ekonomik değeri olan herhangi bir maddeyi yeryüzüne çıkarıp onu paraya dönüştürme işidir. Madenciliğin amacı, ekonomiye gerekli doğal hammaddeyi sağlamaktır. Ekonomik önemi bulunan mineralleri rasyonel bir şekilde endüstriye sağlamak için geliştirilmiş uygulamalı bilim dalıdır. Maden yataklarının aranması, projelendirilmesi, işletilmesi ve çıkarılan madenin zenginleştirilmesi ile ilgili işlemlerdir. Tarihî kayıtlardan anlaşıldığına göre insanoğlunun madenleri kullanması çok eskiye dayanmaktadır. İnsanlığın, kültür tarihi ve medeniyetin gelişmesine paralel olarak, madencilik tarihi ile de yakın ilişkisi vardır.

1.1.1 Altın madenciliği

Altın,diğer elementler ile kolayca bileşik yapmayan bir soy metaldir. Altının kendine özgü sarı bir rengi vardır. Altın yoğun bir metal olmakla birlikte, oldukça yumuşak bir metaldir. Metaller içinde (çekiçle dövülerek) en kolay şekil verilebilenidir. Altının değerli olmasının nedenlerinden biri, az bulunan bir metal olmasıdır.İnsanların sahip olmak istedikleri bir madde ne kadar azsa, değeri o kadar artar. Birçok metal hava ile temas edince oksitlenerek aşınımına uğrar. Altın kimyasal durağanlığı nedeni ile oksitlenmez, başka elementlerle kolaylıkla birleşerek mineraller meydana getiremez. Çoğunlukla kayaların içlerinde mikron boyutunda partiküller halinde saçılmış olarak ve eğer besleme bölgesinde uygun kaynak var ise dere kumlarında ince taneler halinde bulunur. Zaman zaman dere kumlarındaki bu altın taneleri birleşerek topaklarda oluşturabilir.

Uzun yıllar süren arama ve rezer-tenör belirleme çalışmalarından sonra belirlenen cevher içerisinde altın üretimi öncelikle, metalin yer altından çıkartılması, ön zenginleştirme için uygun işlemlerin uygulanması ve ardından uygun metalurjik (hidrometalurji/pirometalurji) işlemlerin uygulanmasıyla gerçekleştirilir.

Antik dönemlerde, altın madenciliğinin ilk zamanlarında üretim basit madenci tavalalarının kullanılmasıyla veya hidrolik madencilik ile gözle görülebilir altın tanelerinin seçilerek alınması şeklinde gerçekleştirilmekteydi. Artık günümüzde, büyük ölçekli üretim yapan şirketler, açık ocak işletmeciliği veya uygun olan lokasyonlarda yeraltı madenciliğişeklinde gözle görülemeyen altın cevherinin işletilmesine yönelik üretim yapmaktadırlar.

Cevher çıkartıldıktan sonra, cevherin yapısına ve altın tenörüne bağlı olarak tank liçi veya yığın liçi ile zenginleştirilebilir. Bu aşamada, maden ocağından çıkan cevher uygun boyuta kırılıp öğütülür. Tank liçinde, öğütülen cevher siyanür ile reaksiyona sokulur. yığınliçindeyse cevher geçirimsiz olarak inşa edilen bir katman sistemi üzerine yığın şeklinde konulur. Liç aşamasında kullanılan siyanür, altını çözerek iyon halinde kendine bağlar. Altın yüklü siyanür çözeltisi üzerindeki altın sıyırma ünitesinde sıyrılarak elektrolize gönderilir. Yüksüz çözelti özel havuzlarda toplanarak, ileri işlemlerde kullanılır. Bu şekilde doğrudan liç yapılan cevherler genelde serbest altın içeren cevherlerdir. Yüksek sülfür içerikli olan refrakter cevherlerde altın metalini doğrudan liç ile kazanmak zor, siyanür liçi öncesi cevher kavurma veya yüksek basınçlı bir işlem ile oksitlenmelidir. Elektrolizde toplanan altın ve eğer var ise gümüş izabeye gönderilerek fırında altın-gümüş karışımından oluşan Dore külçe olarak dökülür. Bu külçelerin

kullanılabilmesi için yurt içindeki veya dışındaki akredite rafinerilerde saf hale getirilmesi gerekir.

1.1.2 Dünyada altın madenciliği

Dünya altın üretimi, son 25 yılda yaklaşık olarak ikiye katlanmıştır. Bu gelişmeler sonucunda, bilinen altın cevherleri işletmeye alınırken, yeni altın yataklarının bulunması için bütün dünyada yoğun bir arama ve yatırım dönemi başlamıştır. 1990 yılında 2133 ton olan dünya toplam altın üretimi, sürekli yükselen bir eğri göstererek, 2012 yılında %26,5'lik bir artışla 2700 ton olmuştur. Dünya altın talebi ise 1990 yılındaki 2519 tondan 2012 yılında 4383 tona yükselmiştir. Altın üretimi ve talebi arasındaki 1500 ton civarındaki fark merkez bankaları tarafından satılan altın külçelerden ve hurda altın ticaretinden karşılanmaktadır. (TMD, 2002)

Dünya altın üretiminin % 53'ü dört sanayileşmiş ülke, ABD, Kanada, Avustralya ve G. Afrika'da yapılmaktadır. 1980 yılına göre üretim artışı ABD'de 13 kat, Avustralya'da 18 kat ve Kanada'da 3,5 kat olmuştur. Yıllık altın üretimi, Rusya hariç, 24 ton olan Avrupa'nın dünya üretimindeki payı %1'dir.(TMD, 2002)

Dünya altın talebinde, Hindistan, ABD, Suudi Arabistan ve Çin ile birlikte Türkiye ilk sıraları paylaşmaktadır. Türkiye, dünya altın üretimi sıralamasında yer almadığı halde dünya altın talebinde beşinci sıradadır.(TMD, 2002)

Altın madenciliğinde teknoloji seçimi, cevher içindeki altın taneciklerinin büyüklüğüne ve cevher kayasında bulunan diğer minerallerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Cevherdeki altın taneciklerinin mikroskopik boyutta dağılmış olması durumunda kullanılan yegane etkin yöntem, siyanür yardımı ile çözeltiye alma (siyanür liçi) teknolojisi günümüzdeki dünya altın üretiminin % 83'ü için kullanılmaktadır.(TMD, 2002)

Siyanürleme yöntemiyle altın üretimi 120 yıldır tüm dünyada başarıyla yapılmaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından hazırlanan bir raporda, bugüne kadar siyanür kullanımı nedeniyle altın madenciliğinde, herhangi bir ölümcül kazanın meydana gelmediği belirtilmiştir.(TMD, 2002)

Madencilik atıkları, ABD ve AB ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde sanayi atıkları için geçerli "atık yönetim mevzuatları" kapsamı dışında yer almaktadır. Avustralya, Kanada ve ABD'deki bazı eyaletlerde genel madencilik faaliyetleri hakkındaki yasal mevzuat dışında, altın

madenciligi için özel yasal mevzuat bulunmamaktadır. Avrupa Birliği'nde ise maden atıkları hakkında 2006 yılında yürürlüğe giren 2006/21/EC sayılı Direktif uygulanmaktadır.

Altın madenciliğinde kullanılan sodyum siyanür, hidrojen siyanürden (HCN) elde edilmektedir. Dünyadaki yıllık HCN üretimi 1.4 milyon ton civarındadır. Bu HCN'in yaklaşık % 13'ünden madencilik sektöründe kullanılan sodyum siyanür üretilmektedir. Hidrojen siyanürün geri kalan % 87'si naylon ve plastik imalinde, tekstil sanayinde, metal işleme ve kaplamada, galvanizlemede, madencilikte, kuyumculuk ve mücevhercilikte, ilaç sanayinde ve tarımsal kimyasallarda ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır.(TMD, 2002)

Toksik bir madde olduğu bilinen siyanür, çağdaş yaşamın vazgeçilemez ve son derece yaygın olarak kullanılan bir kimyasal maddesidir. Siyanürün güvenli kullanımı, sağlıklı yönetim uygulamalarının yürürlüğe konması ile mümkündür. AB'nin madencilik atıklarının yönetimine ilişkin 2006/21/EC sayılı Direktif'inde, tesisten atık havuzuna deşarj noktasındaki atıklarda siyanür miktarının 1 Mayıs 2008 tarihinden itibaren 50 ppm, 1 Mayıs 2013 tarihinden itibaren 25 ppm ve 1 Mayıs 2018 tarihinden sonra atık havuzunda 10 ppm'i geçmeyeceği belirtilmektedir.

1.1.3 Türkiyede altın madenciliği

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

Ülkemizde, halen işletilmekte olan, 8 altın madeni ve 5 zenginleştirme tesisi vardır. Mevcut bilgilere göre, bu madenlerde 800 ton altın rezervi belirlenmiştir. Bu rezervin bugünkü toplam değeri yaklaşık 33 milyar dolar ve madencilik sektörü için 4,2 çarpanına göre ülke ekonomisinde yaratacağı katma değer ise 138 milyar dolardır. Bu projelerde tahmini doğrudan istihdam 6000 kişiyken madencilik sektörü için 16,2 çarpanına göre dolaylı istihdam ise 97.200 kişidir.

Uluslararası standartlara göre, atıkların, çevreye ve insana sağlığın zarar vermeyecek biçimde depolanmaları için Doğal Bozundurma ve Kimyasa Arıtma olmak üzere iki farklı temel ilke kapsamında atık yönetimi uygulanmaktadır.(MMO, 2005)

Bir madencilik faaliyetinin çevre üzerindeki en önemli olumsuz etkisi, işlenen cevherde bulunan ağır metallerin bünyelerindeki sülfürün oksidasyonu sonucu oluşabilecek asitli suların çevreye yayılmasıdır. (TMD, 2002)

Modern madencilik yaklaşımı çerçevesinde maden sahası rehabilitasyonunun işletme ile birlikte başlaması gerekmektedir.

1.2 Cevher Üretim ve Zenginleştirme Faaliyetleri

1.2.1 Açık Ocak İşletmeciliği

Madencilikte, cevherin yeryüzüne yakın bir tabakada bulunması gerekirken, yeraltı madencilikte cevher yeryüzünün derinliklerinde bulunabilir.

Cevherin yeryüzüne yakın olması, tenörünün düşüklüğü, cevher/pasa oranının yüksek olması nedeniyle incelediğimiz altın madeni işletmesinde açık ocak yönetimi emiseçilmiştir.

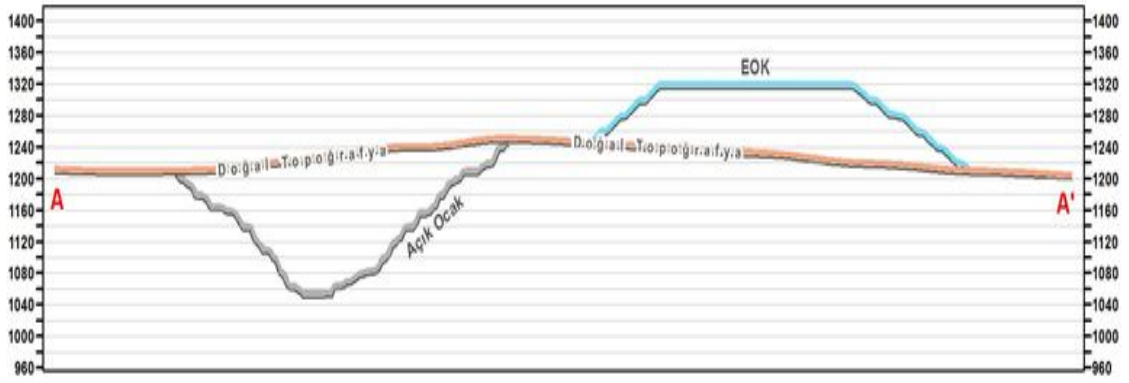
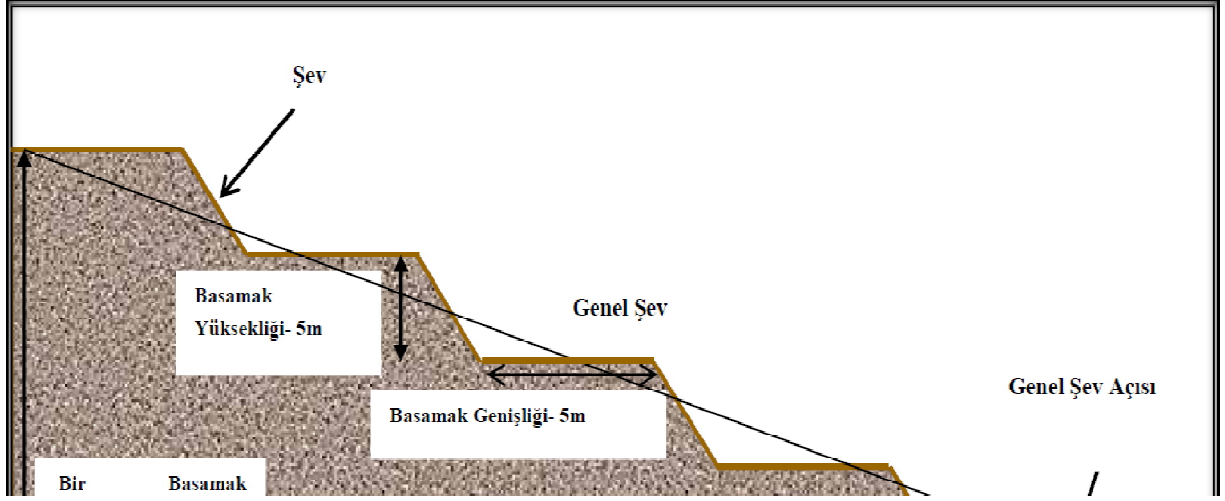
Açık ocak işletmeciliğinde; delme, patlatma, yükleme, taşıma, depolama işlemleri yer almaktadır.

Cevher Açık ocak yöntemlerinde ocak şevaçıları, basamak genişliği, basamak şevaçıları planlaması önem taşımaktadır.

İncelediğimiz projenin sahasında açık ocak işletmeciliği yer almaktadır. Yetkililerle yapılan görüşmelerde açık ocak işletmeciliğinde Şekil 1.2'de verilen alantopografyasına bağlı olarak dizayn çalışmaları yürütüldüğü belirtilmiştir.

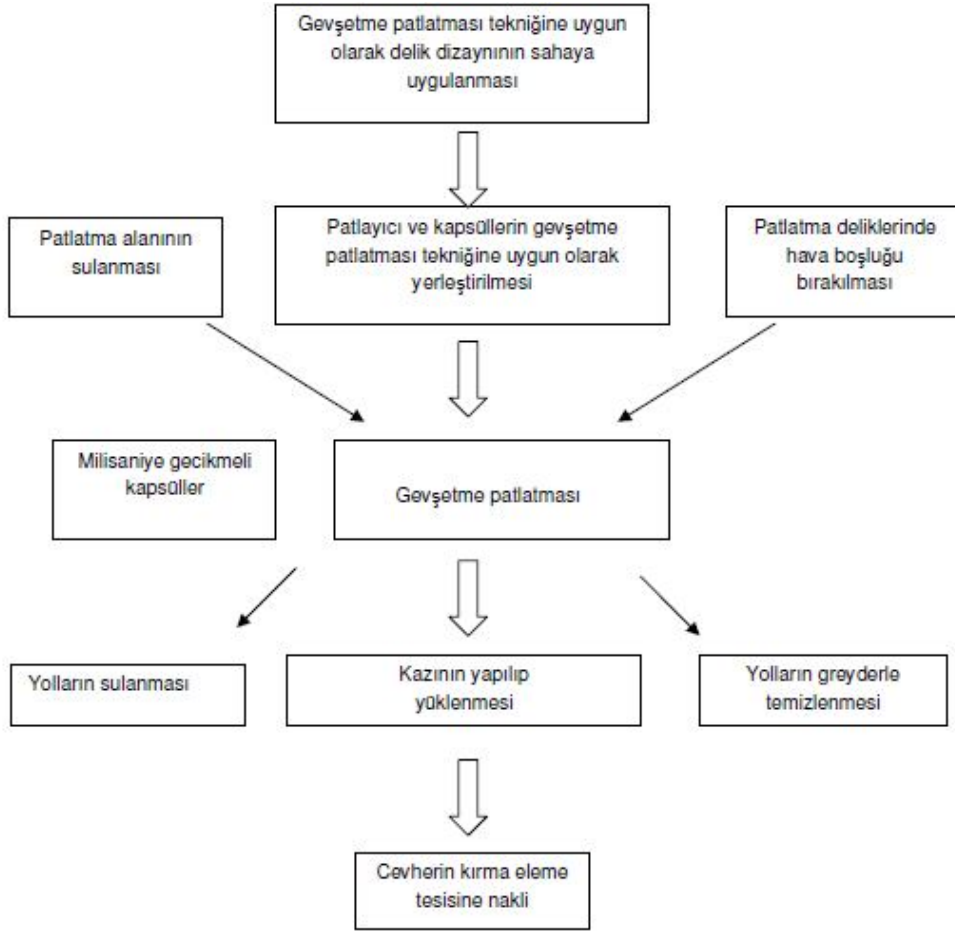
Açık ocak işletmeciliğinde önemli olan açık ocak şevaçısı ve basamakları Şekil 1.1'de belirtilmiştir.

Açık ocak işletmeciliğinde cevher patlatma yöntemi ile gevşetilmektedir. Patlatma dizaynı açık ocak faaliyetlerinde önem taşımaktadır.



Şekil 1.2. Açık ocak topografyası

İncelediğimiz projelerde gevşetme patlatması uygulanması planlanan patlatma dizaynı Şekil 1.3'te verilmiştir.



Şekil 1.3. Patlatma dizaynı (Golder, 2011)

1.2.2 Kırma eleme tesisi

Kırma eleme tesisleri cevher hazırlama ünitelerinin bir parçasıdır.

Ufalama

(boyut küçültme)

devrelerinin yatırım tutarlarının ve işletme giderlerinin tüm cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisinin maliyetine giderleri içindeki payının genellikle çok yüksek olması nedeniyle,

belirli bir cevher için uygun bir ufalama devresinin seçimi cevher hazırlama tesislerinin tasarımı aşamasında alınması gereken en önemli kararlardan biridir (Cevher Hazırlama,

2014). Ufalama devrelerinin tasarımındagözönünde bulunurulması gereken etkenler cevher türlerinde kideğişkenlikler kadargeniş bir yelpaze içinde olmak labirlikte, uygundonatıların seçimi için aşığdaki tasarımı parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Kırılacak malzemenin tanımı;

- Malzemenin yığınyoğunluğu ve/veya özgül ağırlığı,
- Beslenen malzemenin kırma, öğütme ve aşındırma endeksleri,
- Nem miktarı içeriği gibi sorun yaratabilecek cevherin özgül nitelikler,
- Kırma ve öğütme devrelerine giren beslenmelerin ve istenilen ürünlerin tane boyu limitleri (%80 geçen) ,
- Tesise özgü parametreler (kapasite, iklim koşulları, yeterli suyun bulunabilmesi gibi),

Bu parametrelere ek olarak madende ki üretim programları ve hızları, madencilik yöntemleri ve maden makinelerinin büyüklükleri gibi etkenler de, özelliklerle kırıcı donatılarının türlerinin ve boyutlarının seçiminde, kırıcıların çalışma saatlerinin belirlenmesinde, tesis yer seçiminde, ve stoklamanın gerekli olup olmadığı konusunda belirleyicidir (Cevher Hazırlama, 2014).

İnceleme çalışmalarını yürüttüğümüz altın madeninde 3 aşamalı kırma işlemi görüldüğü, birincil kırıcı ünite de cevherin dane boyutunun maksimum 1 metreden 190 mm'ye düşürüldüğü gözlemlenmiştir.

Birincil kırıcı ünite sonrasında, apron besleyiciler ve konveyör aracılığı ile ikincil kırıcı üniteye taşınmalıdır. Kırma öncesinde cevher elekten geçirilerek, boyutu 12 mm'nin altında olan cevher elek altında toplanarak, elek üstü cevher ise istenilen boyuta küçültülmek üzere ikincil kırıcıya aktarılarak, konik kırıcıdan oluşan ikincil kırma ünitesinde cevherin boyutu 32 mm'ye indirildiği görülmüştür.

1.2.3 Liç alanı ve çözelti havuzları

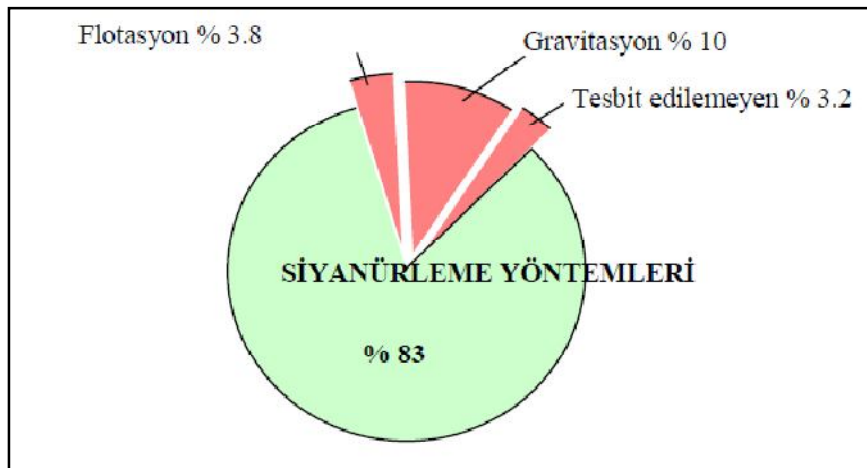
1.2.3.1 Liç alanı

Altın madenciliğinde cevherli malzemenin altın eldesi için kullanılan teknoloji, cevher içerisindeki altın taneciklerinin büyüklüğü, tenörü, cevher kayacının metal içeriği, kimyasal ve fiziksel özellikleri gibi ana faktörlere bağlıdır. Buna göre kullanılan çeşitli işleme yöntemlerinden başlıcaları aşağıdaki gibidir,

- Liç

- Gravitasyon
- Flotasyon
- Amalgamasyon
- Manyetik yöntemle ayırma
- Ağır ortam ayırması

Dünyada altın üretiminde tercih edilen yöntemlerin dağılımı Şekil 1.4'te verilmektedir. Buna göre cevher işleme yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılanı siyanür yardımı ile altını çözeltilmeye alma yani liç yöntemidir. Bu yöntem altın parçacıklarının cevherde mikroskopik boyutlarda dağılması durumunda tercih edilmektedir. Gravitasyon yöntemi ise dere kumlarında serbest halde bulunan altının kazanılması için kullanılmaktadır. Bakır cevherinde bulunan altının kazanılmasında ise flotasyon ve siyanürleme yöntemi beraber kullanılmaktadır. Değişik cevher türlerine göre siyanürleme, flotasyon ve gravitasyon işlemleri beraber kullanılabilir (Hüdaverd ve Kuzu, 2005). Amalgamasyon yöntemi ise altın ve gümüş içeren öğütülmüş cevherlerden civa yardımı ile altın ve gümüşün civa içerisine alınması işlemidir (Golder, 2011). Bu işlemden sonra bir yandan civa tekrar kazanılır; diğer yandan kıymetli metaller elde edilmektedir. Fakat bu yöntem çevresel etkileri nedeni ile yaygın olarak tercih edilmemektedir. Manyetik yöntemle ayırma farklı manyetik özellikteki mineral tanelerinin kuvvetli ve zayıf manyetik alandan geçirilerek ayrılmasıdır. Ağır ortam ayırması ise mineral tanelerinin akışkan yoğunluğuna göre ayırma yöntemidir. Manyetik ayırma ve ağır ortam ayırma yöntemleri de çoğunlukla ilave prosesler olarak kullanılmaktadır (Golder, 2011).



Şekil 1.4. Altın işleme yöntemleri (TMD, 2002)

Yaygın olarak tercih edilen liç işleme yönteminde, suda çözünen siyanür tuzları (sodyum veya potasyum siyanür) cevher ile temas eder ve cevher içinde bulunan altını liç içerisine alır. Liç işleme yönteminde başlıca iki teknik kullanılmaktadır. Bunlar yığın liçi ve tank liçi olarak adlandırılmaktadır.

Yığın Liçi: İri çakıl büyüklüğünde kırılmış olan cevher, tabanı geçirimsiz bir tabaka ile kaplanan bir alana yığın halinde serilir. Cevher üzerine delikli boru sistemi ile düşük siyanürlü su uygulanır. Siyanürlü su yığın içinden geçirimsiz tabakaya doğru süzülürken cevher içerisindeki altın liç çözeltisi içine alınır. Çözeltiye geçmiş olan altın daha sonra kimyasal işlemlerle ayrılır ve siyanürlü su tekrar yığın üzerine uygulanır. Cevher yığınındaki altın tükenene kadar bu işlem devam eder.

Tank Liçi: Cevher sulu ortamda yaklaşık 100 mikronun altına öğütülür. %40-50 katı yoğunluğundaki bu karışım, içinde bir veya birden fazla karıştırıcısı olan ve içine hava veya oksijen verilen tanklarda kireç-siyanür ortamında işleme tabi tutulur. Bu işlem sonrasında cevher içerisinde bulunan altın liç çözeltisi içine alınır. Çözeltiye geçmiş olan altın başta aktif kömür veya metal çinko tozu kullanılarak alınır.

Yığın liçi yöntemi için cevherin tane boyutu, tenörü, metal içeriği gibi ana faktörler değerlendirilmiştir. Düşük tenörlü bu cevher yatağı için yığın liçi alternatifi haricinde siyanürleme yöntemi bulunmamaktadır.

İncelediğimiz proje kapsamında uygulanan yöntem yığın liçidir.

Yığın liçindenbaşanlı sonuç alabilmek için yığının kuralına uygun olarak hazırlanması gerekir. Bu nedenle, hazırlanan yığının yeterince geçirgen ve gözenekli olması aranan en önemli özelliklerdir. Yığının hazırlanmasında aşağıda belirtilen noktalara özellikle dikkat edilmesi gerekir.

Yığının hazırlanması sırasında ince ve iri taneli malzemelerin ayrışmaya uğraması büyük ölçüde engellenmelidir. Aksi takdirde liç çözeltisi iri tanelerin çok olduğu bölgelerde daha hızlı akacak ve ince tanelerin belli noktalarda birikmesi nedeniyle yatay yönde geçirgen olmayan bir bölge oluşmasına neden olur (Girginc, 1989).

Yığının tabakalar halinde hazırlanmaması gerekir. Bu kurala uyulmaması durumunda, her tabakanın hazırlanması sırasında bir sıkıştırma söz konusu olacağı için yığının geçirgenliği ve gözenekliliği olumsuz yönde etkilenir (Girginc, 1989).

İnce taneli malzeme yığma mümkün olduğunca düzenli olarak dağıtılmalıdır. Özellikle -100 mesh tane büyüklüğündeki malzeme büyük sorunlara neden olmaktadır, ince taneli malzemenin bol bulunması durumunda ayrışmayı büyük ölçüde önlemenin ve geçirgenliği de olumlu yönde etkilemenin tek yolu ince tanelerin iri tanelere bağlanmalarını (topaklaştırma) sağlamaktır (Girginc, 1989).

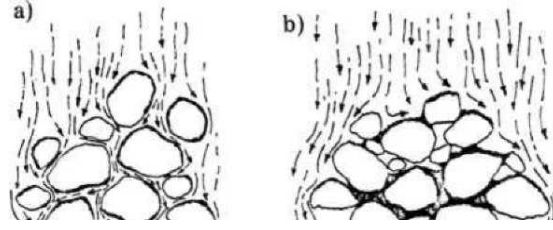
İncelenen çalışma sahasında liç işleme tabi tutulacak cevher sızdırmazlığı astar ve astar örtücü sistemler kullanılarak sağlanmış, düz bir yığın liç alanı üzerine serilmiştir. Bu proseste, serilecek olan cevherin kalınlığı yaklaşık 4 m ile 10 m arasında değişim göstermektedir. Yığının üzerine uygulanacak siyanürleme işlemi ile siyanür çözeltisi cevher içerisinde geçirimsiz tabakaya doğru süzülürken, cevher içerisindeki altının liç çözeltisi içerisine alınması hedeflenmektedir. Çözeltiye geçmiş olan altın daha sonra kimyasal işlemlerle ayrılır ve siyanürlü su tekrar yığın üzerine uygulanır. Cevher yığınındaki altın tükenene kadar bu işlem devam eder. Alana yeni cevher serilerek aynı işlemler tekrarlanmaktadır. Yeni cevherin doldurulması genellikle konveyörler ve istifleyiciler ile otomatik olarak yapılır.

Yığın liç tesislerinde, astar ve yüklü çözelti toplama sisteminin zarar görmemesi için yüksek koruma gerekir. Olası hasarlar doldurulan cevher ağırlığından ziyade taşımada kullanılan araçlar tarafından kaynaklanır.

İncelediğimiz proje kapsamında yığın liç prosesi kullanılmakta olup, cevher, astarlı hücre üzerine serildikten sonra siyanürleme işlemi ile altın kazanımı gerçekleştireceği gözlemlenmiştir. Kullanılmış cevher yığınının üzerine kat kat yeni cevher serilerek, işlemler tekrarlanacağı gözlemlenmiştir.

1.2.3.2 Aglomerasyon

Bol miktarda kil ya da -100 mesh taneler içeren bir malzemenin yığın liçi için mutlaka bir ön işlem den geçirilmesi gerekmektedir. Bu ön işlemin amacı malzemeyi su ya da kireç, portlandçimentosu vb. bağlayıcının varlığında topaklaştırma işlemi ile ince tanelerin iri tanelere bağlanmasını sağlamaktır. Ancak böyle bir işlem sonunda, Şekil 1.5'de gösterildiği gibi, yığındaki liç çözeltisinin akışına bir düzenlilik kazandırabilmektedir. (Girginc, 1989).



Şekil 1.5. Topaklaştırma işlemine tabi tutulmuş (a) ve tutulmamış (b) tanelerden oluşan kütle içinden çözelti akışı(Girginc, 1989).

Topaklaştırma işlemi, temel olarak aşağıda belirtilen adımlardan oluşmaktadır.

- Cevherin kırılması,
- Kırılmış cevherin portland çimentosu (ya da başka bir bağlayıcı) ile kanştırılması,
- Malzemenin birbirine bağlanmasına yetecek miktarda (yaklaşık ağırlıkça % 10) su eklenmesi,
- Topakların 24-48 saat boyunca kuru hava ortamında kür işlemine tabi tutulması.
- Cevherdeki altın ve gümüş tanecikleri doğal gözenekliklerine bağlı olarak ya da boyut küçültme işleminden sonra siyanür çözeltisinden kolaylıkla etkilenmelidir.
- Cevherde, kısmen oksitlenmiş Cu, Fe, Zn, As ve Sb sülfürler gibi, siyanür tüketen safsızlıklar bulunmamalıdır.
- Cevherde karbonlu bileşikler bulunmamalıdır. Bu bileşikler altın ve gümüş siyanürleri yüzeylerine soğurarak liç verimini olumsuz yönde etkilemektedirler.
- Ortamda bulunması mümkün organik bileşikler, yağlar, flotasyon reaktifleri vb. maddeler oksijen tüketimine neden olacakları için özünme tepkimesi etkinliğini azaltılmaktadır.
- Cevher içinde asit oluşturan bileşikler ve liç çözeltisinde de CO₂ bulunmamalıdır. Bu tür bileşikler zehirli HCN gazı oluşumuna neden olmaktadır. Bu etki kireç ya da sodyum hidroksit eklemesi ile pH 10-11 arasında tutularak önlenabilmektedir. Ancak, asit oluşturan bileşik miktarının artması kireç tüketiminin artmasına neden olmaktadır.
- Cevherin kil ya da çok ince taneli malzeme içeriğinin yığındaki çözelti akış hızını ve düzenini bozucu miktarlarda olmaması ya da aglomerasyon yoluyla önlem alınması gereklidir (Girginc, 1989).

İncelenen projemize baktığımızda belirtilen nedenlerle aglomerasyon ünitesi yer almaktadır.

—Yığın liçi uygulamasında liç alanına konulan cevher içerisinde küçük boyutlu malzeme veya kil miktarının fazla olması durumunda, bu malzemeler yığında geçirimsiz bir tabaka oluşturduğu için, siyanürlü solüsyonun yığından süzülüp altta toplanması işleminde sorun oluşmaktadır. Dolayısıyla bu tür malzemenin olduğu cevherler liç alanına gönderilmeden önce topaklaştırma (aglomerasyon) işlemine tabi tutularak boyut büyültme işlemi gerçekleştirilmektedir. Topaklaştırma küçük boyutlu parçacıkların özelliklerini kaybetmeden, ısı işlem veya çeşitli bağlayıcılar kullanılarak, birbirleri birleşmesi yoluyla daha büyük boyutta sert ve katı parçacıkların oluşturulması işlemidir.

— Proje kapsamındaki topaklaştırma işlemi çimento, kireç ve su bağlayıcıları kullanılarak döner silindir yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Cevher hazırlama işlemi ile belirli bir boyuta indirilmiş malzemeye, ilk aşamada belirli bir oranda çimento ve kireç eklenmekte, daha sonra da döner silindir içerisinde pulverize su verilerek silindir hareketinin yardımı ile malzemenin topaklanması sağlanmaktadır. Topaklaştırma ünitesinden çıkan malzeme, cevher zenginleştirme işlemleri için sabit ve mobil bant konveyörler yardımı ile yığın liç alanına gönderilmektedir.

1.2.3. Çözelti ve taşkın havuzları

Yığın liç çözeltilerinin akışını yönetmek amacıyla farklı amaçlı iki tip havuz kullanılmaktadır. Bu havuzlar:

- Altının ayrıştırılması amacıyla proses tesisine gitmeden önce yüklü çözeltinin toplanacağı yüklü çözelti havuzları,
- Ayrırma işleminden gelen yüksüz çözeltinin tekrar kullanım amacıyla yığın liçi alanına gönderilmeden önce toplanacağı yüksüz çözelti havuzları,
- Şiddetli yağış, elektrik kesintisi veya pompa arızası gibi durumlarda çözeltinin cazibeli akışla havuzda toplanması nı sağlamak amacıyla taşkın havuzları yapılır.

1.3. ADR ve Altın Döküm Ünitesi

1.3.1 Adsorpsiyon-desorpsiyon-reaktivasyon (ADR) tesisi

1.3.1.1 Karbon adsorpsiyonu

İncelenen proje sahasında yüklü liç çözeltilerinden altının zenginleştirilmesinde ilk aşama karbon adsorpsiyonudur. Yüklü liç çözeltisi; altın-siyanür kompleksinin karbonun üzerine adsorplandığı 6 adet aktif karbon kolonundan geçirilerek, karbon en son karbon kolonundan çözelti akışına ters yönde taşınmaktadır. Yüklü karbon daha sonra ilk kolondan karbon sıyırma ünitesine geçirilmelidir.

En son karbon kolonundan çıkan liç çözeltisi proses şartlarında bir aksama olmazsa hiç altın içermemelidir. Yüksüz liç çözeltisi, yüksüz liç çözeltisi havuzuna geri döndürülerek ve ihtiyaç duyulan konsantrasyonu sağlamak amacıyla yeni siyanür eklenerek yığın liçi alanına geri gönderilir.

1.3.1.2 Sıyırma tankı

Yüklü karbon sıyırma kolonu, aktifleştirme fırını, elektroliz hücreleri ve izabe fırını ile çözelti tanklarından oluşmaktadır. Bu ünitelere altın, siyanür kompleksi halinde gelmekte, altın kazanıldıktan sonra kalan çözeltilerde siyanür bulunmaktadır. Bu çözelti adsorpsiyon ünitesine geri gönderilmektedir.

Bu üniteye siyanür içeren tüm çözeltilerin pH'ı sodyum hidroksit ile 11-12'ye ayarlandığından HCN gazı oluşumu ihtimali çok düşüktür. Ünite yine tabanda pompa çukurları bulunan ve çevresi belli bir yüksekliğe kadar eşiklerle çevrili beton tabanlarda bulunmaktadır. Burada olabilecek dökülmeler pompa çukurlarında toplanıp liç ve adsorpsiyon ünitesine geri gönderilmektedir.

Sıyırma, karbon kolonuna pompalanan yüklü karbonun üzerinden altının sıyırılmasıyla sonuçlanan 6 aşamadan oluşmaktadır.

1. Birinci aşama asitle yıkama aşamasıdır. Bu aşamada karbon üzerindeki kireç gibi kirlenmeler hidroklorik asit solüsyonu ile yıkanıp arındırılır.
2. İkinci aşama önce soğuk sonra sıcak su (ort. 90°C) ile asit durulama aşamasıdır. Bu aşamada karbon üzerinde hala kalmış olan kirlilikler ve asit arıtılır. Bir sonraki aşamada kullanılacak olan siyanürle asitin karşılaşp reaksiyona girmemesi için ortamın pH'ı nötrlenir. İlk iki aşamada kullanılan solüsyonlar elektroliz tankında bir

önceki sıyırma devresinden kalan yüksek pH'lı solüsyonla eş zamanlı olarak yüksüz çözelti havuzuna pompalanır.

3. Üçüncü aşamada %13 siyanür, %12 kostik (sodyum hidroksit) ve %75 sudan oluşan ve ortalama 110 derecede ısıtılan bir solüsyonla karbon üzerindeki değerli metaller sıyırılır. Metallerle yüklenen solüsyon elektroliz tankına pompalanır.
4. Dördüncü aşamada bir önceki sıyırmadan kalan geri dönüşüm tankındaki solüsyon yine 110 derecede ısıtılmış halde kolona pompalanır. Bu solüsyon da elektroliz tankına aktarılır.
5. Beşinci aşamada temiz su ile 110 derece ısıtılmış halde karbon yıkaması yapılır. Yıkama yapılan su boşalmış olan geri dönüşüm tankına aktarılır.
6. Altıncı aşamada karbon soğuk su ile yıkanır ve bu su da geri dönüşüm tankına aktarılır(Golder, 2011).

1.3.2 Altın döküm ünitesi

Elektroliz tankında altınla yüklenmiş olan solüsyon elektroliz hücrelerinden geçirilerek devridaim yaptırılır. Solüsyonda bulunan altın elektroliz yöntemi ile katı halde katotta toplanır. Altını alınmış solüsyon bir sonraki sıyırma aşamasında kullanılmak için bekletilir. Elektroliz hücrelerinde toplanan altın ise basınçlı su ile yıkandıktan sonra filtrelenir, kurutma fırınında kurutulur ve döküm potasında dökülür(Golder, 2011).

Sıyrılmış karbon elektrikli döner fırında 750°C'ye ısıtılarak organik bileşiklerin karbon üzerinden uzaklaşması sağlanır. Fırından çıkan rejenerasyonu sağlanmış karbon su tankında soğutularak olabilecek küçük karbon parçalarının giderilmesi amacıyla elekten geçirilir. Elek üzerinde kalan karbon, karbon depolama tankına oradan da karbon adsorpsiyon devresine geri gönderilir. Elekten geçen kısım ise ince karbonun giderilmesi amacıyla filtrelenir (Golder, 2011).

1.3.2.1. Elektroliz ve rafinaj

Altının zenginleştirilmesinde son aşama elektrokazanım (elektroliz ile kazanım) ve rafinasyondur. Yüklü sıyırma çözeltisi, kıymetli metal çamuru olarak altın çökeleklerinin oluşacağı elektrokazanım hücre kümesine pompalanır. Çamur, hücrenin altında yer alan deşarj delikleri boyunca ve altın çamuru pompası emme ağzı içine doğru yıkanır. Çamur, filtre prese pompalanarak ve filtre keki olarak ayrılarak, filtrelenmiş çözelti, temizlenmiş

elektrokazanımhücrelerine geri döndürülür. Elektrokazanım hücrelerinden gelen yüklü elektrolit, kullanılmış elektrolit tankına geçerek, oradan da tekrar yüksüz sıyırma çözelti tankına pompalanarak döngüyü tamamlar. Bu şekildeki bir proseste bütün proje işletimi boyunca sıyırma çözeltisi deşarjı ve filtre pres işleminden gelen bir deşarj olmaz (Golder, 2011).

Kurutulmuş filtre keki oksitleyici ve akışkanlık artırıcı kimyasallarla karıştırılmakta ve ergitme ocağında belli bir sıcaklıkta ergitilerek dore altın olarak dökülür (Golder, 2011).

1.3.2.2 Aktif karbon reaktivasyonu

Sıyırma işlemi sonrası değerli metallere ayrılmış yüksüz karbon reaktivasyon işlemine tabi tutulur. 650–750°C’de çalışan yatay aktifleştirme fırının aktifleştirilecek olan karbon daha sonra su ile soğutulur. Su ile soğutulan karbon adsorpsiyon tanklarına sistemde tekrar kullanılmak üzere geri döndürülür(Golder, 2011). Tesiste kullanılacak olan tüm bacalar Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) hükümleri göz önüne alınarak inşa edilir.

1.4. Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi

1.4.1 Taş savrulması

Patlatma işlemi sırasında patlayıcı madde kaya kütlesi içinde yeterince hapsedilemezse reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gazların atmosfere erken deşarj olması sırasında bazı kayaların küteden ayrılarak uzağa savrulması olayıdır(Değerli, 2012).

Patlatma faaliyetleri sırasında alınacak önlemler ile taş savrulmasının etkileri en aza indirilir. Bu amaçla, patlatma faaliyetleri milisaniyeli gecikmeli kapsüller ile yapılır. Böylece her delik aynı anda patlamayacak ve patlatmanın etkisi azaltılmış olacaktır. Patlatma yönteminde uygulanarak optimum patlayıcı miktarı ile taş fırlaması ile birlikte vibrasyon da en aza indirilmesi hedeflenir.

Patlatma faaliyetleri uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmeli ve yetkisi olmayan kişilerin çalışma alanına girmesine izin verilmemelidir. Ayrıca patlatma faaliyetleri sırasında etki alanı içerisindeki diğer faaliyetlere ara verilmeli, çalışanların patlatmadan olumsuz etkilenmesi engellenmelidir.

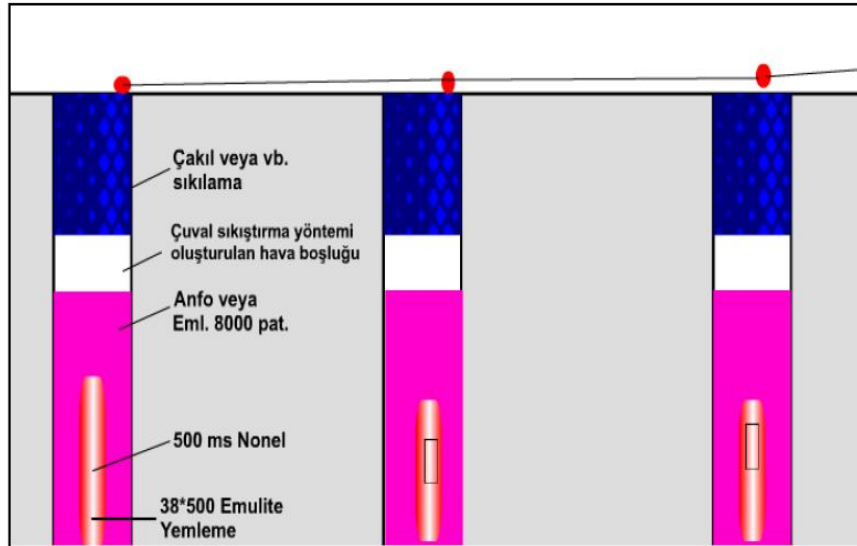
Olumsuz çevresel etkilerin önlenmesi için üzerinde durulması gereken temel husus uygun patlatma dizaynidir. Kayaç özellikleri ve jeolojik yapıyı da dikkate alarak, bilimsel verilere dayalı

patlatma dizaynı belirlenmeli, özellikle basamak patlatmasında uygun gecikme aralıklı ateşleme gerçekleştirilmelidir (Hüdaverd ve Kuzu, 2005).

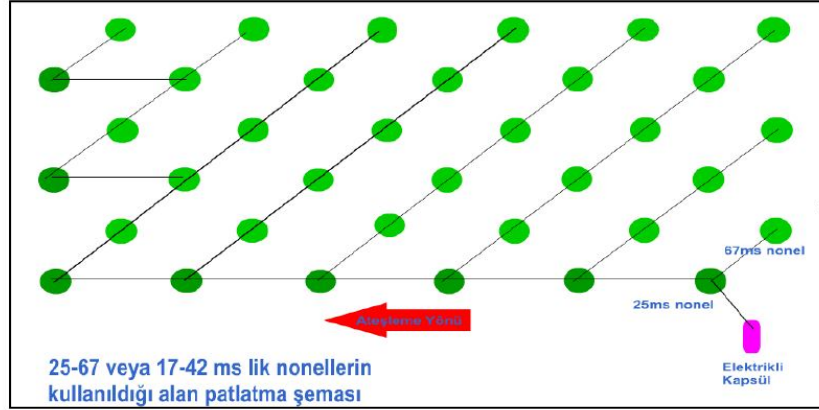
Taş savrulmasının denetlenmesi için aşağıdaki hususlar uygulanmalıdır.

- Uygun çap ve boyutta delikler kullanılarak kaya içinde patlayıcı maddelerin dengeli homojen dağıtılması,
- Uygun delik geometrisi hesaplanarak deliklere uygun yük verilmesi,
- En az, delik-ayna (yük) mesafesi boyutunda sıkılama boyu bırakılması ve uygun bir malzeme kullanılarak ağız sıkılaması yapılması,
- Gecikmeli ateşleme yönteminin uygulanması.

İncelediğimiz maden sahasına bakıldığında;



Şekil 1.6. Patlatma kesiti



Şekil 1.7. Patlatmapatemi

Şekil 1.6 ve Şekil 1.7 de de gözlemlendiği üzere incelenen proje sahasında patlatma dizaynı milisaniye gecikmeli yöntem uygulanmıştır. Buna bağlı taş savrulması hesaplarında maksimum taş savrulma mesafesi 5,67 m, savrulan tas parçalarının boyutu ise 2,18 mm olarak hesaplanmıştır. Formül 3.1 ile hesaplanan mesafe proje alanı içerisinde dar bir alanda olduğu gözlemlenmiştir.

Patlatma faaliyetleri uzman kişiler tarafından gerçekleştirildiği ve yetkisi olmayan kişilerin çalışma alanına girmesine izin verilmediği gözlemlenmiştir. Ayrıca patlatma faaliyetleri sırasında etki alanı içerisindeki diğer faaliyetlere ara verildiği, anons sistemi ile tüm proje alanı çalışanları ve yöreye duyurulduğu, çalışanların bilgilendirme ve çeşitli eğitimlerle patlatmadan olumsuz etkilenmesinin engellendiği gözlemlenmiştir.

1.4.1. Hava şoku ve vibrasyon

Patlatma sonucu yer katmanını içinde, deliğin hemen çevresinde, basınç dalgaları oluşur. Bu dalgalar yayılmaya başlar, patlatma noktasından uzaklaştıkça stabilizeye ulaşır ve sismik dalga (titreşim dalgası) adını alır. Sismik dalga hareketi, katı, sıvı ve gaz ortamlarda dalganın birim zamana meydana getirdiği sıkıştırma etkisinin ortaya koyduğu, yer değiştirme özelliğidir. Dalga hareketi ile enerji iletimi sağlanır. Böyle bir taşımının gerçekleştirilmesi, ortama uygulanan başlatıcı ve ortamın tanecik yapısının sapmasına neden olan kuvvetler ile sağlanır. Taneciklerin yer değiştirme hareketi, kohezyon kuvvetini aşarsa elastik olmayan (geri dönüşsüz), bağ kuvvet sınırları arasında kalıyorsa elastik bir deformasyona neden olur. Elastik bir dalga hareketisonunda

kütlesel bir nakil yoktur. Sadece ortamı oluşturan hareketin denge durumundan sapması ile oluşan bir enerji geçiş hareketi söz konusudur (Mamurekli ve ark., 2006).

Kaya çatlaklarından atmosfere hızla boşalan reaksiyon ürünü gazlar önemli ölçüde gürültü oluştururlar. Önlemler alınmadığı koşullarda gürültü düzeyi yüksek boyutlara ulaşarak hava soku dalgalarına dönüşür.

Hava sokunun ve vibrasyon etkisinin önlenmesi için aşağıdaki hususlar uygulanmalıdır:

- Patlayıcı maddenin kaya içerisinde homojen dağıtılması,
- Uygun delik geometrisinin, uygun sıkılamam boyu ve malzemesinin seçilmesi,
- Gecikmeli ateşleme sisteminin kullanılması,
- Gaz çıkışına yol açacak jeolojik yapı olup olmadığının araştırılması,
- Patlatma anında sürekli ölçümlerle kontrol altında tutulması.

İncelediğimiz projede hava şoku ve vibrasyon etkilerine bakıldığında;

Hava soku hesaplamaları yapılabilir maksimum anlık şarj dikkate alınarak aşağıdaki şekilde yapıldığı gözlemlenmiştir;

Patlatmalarda kullanılacak maksimum anlık şarj: 15 kg

Şiddetli etki zonu: 0- 19,36 m

Orta şiddette etki zonu: 19,36-38,73 m

Hafif şiddette etki zonu: 38,73 -58,09 m

Proje sahasında milisaniyeli fitil yöntemi kullanılarak patlatma yapılacağı gözlemlenmiştir. Birseferde kullanılacak olan patlayıcı madde miktarı ne kadar olursa olsun, kullanılacak olan yöntem gereği hissedilecek olan etki, her bir delikte patlatılacak olan miktarla ilişkilidir. Planlanan patlatma paternlerinde her bir atımda kullanılacak olan patlayıcı madde miktarı 10-15 kg arasında belirlenmiştir. Arazide 102 veya 89 mm çapında, boyları 5,2 metre, iki delik arası yaklaşık 3,5 metre ve sıraların arası 3,2 metre olan patlatma delikleri açılacağı gözlemlenmiştir.

Patlatma anında alınan titreşim ve hava şoku değerleri Çizelge 4.1.'de belirtilmiştir.

1.4.3. Hava kalitesi

Hava kalitesinin takibi, çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, tanımlanmış metotları ve kriterleri esas alarak hava kalitesini değerlendirmek, hava kalitesinin iyi olduğu yerlerde mevcut

durumu korumak ve diğerk durumlarda iyileştirmek, hava kalitesi ile ilgili yeterli bilgi toplamak ve uyarı eşikleri aracılığı ile gerekli önlemlerin alınmasını sağlamak için önemlidir.

Altın madenciliği faaliyetlerinde arazi hazırlık çalışmaları, açık ocak çalışmaları, kırma eleme ünitesi, cevher zenginleştirme, araç ve iş makinalarının güzergâhları alanlarında hava kalitesi olası etkileri gözlemlenebilir. Hava kalitesi olası etkilerinin en önemli boyutlarından birisi toz emisyonudur.

Toz emisyonu, PM10, baca gazı ve gaz çıkışı ile çevresel etkiler;

- Arazi hazırlık aşamalarında nebati toprak sıyırma, yükleme, taşıma ve boşaltma çalışmalarında,
- Açık ocak faaliyetlerinde, delme, patlatma, sökme, yükleme-boşaltma, taşıma ve depolama sırasında,
- Kırma eleme ünitesinde bant konveyörlerin üzerlerinden malzeme geçişinde, elek yapılarından malzeme dökümünde ve kırıcı sistemlerinde,
- Liç alanında yığılan cevherden, ekonomik olmayan kayaç veya nebati depolama alanı yüzeyinde rüzgârdan kaynaklı toz oluşumu,
- Liç alanı ve çözeltili havuzlarından HCN gaz çıkışı,
- Cevher zenginleştirme ünitesinde ise proses bacalarından kaynaklı emisyonlar,
- Araç trafiği ve iş makinalarından kaynaklı toz oluşumu,
- Kapatma döneminde kazı/dolgu çalışmalarında iş makinalarından kaynaklı toz oluşumu oluşabilecektir.

Mobil kaynak emisyonları araçlarda dizel yakıt yakılması, pasa ve cevherinçıkartılması ve nakliyesi işlerinde kullanılan ekipman nedenleriyle oluşabilir. Mobil kaynaklardan oluşan PM diğerlerine göre az miktarda ve madenin diğer bölgelerinde oluşan PM emisyonlarından farklı bir yapıya sahip olur. PM'nin mekanik işlemler sonucunda ortaya çıktığı diğer kaynaklardan farklı olarak, mobil kaynaklardan üretilen PM kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Yanmamış dizel yakıt ve yanma sonrası yoğunlaşma süreçleri çok daha küçük boyutta PM oluşumuna neden olurlar (örn. tipik olarak 2,5 µm den daha az). Mobil kaynaklardan meydana gelen PM araç filolarına ve madencilik ekipmanınadüzenli bakım ve tamirat programı uygulanması ile kontrol altına alınabilmektedir. Mümkün olan yerlerde öncelikle daha iyi kaliteye sahip (düşük kükürtlü) dizel yakıtlar kullanılmalıdır. Toz Partikül Madde (PM10), partikül madde terimi, havada bulunan katı partikülleri ifade eder. Bu Partiküllerin tek tip bir

kimyasal bileşimi yoktur. Katı partiküller insan faaliyetleri sonucu ve doğal kaynaklardan, doğrudan atmosfere karışırlar. Atmosferde diğer kirleticiler ile reaksiyona girerek PM'yi oluştururlar ve atmosfere verilirler. (PM10-10 µm'nin altında bir aerodinamik çapa sahiptir) 2,5 µm'ye kadar olan partikülleri kapsayacak yasal düzenlemeler konusunda çalışmalar devam etmektedir. PM10 için gösterilebilecek en büyük doğal kaynak yollardan kalkan tozlardır. Diğer önemli kaynaklar ise trafik, kömür ve maden ocakları, inşaat alanları ve taş ocaklarıdır. Sağlık etkileri açısından, PM10 solunum sisteminde birikebilir ve çeşitli sağlık etkilerine sebep olabilir. Astım gibi solunum rahatsızlıklarını kötüleştirebilir, erken ölümü de içeren çeşitli ciddi sağlık etkilerine sebep olur. Astım, kronik tıkaçıcı akciğer ve kalp hastalığı gibi kalp veya akciğer hastalığı olan kişiler PM10'a maruz kaldığında sağlık durumları kötüleşebilir. PM10 yardımıyla toz içerisindeki mevcut diğer kirleticiler akciğerlerin derinlerine kadar inebilir. Önce partiküllerin büyük bir kısmı akciğerlerdeki alveollere kadar ulaşabilir. Buradan da kurşun gibi zehirli maddeler % 100 olarak kana geçebilir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012).

PM emisyonlarına ek olarak, partiküller ağır metal emisyonları da olur. Ağır metaller partikül maddelerin yüzeylerine adsorbe olarak atmosferde PM olarak açığa çıkarlar. Ağır metal emisyonlarının kontrolü PM'nin etkili kontrolü ile sağlanmalıdır. PM emisyonları, çevredeki bitki örtüsüne ve tarıma etki edebilir. Bu nedenlerden dolayı maden işletmelerinde oluşabilecek PM, çeşitli kontrol yöntemleri kullanılarak devamlı kontrol altında tutulmakta ve çevreye etkileri modellenme ve ölçüm yoluyla irdelenmelidir.

Tozun çevre üzerindeki başlıca etkileri çevrede yaşayan kişilere verilen rahatsızlık, çevrede yetişen bitkilerde oluşan tahribat ve diğer canlılara verilen rahatsızlıktır. Ayrıca işletmede çalışan kişilerin de bu tozlardan etkilenmesi ve zaman içerisinde meslek hastalıklarının meydana gelmesi, bu konu üzerinde ciddiyetle durulması gerektiğinin göstergesidir. Genellikle kişilerin toz hakkındaki şikâyetleri; görüntü kirliliği, yaşam konforu kaybı ve soludukları havanın tozla kirletilmiş olduğu yönündedir. Bitkiler ise çok yıllık ve yıllık bitkiler olarak iki tür olup, özellikle çiçeklenme ve ürün tutma döneminde tozdan etkilenerek ürün kayıplarına yol açabilir. Bu kayıp, oluşan tozun bitki üzerinde, özellikle çiçek ve yaprakları üzerinde birikmesi sonucunda oluşur. Bitki üzerine gelen tozların havadaki nem oranına bağlı olarak bitki yüzeyinde sert bir tabaka oluşturma riski bulunmaktadır. Toz miktarı belirli bir orandan fazla ise kabuklaşan ve kalınlaşan bu toz, bitkinin fotosentez yapmasını engellemek suretiyle bitkinin beslenememesine ve giderek kurummasına veya gelişim geriliğine yol açabilir (Karaman, 2010).

Altın madenciliği işletmelerinde hava kalitesine yönelik etkilerin azaltılması için meteorolojik verilerinin de baz alınmasıyla toz dağılımı modelleme çalışmalarının yapılması önceliklidir.

Altın Madenciliği işletmelerinde, faaliyetlerinde oluşabilecek tozmayla, HCN gaz çıkışı ve PM10 emisyonu ile meydana gelecek tüm emisyonların minimize edilmesi için;

- Arazi hazırlık çalışmalarında nebati sıyırma işlemlerinde, sulama yapılarak alanın nemlendirilmesi, savurma yapılmadan yükleme ve boşaltma yapılması,

- Ekonomik olmayan kayaç, nebati depolama alanı gibi stok alanlarının yüzeyinde rüzgârdan kaynaklı tozumanın önlenmesi için nemlendirilmesi, yüzeyde stabilizeyi de bozmayacak şekilde büyük boyuttaki malzemelerin yığılması, yüzey alanlarının otlandırılması,

- Açık ocak faaliyetlerinde yükleme-boşaltma, taşıma ve depolama sırasında etkileri minimize etmek için su ile nemlendirme, trafik hızının kontrolü, yüksekte boşaltmama,

- Delme alanlarında kullanılacak delici makinasının toz tutma sistemli olması, patlatma öncesinde ve sonrasında sulama,

- Saha dışı nakliyelerde kamyon üstlerinin kapatılması,

- Kırma eleme ünitesinde bant konveyörlerin üstü, elek ve kırıcı binaların çevresinin kapalı inşa edilerek toz tutma veya toz indirgeme sistemlerinin kurulması,

- Liç alanının uygulanan çözelti ile nemli kalması,

- Liç alanı ve çözelti havuzlarında sürekli ölçüm yapan HCN gaz detektörlerinin olması ve bu sistemlerin sürekli olarak pH kontrollerinin yapılarak pH seviyesinin 10-11 arası tutulmasının,

- Proses bacalarında emisyon ölçümleri yaptırılarak buna bağlı filtre sistemlerinin takılmasının

- Araç trafiğinde ve iş makinalarının hız kontrollerinin sağlanması,

- Tesis içi yol güzergahlarında asfalt, beton vb. tozmayı engelleyecek sistemlerin yapılması bağlantı yollarında arazöz ile sürekli sulanmasının sağlanması çalışmaları sayesinde hava kalitesi yönetimi sağlanmalıdır.

Kapama döneminde saha düzenlemesi sırasındaki kazı/dolgu faaliyetlerinden dolayı toz emisyonu olabilecektir. Kapatma işlemleri süresince yollar nemlendirilerek toz oluşumunun önlenmesine devam edilmelidir. Kapama aktivitelerinin sona ermesi ile birlikte toz ve gaz emisyonu oluşmaz.

Altın madenciliği çalışmaları sırasında siyanürlü çözeltilerin kullanımından kaynaklı HCN gazı oluşumunu engellemek için tüm çözeltilerin pH değeri 10-11 arasında tutulmalıdır. Tesiste kurulacak olan otomatik ölçüm cihazı ile HCN gazı sürekli olarak ölçülerek kontrol altında tutulmalıdır.

Toz emisyonu kontrol yöntemleri;

Açıkta depolanan yığılma malzemelerle ilgili olarak, SKHKKY'de aşağıda belirtilen önlemlere uyulmalıdır.

- Araziye rüzgârı kesici levhalar yerleştirir, duvar örülür veya rüzgârı kesici ağaçlar dikilir,
- Konveyörler ve diğer taşıyıcıların ve bunların birbiri üzerine malzeme boşalttığı bağlantı kısımlarının üstü kapatılır,
- Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılır,
- Malzeme üstü naylon branda veya tane büyüklüğü 10 mm den fazla olan maddelerle kapatılır,
- Üst tabakalar %10 nemde muhafaza edilir. Bu durumu sağlamak için gerekli donanım kurulur. (SKHKKY, 2010)

Kapama döneminde rüzgâr ve yıkım çalışmalarında kullanılacak iş makinelerinden kaynaklı toz oluşumu söz konusu olabilecektir. Bu nedenle kapatma döneminde de toz kontrolü amaçlı olarak, yüzeyler ıslatılacak ve bitkilendirme çalışmaları yürütülmelidir. Rehabilitasyon çalışmaları sonlandırıldığında toz ve erozyonun su kalitesine olası etkileri de yok olur.

Gazların potansiyel emisyonları dikkate alındığında; aracın/makinenin egzoz emisyonunun azaltılması, kullanışlı ekipman bakım programının uygulanmasıyla mümkündür. Proses tesislerinde gaz ve duman üretimi, şirket politikası ve güvenli çalışma ortamı sağlama zorunluluğuna uygun olarak benimsenecek sağlık ve güvenlik prosedürleri altında detaylandırılmalıdır. Proje alanlarında çevresinde hava kalitesi izleme çalışmalarının yürütülmesi inşaat öncesi, inşaat dönemi, işletme dönemi ve işletme sonrası ile PM10, çöken toz, HCN gaz ölçüm detektörleri, pH parametrelerinin sürekli ölçümlerle takip edilmesi gerekir. Böylece proje faaliyeti ile çevresel etkilerin var ise gözlemlenmesi ve ivedi olarak önlenmesi çalışmalarının yapılması gerekir.

Yapılacak tüm çalışmalar ve izlemelerin mevzuatta olan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY)'ne uyulması gerekir.

İncelenen proje sahasına bakıldığında;

Sistemin hazırlanması sırasında patlayıcı ile sıkılama malzemesi arasında yarım metre boşluksızlığını sağlayacak şekilde deliğe çuval ile tapa yapılarak ve ondan sonra mıcır döküldüğü, patlatmaya geçmeden önce tüm patlatma alanının üzeri, patlatma sonrasında oluşan tozu azaltmak amacıyla su püskürtülerek ıslatıldığı gözlemlenmiştir. Patlatma yapıldığı anda delik içinde patlama ile bırakılan hava boşluğu ilk darbeyi emecek, devamında kullanılan kireç taşı mıcır eriyecek delik ağzını tapa gibi sıkarak ve bu şekilde hem taş fırlamalarının önüne geçilerek hem de patlatmanın en verimli biçimde yapılması sağlanacağı bilgisi alınmıştır. Bu önlemlerle hava boşluğu ve milisaniyelik kapsüllerle patlayıcıların çevreye vereceği şok etkisi en aza indirilir ve kireç taşı sıkılama ve patlatma grubunun sulanması ile toz oluşumu en aza indirildiği gözlemlenmiştir.

Madencilik çalışmaları sırasında patlatma, yükleme-boşaltma ve taşıma sırasında toz emisyon oluşur. Meydana gelecek emisyonun minimize edilmesi için su ile nemlendirme, trafik hızının kontrolü, yüksekte boşaltmama, patlatma öncesinde ve sonrasında sulama gibi uygulamalar gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Bunlara rağmen kaçak tozemisyonları meydana gelebilir. Oluşacak toz emisyonları, SKHKKY Ek-2 Tablo 12.6'da belirtilen "Toz Emisyonu Kütleli Debi Hesaplamalarında Kullanılacak Emisyon Faktörleri" kullanılarak hesaplamaların yapıldığı ve sonrasında modelleme çalışmalarının yürütüldüğü görülmüştür.

Yapılan modelleme çalışmalarında Hava Kalitesi Modellemesi incelediğimiz projede PM emisyonlarının neden olacağı hava kalitesi etkileri USEPA tarafından geliştirilmiş bir Gauss atmosferik dağılım modeli olan ISCST3 (IndustrialSource Complex Model – Version 3) kullanılarak tahmin edilmiştir.(USEPA. 1995b). Modelin TanımıISCST3 (IndustrialSourcesComplex-Short Term3) Modeli, EPA tarafından geliştirilmiş olup tipik bir endüstriyel kaynaktan yayılan emisyonların geniş bir alanda dağılımını hesaplayabilen dünya çapında kabul görmüş bir hava kalitesi dağılım modelidir. (Golder, 2011)Model, zaman içerisinde değişen gerçek zaman verilerini baz alarak saatlik, uzun ve kısa vadeli YSK değerlerini tahmin edebilen en gelişmiş bilgisayar modellerinden birisidir. Modelin temeli Gauss Dağılımına dayanmaktadır. Emisyon kaynakları 4 ayrı grupta toplanmaktadır. Bunlar; nokta kaynaklar, hacimsel kaynaklar, alansal kaynaklar ve açık alan kaynaklarıdır. Hacimsel ve alansal kaynak opsiyonları çizgisel kaynakların simülasyonu için kullanılabilir. Model, nokta kaynakların yakın civarındaki binaların partikül maddeler üzerindeki aerodinamik etkilerini belirleyebilmek,

partikül maddelerin birim alandaki kuru ve yağ çökme hızlarını ve ayrıca toplam çökme hızını hesaplamak için değişik algoritmalara sahiptir. Model, birden fazla emisyon kaynağını da (nokta, alan ve yer seviyesindeki açık kaynak olarak) kullanabilir.

Hava kalitesi modelleme yöntem, hesaplama ve elde edilen değerler Çizelge4.3'de verilmiştir.

Proje sahası geneline bakıldığında üst bitkisel toprağın arazi hazırlık aşamalarında ayrı olarak biriktirildiği ve bu işlem sırasında oluşan tozumu nemlendirme çalışmaları, araç ve iş makinalarının hız limitleri konulduğu, savurma yapmadan doldur boşalt yapıldığı, açık ocak sahasında yükleme, boşaltma çalışmalarında su arasözü ile alanın nemlendirilmesinin sağlandığı, patlatma delikleri için delik delmemakinalarının sulu sistem olduğu, patlatma alanlarında sulama ve sıklama işlemlerinin yapıldığı, açık ocak içi yolların arasöz ile sürekli sulandığı, iş makinalarına hız limitleri uygulandığı, kırma eleme tesislerinde bant konveyörlerinin üstü kapalı, elek ve kırıcı binalarının etrafının kapalı ve toz tutma sistemleri ile inşaa edildiği, liç alanında serilen cevherin çözeltiden kaynaklı nemli olduğu, cevher zenginleştirme ve liç alanlarında HCN gaz detektörlerinin olduğu, personelde de mobil gaz detektörlerinin olduğu, cevher zenginleştirme ünitelerinde baca gazı ölçümlerinin yapılacağı, cevher zenginleştirme ünitesinin komple kapalı inşa edildiği, tesis içi yolların asfalt ile kaplandığı, nebati depolama alanlarının yeşillendirilmesinin yapıldığı, pasa alanında su ile nemlendirme yapıldığı ve mümkün oldukça büyük malzemelerle şevlerin kaplandığı, iş makinalarının rutin kontrollerinin yapıldığı gözlemlenmiştir. Açık ocak madencilik uygulamalarında en iyi patlatmayöntemi olması nedeniyle milisaniyeli gecikmeli patlatma seçildiği, bu yöntem, gerek teknik gerekse çevresel açıdan en uygun seçenek olup; gürültü, vibrasyon ve toz oluşumunun azaltılması ve etkin kontrolünü sağladığı da gözlemlenmiştir. Tozuma etkileri için alınacak önlemler Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1.Tozuma Etkileri için Alınacak önlemler

Aktivite	Metot	Açıklama
Malzeme Yükleme ve Taşınması	Boşaltma Yüksekliklerinin Azaltılması	Boşaltılan malzeme mümkün olduğu kadar düşük yüksekliklerden boşaltılmalıdır.
	Sulama	Taşınan ve yüklenen malzeme sulama yapılarak nemli tutulmalıdır.
	Savurma Yapmadan Yükleme	Yüklenen malzeme savurma yapılmadan yüklenmelidir.
Rüzgar Erozyonu	Yeniden Bitkilendirme	Kullanılmayan alanlar en kısa zamanda yeşillendirilmelidir.
	Malçlamave Örtme	Eğer yeniden bitkilendirme mümkün değilse büyük malzemelerle malçlama ve örtme vasıtasıyla alternatif bir rüzgar erozyonu engellenmelidir.
	Stabilizasyon	Eğer diğer kontrol metotları uygulanabilir veya etkin değilse kimyasal stabilizasyon belirli alanlarda kullanılabilir.
	Rüzgar Kıranlar	Kritik noktalarda rüzgâr kıranlar bitki örtüsü ve diğer doğal bariyerler kullanılabilir.
Yollarda Ulaşım ve Taşıma	Hız Kontrolü	Madencilik sahasında hız 20- 40 km/saat ile sınırlandırılmalıdır.
	Sulama	Toprak yollarda sulama yapılarak yolların nem oranı arttırılmalıdır.
	Sıkılaştırma	Belirli aralıklarla, taşıma yollarının yüzeyi sıkıştırılarak ince tanelerinin sayısı düşürülmelidir.
	Kaplama	Maden yolları çakılla kaplanmalıdır.
Açık depolama	Sıkılaştırma	Belirli aralıklarda, yığın depolama alanlarında ince tanelerin miktarını azaltmak için yığınların kullanılmayan yüzeyleri sıkıştırılmalıdır.
	Yük İndirme ve Bindirme İşlemlerinde Değişiklik	Eğer mümkünse yük indirme ve bindirme işlemlerinde rüzgar türbülansı azaltmak için malzeme rüzgarın estiği yönedeki yüzde yapılmalıdır.
Açık depolama	Sulama	Depolanmış malzeme sulama vasıtası ile nemli tutulmalıdır.
	Kimyasal Stabilizör	Sulamanın tek başına yeterli olmadığı durumlarda, bir kimyasal stabilizör kullanılmalıdır.
	Eğim Azaltımı	Yığınların hakim rüzgar yönüne karşı eğimleri rüzgar türbülansını düşürmek için azaltılmalıdır.
Patlatma	Optimizasyon	Patlatma deliklerinin boşluğu ve derinliği ve ANFO miktarı optimize edilmelidir.

Proje sahasında cevherden altının kazanılması amacı ile siyanürçözültisi kullanıldığı, sodyum siyanür katı briketler halinde proje alanına getirildiği, proses sırasında sulandırılarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Sodyum çözültisi içerisinde bulunan moleküler hidrojen siyanür buharlaşabilme özelliğine sahiptir. Bu da HCN gazı oluşumuna neden olmaktadır. Ancak alınacak önlemler ile HCN gazı oluşumu engellenebilmektedir. Bu kapsamda projede buharlaşmayı belirleyen ana unsur olan pH seviyesi 10-11 arasında tutulduğu ve HCN gazının oluşumu engellendiği gözlemlenmiştir. Çözültinin pH değerini istenilen seviyede tutmak için cevhere kireç ilavesi yapıldığı, böylece liç işlemi boyunca pH seviyesinin 10-11 arasında tutulması sağlandığı gözlemlenmiştir. Projede HCN gazı seviyesinin kontrol altında tutulması için katı ve sıvı formda siyanür bulunan kapalı ünitelere (ADR tesisi, siyanür çözültisi hazırlama ve katı (briket) siyanür depolama) detektörler yerleştirildiği ve detektörün seviyesi 5 ve 10 ppm olarak ayarlandığı ve bu değerlerin aşılması durumunda sesli ikaz devreye gireceği gözlemlenmiştir. Sahada yerinde ölçülen HCN Gazı ölçümleri Çizelge4.1’de verilmiştir.

1.4.4.Su kalitesi

Altın madenciliği faaliyetlerinde su kalitesi esaslarında öncelikli olarak suyun nerede ve ne amaçla kullanılacağı, su kalitesi için gerekli kriterlerin, sonuçların ve etkilerin belirleneceği, sorunlara karşı farklı mühendislik alternatifleri belirleneceği, fayda-maliyet analizlerinin, sosyoekonomik etkilerin tanımlanacağı su kalitesi yönetimi belirlenmelidir (Korkut,2014). Proses veya proses dışı kaynaklı yeraltı veya yüzey sularına etki edebilecek atıksu oluşumu mevcuttur. Her ünitenin ayrı ayrı incelenerek iş akışlarına bağlı atıksu oluşumları gözlemlenmeli ve buna bağlı olarak çalışmalar yürütülmelidir.

Altın madenciliği proses sahaları incelendiğinde personelden kaynaklı evsel nitelikli atıksular, cevher zenginleştirme ünitesinde oluşan atıksuların, açık ocak sahasında susuzlaştırma yapılacak ise bu çalışmalardan kaynaklı atıksu, proseslere düşen yağmur suları gibi atıksuların olduğu gözlemlenmektedir.

Personelden kaynaklı evsel nitelikli atıksuların kişi sayısına bağlı olarak biyolojik arıtma yapılması gerekir. Biyolojik arıtma çıkışı alıcı ortama deşarj standartlarının sağlanarak deşarj edilebilmesi, biyolojik arıtmanın yanı sıra ilave ileri arıtma teknikleri kullanılarak yeniden kullanımı sağlanması alternatiftir.

Açık ocak ünitesinde yağmur sularından ve susuzlaştırma çalışmalarından kaynaklı suların bertarafında öncelikli izlenmesi gereken yol; Susuzlaştırma sularında jeoteknik sondajlar ve hidrojeolojik çalışmalar neticesinde, havza su yönetimi ve yöredeki su kullanımına bağlı olarak yeraltı sularının açık ocak içerisine girişi olmadan deşarjının sağlanmasıdır. Yeraltı sularının yapılan fizibilite çalışmalarında belirlenen noktada bir kuyu açarak, kuyuda çekilen suyun havuzlarda biriktirilebilmesi ve daha sonra deşarjı ile pasif susuzlaştırma yapılarak yeraltı suyunun prosese girişi ile oluşabilecek atıksu oluşumu engellenmiş olur. Açık ocak içerisine su faylarına göre açılacak susuzlaştırma gözlem kuyuları ile de sürekli su seviye kontrolleri yapılarak işletme döneminde optimum çalışma sağlanabilir. Yağmur sularının yönetiminde ise kuşaklama kanalı veya toprak seddelerle açık ocak etrafı çevrilerek yağmur sularının prosese girişi engellenmelidir.

Kırma eleme ünitelerinde pulvarize sistem ile toz indirgeme yapılabilir. Burada suyun malzeme üzerine yapışması ve buharlaşması sonucu atıksu oluşumu olmaz.

Cevher serilen alan olan liç alanında çözelti sularının tabana doğru süzülmesinde geçirimsiz sistem inşa edilmeli, geçirimsizlik testlerinin yapılması, kullanılan malzemenin dayanıklılık testlerinin yapılması ile yeraltı ve yüzey sulara sızması engellenmelidir. Çözelti havuzları ve ADR ünitesine giden içerisinden alınmış su ya deşarjı ya da su kalitesine bağlı olarak devir daim yaptırılması gerekir. Suyun alıcı ortama deşarjı yapılması durumunda mutlaka öncesinde kimyasal arıtmalardan geçirilerek alıcı ortam deşarj standartlarının sağlanması, devir daim yaptırılacak sularda ise suyun taşınması gereken pH 10-11 gibi fiziksel özellikleri taşımaya önem gösterilmelidir. Cevher zenginleştirme ünitelerinde toprağa olabilecek herhangi bir döküntü veya sızıntı olma riskini önlemek amacıyla döküntü riski alanların geçirimsiz inşa edilmesi saha genelinde de mobil olarak döküntü temizleme malzemeleri bulundurulmalı ki olası döküntülerde ivedi müdahalesi gerçekleştirilsin. Proje işletme esnasında olası sızıntıların tespiti amacıyla ünite konumuna ve su fayı hattına bağlı olarak su fayı üzerinde gözlem kuyularının yapılması gerekir.

Saha geneline düşen yağmur sularının toplanarak sahadan uzaklaştırılması için kuşaklama kanalı dizaynlarının yapılması gerekir.

Yapılacak tüm çalışmalar ve deşarjarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine uyulması gerekir.

İncelediğimiz proje kapsamında su kalitesi yönetimi hususunda yapılan çalışmalara bakıldığında;

Çalışan personelden kaynaklı evsel nitelikli atıksuların oluştuğu ve bu atıksuların alt yapı sistemi toplanarak biyolojik atıksu arıtma sistemine verildiği gözlemlenmiştir. Günlük yerinde AKM ve fiziksel analizlerle ayrıca akredite laboratuvar analizleri ile biyolojik arıtma sisteminin deşarj suyu kalitesinin takip edildiği ve sonrasında deşarjının sağlandığı gözlemlenmiştir. Oluşan evsel atıksuların arıtılmasında katı malzemelerin tutulması için ön çöktürme haznesi, debi salınımlarını engellemek ve atık suyu paket üniteye dengeli bir biçimde almak dengeleme haznesi, atıksuyun besleme yapılabilmesi için terfi pompası, atıksuyun havalandırılarak biyolojik parçalanmanın gerçekleştirilmesi için reaktör, sisteme gerekli olan oksijeni sağlamak için havalandırıcı (Blower), reaktörden arıtılmış suyun deşarjını sağlayacak tahliye pompası, arıtılmış suyun dezenfeksiyonunu sağlamak için klor dozaj yeri ve klor dozaj pompası, sistemin kontrolünü sağlayabilmek için kumanda panosu ve sistemin bakteriler için ısı kontrolünü sağlamak için ısıtıcı ile paket arıtma sistemi yapıldığı gözlemlenmektedir.

Biyolojik paket arıtma sisteminde yerinde yapılan analiz hesaplamaları ve elde edilen değerler Çizelge4.2.'de verilmiştir.

Yetkililerle yapılan görüşmede açık ocak sahası içerisinde açılan gözlem kuyuları ile su seviyesinin açık ocak susuzlaştırma çalışmaları için sürekli takip edildiği ve pasif susuzlaştırma çalışmalarının projelendirildiği belirtilmiştir. Pasif susuzlaştırma çalışmalarının projelendirilmesinde model çalışmasından yararlanıldığı ilk olarak yeraltı suyu seviye haritalarının oluşturulduğu belirtilmiştir. Proje sahası içerisinde hidrolik iletkenlik, beslenme, boşalım, baz akım hesaplamaları için Throntwaite ve HELP model yöntemlerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Modelleme çalışmaları sonrasında susuzlaştırma çalışmalarının projelendirilmesi ile nihai düşün konisi minimum düzeyde tutularak projelendirildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca açık ocak sahası etrafında kuşaklama kanalı ve yapılacak seddelerle yağmur suyu girişinin engelleneceği belirtilmiştir.

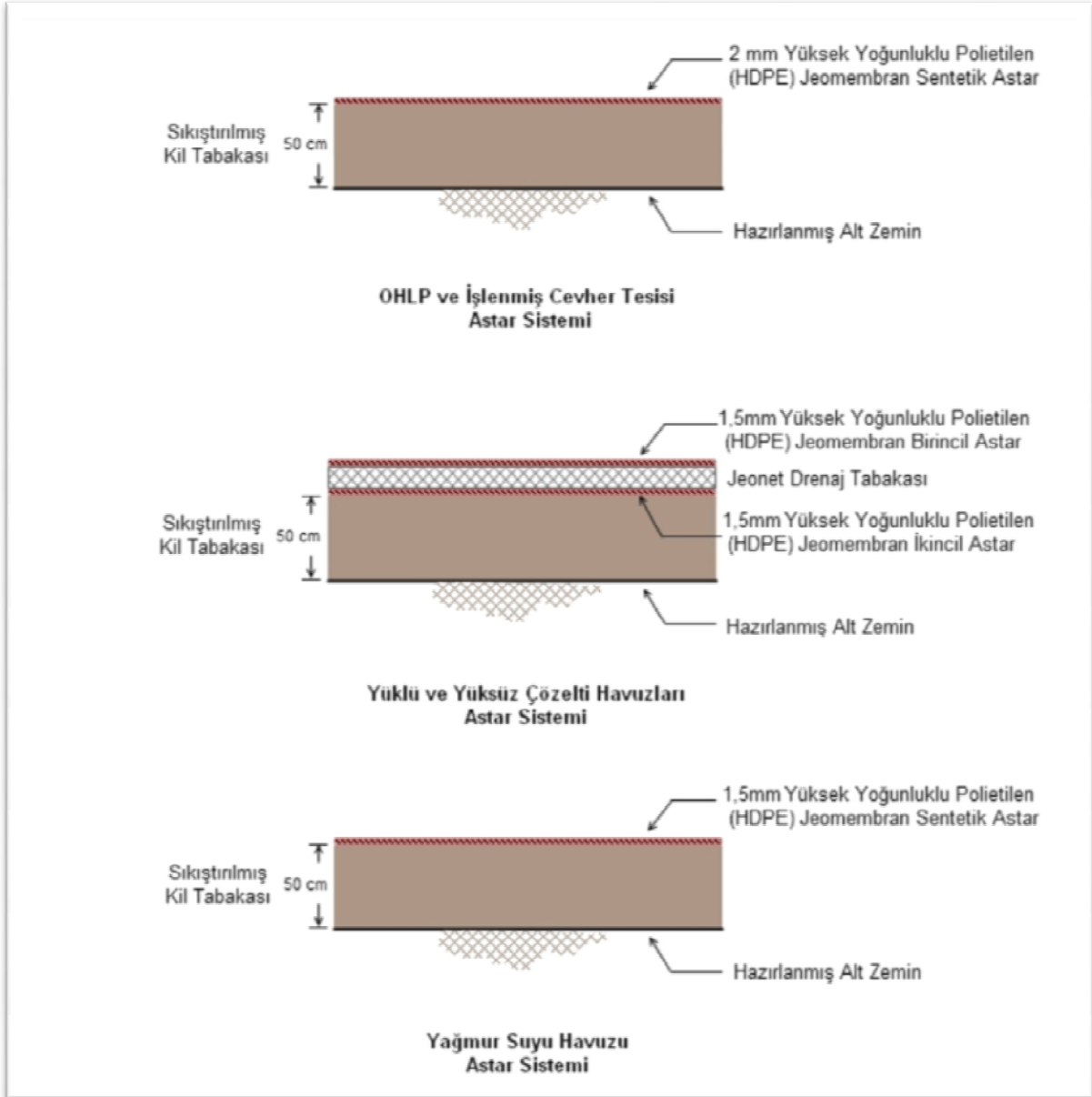
Liç alanı ve cevher zenginleştirme ünitelerinden olan çözelti havuzları ve ADR üniteleri inşaatı geçirimsizliği sağlanarak inşaa edildiği gözlemlenmiştir.

Çalışanlarla yapılan görüşmelerde liç alanı geçirimsizlik sistemlerinde, sızıntı, astar inşası sırasında olabilecek astarda oluşan yırtılmalar, delikler ve hasarlar sonucunda da oluşabileceği göz önüne alınarak, hesaplamalar için oluşan deliğin büyüklüğünü, alttaki kil tabakasının geçirimsizliğini ve jeomembran üzerindeki toplam su yükünü göz önünde bulundurarak, ABD

Çevresel Koruma Kurumu (USEPA) tarafından belirlenmiş kriterlerin kabul edilerek analitik metot (Giraud ve Bonaparte, 1989) kullanıldığı belirtilmiştir.

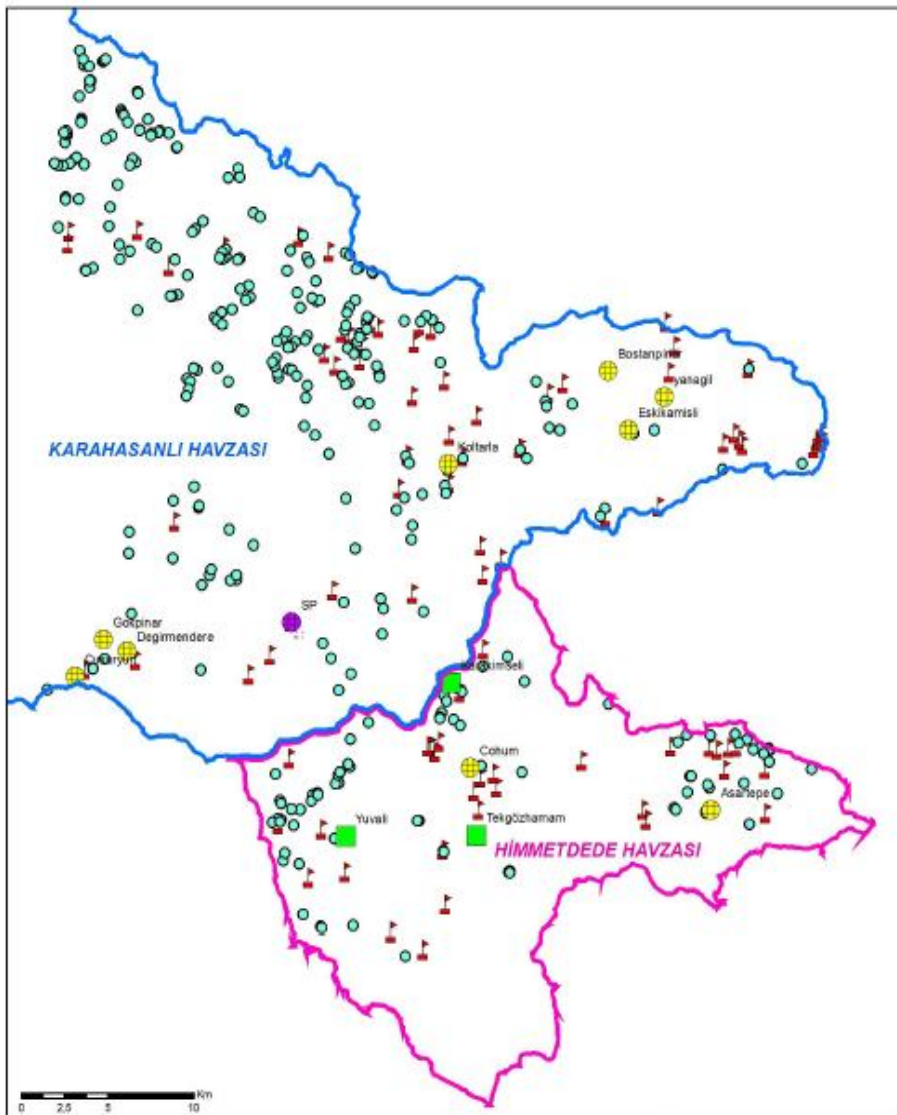
Liç alanı geçirimsizliğinde, zemin kayacın düzenlenerek üzerine 50 cm sıkıştırılmış kil serildiği, 1,5 mm yüksek yoğunluklu polietilen yapıda olan jeomembran astar serildiği belirtilmiş ve yerinde gözlemlenmiştir. Serilen doğal kil yapısının öncelikli olarak, geçirimsizlik katsayısının laboratuvar ortamında test ettirildiği ve 1×10^{-8} cm/saniye olarak sonuçlandırıldığı belirtilmiştir. Yapılan görüşmelerde jeomembran astarların birbirlerine 480°C’de özel bir kaynak yöntemi ile birleştirildiği ve daha sonrasında özel bir cihazla geçirimsizlik testlerinin her m²’de test edildiği, serilen jeomembran astarlarının dayanıklılık testlerinin yapıldığı belirtilmiştir ve örnek ölçümlerle gözlemlenmiştir. Cevher zenginleştirme ünitelerinden olan çözelti havuzlarında; yüksüz çözelti havuzu ve astar sistemi, yığın liç sistemine uygulanacak olan siyanür çözeltisi yüksüz çözelti havuzundan pompalanmaktadır. Liç alanından toplanan değerli metalleri içeren yüklü çözeltinin aktif karbon üzerine adsorpsiyonu sonrasında kalan yüksüz çözelti, yüksüz çözelti havuzuna gönderilmektedir. Yüksüz çözelti havuzunun astar sistemi hazırlanmış alt zemin, minimum 1×10^{-8} cm/saniye geçirgenlik olacak şekilde sıkıştırılmış en az 50 cm kalınlığında kil, 1.5 mm HDPE jeomembran ikincil astar, Jeonet drenaj tabakası, 1.5 mm HDPE jeomembran birincil astar olarak uygulandığı gözlemlenmiştir. Jeonet tabakası yüksek geçirgenlikte doğal drenaj yapısında olduğu, olası sızıntılar jeonet içerisinde yerçekimi ile toplanıp çözelti havuzuna pompalanacağı gözlemlenmiştir. Yüklü çözelti havuzu ve astar sistemi, yığın liç tesisinde oluşan yüklü çözelti, liç alanı altına kurulacak olan çözelti toplama sistemi vasıtasıyla toplanarak yüklü çözelti havuzuna gönderileceği projelendirildiği gözlemlenmiştir. Yüklü çözelti havuzunun astar yapısının aşağıdan yukarıya doğru, hazırlanmış alt zemin, minimum 1×10^{-8} cm/saniye geçirgenlik olacak şekilde sıkıştırılmış en az 50 cm kalınlığında kil, 1.5 mm HDPE jeomembran ikincil astar, Jeonet drenaj tabakası, 1.5 mm HDPE jeomembran birincil astar olacağı belirtilmiştir. Taşkın havuzuna şiddetli yağış ya da elektrik kesintisi veya pompa arızası gibi durumlarda çözeltinin cazibeli akışla havuzda toplanmasını sağlanacağı bu yüzden 100 yıllık 24 saatlik yağış sonrası oluşabilecek taşkın sularını güvenle muhafaza edecek şekilde dizayn edildiği gözlemlenmiştir. Olası sızıntıları önlemek için yağmur suyu havuzunun tabanına uygulanacak olan astar yapısının aşağıdan yukarıya hazırlanmış alt zemin, minimum 1×10^{-8} cm/saniye geçirgenlik olacak şekilde sıkıştırılmış en az 50 cm kalınlığında kil ve 1.5 mm HDPE jeomembran astar olduğu bildirilmiştir. Yapılan astar sistemli geçirimsizlik

katmanları Şekil 1.8.'de verilmiştir. Bu sistemler için ayrı ayrı olarak sızdırmazlık testlerinin yapılarak kaçak veya yırtılma riski olan lokasyonların onarıldığı bildirilmiştir. ADR ünitesinin tabanının beton, içerisinde yer alan kimyasal çözeltilerin tanklar içerisinde olduğu, olası döküntüler için ızgara sistemli olduğu, etrafının kapalı olarak inşaa edildiği gözlemlenmiştir.



Tüm ünite etrafında gözlem kuyuları inşa edilerek yeraltı suyu kalitesinin gözlemlendiği ve pH ölçümleri online gözlemlenerek suyun pH kontrolünün yapıldığı ve pH ölçümlerine bağlı otomatik kostik veya kireç ilavesinin yapıldığı gözlemlenmiştir.

Öncelikli olarak yöredeki havza bazında su araştırmaları yapıldığı bildirilmiştir. Bölgedeki havza dağılımını Şekil 1.9.'da verilmiştir. Havza dağılımında yer alan su fay hatlarına bağlı olarak yeraltı suyu gözlem kuyuları açıldığı ve bu sularda su kalitesi örneklemelerin aylık akredite kurumlar tarafından yaptırıldığı haftalık olarak su seviyesi ve fiziksel parametrelerin takip edildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 1.9. Bölge havza dağılımı

Yüklü çözelti havuzunda toplanan yüklü su ADR ünitesine gönderildiği ve burada çeşitli kimyasal işlemlerden sonra içerisinde altını alman suyun deşarjı yerine yüksüz çözelti havuzuna gönderildiği ve bu şekilde suyun yeniden kullanımının sağlandığı gözlemlenmiştir. Yapılan gözlemlerden yola çıkıldığında su kalitesinin korunmasına yönelik alınacak önlemler ve yapılacak çalışmalarla çevresel etkilerin önüne geçilmiş olacağı ortaya konmuştur.

Gözlem kuyularından yerinde yapılan ölçüm metod ve analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

1.4.5 Toprak kalitesi

Altın madenciliği faaliyetlerinde toprağın korunması, kirliliğin önlenmesi veya bertaraf edilmesi amacıyla; hedef ve ilkeleri, kirlenici unsurları belirlemek, kirliliğin giderilmesi ve kontrolüne ilişkin usul ve esasları tespit etmek, uygulanmasını sağlamak, Atık ve kimyasallarla kirlenmiş toprakların mevcut kirlilik durumlarının tespiti, çevre ve insan sağlığına olabilecek risklere ve kirlenmiş toprakların iyileştirilmesine ilişkin çalışmaları yapmak gerekir. Ayrıca mevzuatta yer alan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliğe uyulması gerekir.

Faaliyet yapılması planlanan alanlarda ilk olarak toprak yapısının analizlerinin yapılması gerekir. Yapılan analizler neticesinde bitkisel üst ve alt toprak kademeleri belirlenir. Analizi yapılan toprağın dayanım ve geçirimsizliğine bağlı olarak inşa edilecek yapıların geçirimsizlik esaslarında bununda göz önüne alınması ve buna bağlı dizaynların yapılması çevresel etkilerin oluşmaması adına önemli bir adım olur. Yapılan örnekleme sonuçlarında toprağın ağır metal yapısı da incelenmelidir. Madencilik faaliyetlerinde bölge jeolojik yapısına bağlı olarak asit kaya drenajı olansülfür mineralinin su ve neme maruz kalması sülfür oksidasyon oluşma potansiyelinde gözlemlenmesi amacıyla sondaj kuyularının açılarak jeokimyasal testlerinde yapılması gerekir.

Saha genelinde, yanıcı, patlayıcı, parlayıcı gibi özellikteki malzemelerin, kimyasalların sahadaki nakliyesi, depolanması, kullanımı tüzük gerekliliklerine uygun yapılmalıdır. Yapılan analizlere bağlı belirlenen bitkisel alt ve üst toprağın ayrı ayrı depolanarak organik yapısının zarar görmeden saklanması amacıyla üst yüzeyinin otlandırılması ve yüksekliklerine bağlı olarak uygun şevlendirmenin yapılması gerekir.

İncelediğimiz proje sahasına bakıldığında;

Asit kaya değerlendirmesi çalışması kapsamında, proje alanında sondaj kuyusu açılış ve sondaj kuyusundaki majör kaya yapısını temsil eden kaya örneği alınarak jeokimyasal testleri yaptırıldığı gözlemlenmiştir.

Yetkililerle yapılan görüşmede yanıcı parlayıcı ve patlayıcı gibi özellikteki maddelerin, sahaya ulaşımının, depolanmasının ve kullanımının mevzuatta yer alan Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkındaki Tüzük gerekliliklerine göre sağlandığı, bu malzemelerin geçirimsizliğinin sağlandığı, sahada gerekli sayıda ve uygun yangın söndürme sistemleri kurulduğu, sahada yangın söndürme ekibi kurulduğu, bu maddelerin sadece yetkili kişiler tarafından kullanılmasının sağlandığı, saha içerisinde gerekli güvenlik tabelalarının yerleştirildiği, dökülme sızıntı gibi durumlarda, alan bir an evvel döküntü temizleme malzemeleri ile müdahale edildiği ve bu şekilde oluşabilecek toprak kirliliğinin minimize edildiği belirtilmiştir.

Kimyasalların, kimyasal depolama alanında beton zemin üzerinde depolandığı, kimyasalların sadece yetkili kişiler tarafından kullanıldığı, depolama alanına izinsiz girişlerin engellendiği, kullanılan her kimyasal madde için malzeme güvenlik bilgi formu (MGBF) bulunduğu, kimyasalı kullanacak personelin MGBF’da belirtilen kişisel koruma ekipmanlarını kullandığı, siyanür ve siyanür çözeltileri ile çalışacak personel için ayrıntılı prosedür ve talimatlar oluşturulduğu ve alarm sistemlerinin kurulduğu, sızıntı, dökülme vb. durumlar için temizlik malzemelerinin ulaşılması en yakın yerlerde bulundurulduğu ve bu şekilde oluşabilecek toprak kirliliğinin minimize edildiği bildirilmiştir.

Sıyrılan üst toprak kamyonlar vasıtası ile proje alanı içerisinde yer alan bitkisel toprak depolama alanına taşındığı, oksijen ile temasının sağlandığı ve verimliliğinin kaybedilmemesi için uygun yükseklikte depolandığı, bunun yanı sıra, açık toprak yüzeylerinde, su ve rüzgârdan kaynaklı toprak erozyonu engellemek için alan arazözler ile nemlendirildiği gözlemlenmektedir.

Tüm bu önlemler incelendiğinde toprak kirliliğinin önlendiği gözlemlenmiştir.

1.4.6 Kimyasal yönetimi

Altın madenciliği işletmeciliğinde, işletme proseslerinde çeşitli kimyasal kullanımları mevcuttur. Bu kimyasalların çevreye olabilecek etkilerin minimize edilmesi amacıyla tüm kimyasalların malzeme güvenlik bilgi formlarının (MGBF) temin edilerek bu bilgilere bağlı olarak tüm önlemlerin alınması, fiziksel şartlarının sağlanması takip edilmesi ve kimyasal

yönetim planlarının hazırlanması buna bağlı olarakta acil müdahale planlarının oluşturulması gerekir.

Kirecin rutubete maruz kalması ve bulunduğu kapalı hacimleri şişirmek suretiyle patlatma riskine karşı depolandığı siloda seviye ölçme ve tahliye üniteleri bulunduğu ve kapalı silolarda muhafaza edildiği gözlemlenmiştir.

Sodyum Siyanürün net bir şekilde belirlenmiş depo alanında sıkı şartlar altında depolandığı, depo alanının kapalı bina şeklinde, çatısı akmayan, çevresi tel çitlerle çevrilmiş, iyi havalandırılmış ve bağıl nemi düşük olan kuru bir ortam olduğu, Depo alanının asitlerden oksitlendirici etkenlerden, yanıcı veparlayıcı maddelerden uzak tutulan bir bölgede olduğu gözlemlenmiştir.

1.4.7 Katı atık yönetimi

Altın madenciliği işletmeciliğinde açık ocak, tesis, idari ofisler, bakım ve mekanik atölyeleri, revir ve yemekhane yapılarından kaynaklı olarak tehlikesiz, tehlikeli ve tıbbi atık oluşacağı gözlemlenmiştir.

Açık ocak işletmeciliği esnasında iş makinaları ve kamyonların bakımları esnasında bakım ekibinin iş güvenliği ekipmanlarından olan tyvekler, eldivenler, toz maskeleri ve bakım esnasında kullanılan üstübüleri, bezler, kartonlar gibi yağ ile kontamine olabilecek tehlikeli atıklar oluşur. İş makinaları ve kamyonlar için gerekli olan hidrolik veya motor yağı, gres yağı gibi malzemelerin kullanımından sonra tehlikeli ambalaj atığı oluşur. İş makinaları ve kamyonların bakımları esnasında çeşitli aksamların yağ değişimleri gereği atık hidrolik yağı veya motor yağı, atık gres yağı gibi tehlikeli atık yağ, yağ veya hava filtreleri, çeşitli aksamların değiştirilmesi ile tehlikeli veya tehlikesiz hurda demir, metal atıkları oluşur. Patlayıcı madde kullanılacağından, patlayıcı madde depolama alanlarında oluşabilecek tehlikeli atıklar oluşur.

Kırma eleme ünitesinde toz bastırma amacı ile sulu sistem veya toz tutma sistemleri kullanılabilir. Sulu sistemde atık oluşumu gözlemlenmemektedir. Toz tutma sistemlerinde toz tutucuların zamanla filtrelerinin değiştirilmesi sürecinde toz tutma filtre atığı oluşur. Kırma eleme ünitesi bakımları esnasında çeşitli aksamların yağ değişimleri gereği tehlikeli atık, hidrolik yağı veya motor yağı, atık gres yağı oluşur. Zamanla çeşitli parçaların teknik ömrünü tamamlamasıyla, bu parçaların değişiminden kaynaklı olarak tehlikeli ve tehlikesiz hurda metal, demir atıklar, bant konveyörlerin değişimi esnasında kauçuk bantlar oluşur.

Liç alanı ünitesindedamalama boruları zamanla ihtiyaç durumunda değiştirilebileceğinden tehlikeli atık plastik boruları ve çalışan personelin kullanıldığı kişisel koruyucu ekipmanlardan olan tyvek ve eldivenler gibi malzemelerden de kaynaklı tehlikeli atık oluşur.

Çözelti havuzlarında personelin kişisel koruyucu olarak kullandığı ekipmanlar, tyvek, eldiven vb. şeklinde tehlikeli atıklar, kullanılan kostik vb. malzemeleri buradan sağlanıyorsa bunların ambalajlarının oluşturduğu tehlikeli ambalaj atığı oluşur.

Adr ünitesinde kullanılan kimyasal malzemelerin bazılarının kullanımından sonraansikalant varili, siyanür bigbagleri, aktif karbon bigbagleri, kimyasal torbaları (kalsiyum florür, nitrik asit torbası vs) tehlikeli ambalaj atıkları ve personelin kişisel koruyucu olarak kullandığı ekipmanlar, tyvek, eldiven vb. şeklinde tehlikeli atıklar oluşur.

Revir bölümünde yapılan müdahalelerden kaynaklı olarak çeşitli tıbbi atıklar oluşur.

Tüm proje üniteleri ve idari ofis bölümlerinde kullanılan malzemelerden karton, plastik,cam ambalajları, yazıcı, faks vb. ekipmanlardan kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri, aydınlatma amacıyla kullanılan ekipmanlardaki flüoresan lambalar ve diğer civa içeren atıklar, elektronik cihazlara ait atık piller oluşur.

Tüm bu atıkların mevzuatta yer alan atık yönetim esaslarına ilişkin yönetmelik kapsamında değerlendirilerek kodlarına bağlı olarak geri kazanımının, geri dönüşümünün ya daber tarafının sağlanması gerekir (Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, 2008).

İncelediğimiz proje sahasına bakıldığında;

Açık ocak işletmeciliği esnasında iş makinaları ve kamyonların bakımları esnasında bakım ekibinin iş güvenliği ekipmanlarından olan tyvekler, eldivenler, toz maskeleri ve bakım esnasında kullanılan üstübler, bezler, kartonlar gibi yağ ile kontamine olabilecek atıklar oluştuğu, bu malzemelerin 15 02 02 kodu ile Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanslar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler olarak lisanslı firmalar ile geri kazanıma gönderildiği,

Açık ocak işletmeciliğinde iş makinaları ve kamyonlar için gerekli olan hidrolik veya motor yağı, gres yağı gibi malzemeler satın alınmakta olduğu, kullanımından sonra ambalaj atığı oluştuğu, bu atıkların 15 01 10 kodu ile Tehlikeli Maddelerin Kalıntıları içeren ya da tehlikeli maddeler ile kontamine olmuş ambalajlar olarak lisanslı firmalar ile geri kazanıma gönderildiği,

Açık ocak işletmeciliği esnasında iş makinaları ve kamyonların bakımları esnasında çeşitli aksamaların yağ değişimleri gereği atık hidrolik yağı veya motor yağı, atık gres yağı, yağ veya hava filtreleri, çeşitli aksamaların değiştirilmesi ile hurda demir, metal atıkları olduğu, bu yağlar sızdırmaz varil, bidon gibi malzemelerde biriktirilip 13 02 08 kodlu Diğer motor şanzuman yağlama yağları ve 13 01 13 kodlu Diğer Hidrolik Yağlar (Atık Hidrolik Yağlar), 12 01 12 Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar (Atık Gres) olarak lisanslı firmalar ile geri kazanıma gönderildiği, bu yağların akredite firma tarafından analizlerinin yaptırıldığı, oluşan yağ filtrelerinin 15 02 02 kodu ile Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanslar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler olarak, hava filtreleri ve hurda malzemelerde 20 01 40 Metaller (hurda demirler) kodu ile lisanslı firmalar aracılığı ile geri kazanıma gönderildiği,

Açık ocak faaliyetlerinde iş makinaları veya kamyonlardan teknik anlamda öngörülemez bir sıkıntı olup herhangi bir yağ veya kimyasal döküntüsüne döküntü temizleme malzemelerinin bulunduğu, bunların absorbit tozu (toprağa olan yağ döküntüsünde kullanılır.), emici pedler (beyaz renkli olan toprak veya beton zeminde yağ döküntüsü için, sarı renkli olanlar kimyasal döküntü için), sosisler (beyaz renkli olanlar su birikintisinde yağ döküntüsü için, sarı renkli olanlar kimyasal döküntü için) olduğu, bu malzemelerde kullanıldıktan sonra 15 02 02 kodu ile diğer atıklarla birlikte lisanslı firmalar aracılığı ile geri kazanıma gönderildiği,

Açık ocak faaliyetlerinde patlatma gevşetme patlatma yöntemi ile yapıldığı, saha içerisinde patlayıcı madde depolanması yer almadığı, patlayıcı madde yetkili firma tarafından günlük ihtiyaç kadarı sahaya getirilip ve kullanıldığı,

Kırma eleme ünitesinde toz tutma sistemleri yer aldığı, toz tutucuların zamanla filtrelerinin değiştirilmesi sürecinde toz tutma filtre atığı olduğu, oluşabilecek bu atık malzemelerde türüne göre lisanslı firmalar aracılığı ile geri dönüşüme yada bertaraf gönderildiği,

Kırma eleme ünitesinde işletme döneminde bakımları esnasında çeşitli aksamaların yağ değişimleri gereği atık hidrolik yağı veya motor yağı, atık gres yağı oluşabildiği, bu yağların sızdırmaz varil, bidon gibi malzemelerde biriktirilip 13 02 08 kodlu Diğer motor şanzuman yağlama yağları ve 13 01 13 kodlu Diğer Hidrolik Yağlar (Atık Hidrolik Yağlar), 12 01 12 Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar (Atık Gres) kodu ile lisanslı firmalar ile geri kazanıma gönderildiği,

Kırma eleme ünitesinde zamanla çeşitli parçaların teknik ömrünü tamamlamasıyla, bu parçaların değişiminden kaynaklı olarak hurda metal, demir atıklar, bant konveyörlerin değişimi esnasında kauçuk bantlar oluşabileceği, bu atıklarda beton zemin alanada biriktirilerek 20 01 40 kodu ile metaller (hurda demirler) olarak, plastik bant konveyörlerde ayrı olarak lisanslı firmalar ile geri dönüşümü sağlanacağı,

Çözelti havuzlarında personelin kişisel koruyucu olarak kullandığı ekipmanlar, tyvek, eldiven vb. şeklinde atıklar oluşacağı, bu atıkların 15 02 02 kodu ile Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanslar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler olarak lisanslı firmalar ile geri kazanıma gönderileceği,

Himmetdede proje sahasında oluşabilecek tehlikeli atıklar geçici tehlikeli atık depolama izni alınmış olan, sızdırmazlığı sağlanmış, havalandırılmalı, ızgara sistemli, ızgaranın bağlantıdığı toplama havuzu olan tehlikeli atık depolama alanında kodlarına bağlı olarak ayrı ayrı biriktirilerek daha sonra lisanslı firmalar aracılığı ile geri kazanıma yada bertarafagönderildiği, mevzuat esaslarına uygun çalışmaların yürütüldüğü gözlemlenmiştir.

1.4.8 Flora vefauna

Altın madenciliğinde yapılacak tüm çalışmalar neticesinde bölgedeki flora ve fauna yapısının bozulabileceği baz alınmalıdır. Bu kapsamda, bölge flora ve fauna yapısı arazi çalışmaları ile vejetasyon dönemleri de göz önüne alınarak incelenmesi var ise ender türlerin belirlenmesi, alınacak önlemler, tüm türlerin bölgeden uzaklaştırılması ve işletme döneminde güncel olarak takibinin sağlanması gerekir.

İncelediğimiz projeye bakıldığında;

Alanın florasını belirlemek amacı ile Haziran ayında alana arazi gezisidüzenlendiği, faaliyet alanı için en uygun vejetasyon dönemi olduğu ve Floristik listede verilen türlerin gözleme dayalı olarak tespit edilerek bazı numunelerin alındığı gözlemlenmiştir.

Bitki ve hayvan türleri üzerindeki etkilerin azaltılması için;

- Arazi hazırlık ve inşaatamasında bitkisel toprak sıyrılarak ileriki aşamalarda rehabilitasyonçalışmalarında kullanılmak üzere uygun koşullar altında depolanacağı gözlemlenmiştir. İyileştirme çalışmaları kapsamında sahaya yeniden bitkisel toprağın serilmesi ve ardından bitkilendirmeçalışmalarının yapılması erozyon kontrolüne de yardımcı olacaktır.

- Sahada oluşacak olan toz düzeyi sulama ile en düşük düzeyde tutulacağı, böylece toz yayılımından en çok etkilenebilecek olan omurgasız türler üzerindeki etkilerin de azaltılmış olacaktır,
- Katı ve sıvı atıkların kontrolsüz deşarjı engellenerek habitatın olası kirliliği engelleneceği,
- Proje alanında kullanılacak olan araç ve ekipmanlar düzenli olarak kontrol ve bakımlarının yapılacağı böylece araç ve ekipmanlardan kaynaklanan gürültü ve PM, egzoz gibi kirleticiler en az düzeyde tutulacağı gözlemlenmiştir.
- Araç trafiği kontrol altında tutulduğu, böylece saha dışında da gereksiz araç trafiğinden kaçınılarak habitat üzerine olabilecek etkiler en aza indirgeneceği gözlemlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde madencilik uygulamalarına yönelik bilgilerin ardından daha önce yapılan örnek çalışmalara yer verilmiştir.

Ackley (2008), madencilikte çevre risklerin değerlendirilmesinde Fiji Vatukoula da altın madeninde algısal çalışmalar yaparak madencilik olumlu ekonomik faydalarının yanısıra insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkiler yapabileceğine bundan kaynaklı olarak çevresel performansların yükseltilmesi çalışmalarını belirtmektedir.

Logsdon ve ark. (2001), altın üretiminde siyanür yönetimi incelenmiş olup siyanürün kullanımı ve risklerini genel olarak ele alınmıştır. Resmi Düzenlemelerin öngördüğü şartlara uymanın ötesinde, etkin risk iletişimi halkın bilgilendirilmesi ve katılımını da içermesi gerektirdiği, yerel yetkili makamlarla birlikte acil durum planlama programlarını koordine etmenin yanısıra, maden işleme proseslerinde ve envantere kullanılan siyanür bileşiklerinin tipleri ve miktarları hakkındaki veriler ile izleme verilerine erişimin sağlanması gerekliliği belirtilmektedir.

Nilsson ve Randhem (2008), tez çalışmalarında madencilik sektöründe çevresel etkileri ve sağlık yönlerini analiz ederek verilen bir gruba da, bakır, uranyum ve altın madencilik endüstrisinin parametrelerinde görece performansını belirlenmesi üzerine çalışılmıştır.

Çakmak (2007), bir açık işletmede veya çevresinde patlatmadan kaynaklanan titreşim büyüklüğü bir zaman aralığında patlayan maksimum patlayıcı miktarı ve patlatma yeri ile ölçüm yeri arasındaki fiziksel mesafeden etkilenecek şekilde değişirken, titreşim frekansı ise jeoloji ve gecikme zaman aralığına bağlı olarak değişir. Bu sebeple herhangi bir açık işletmede veya çevresinde yer titreşimi durumunun değerlendirilmesi ve belirlenmesi gereklidir. Bu gereklilik ile tez konusu Uşak Kışladağ Altın madeninde üretim patlatması uygulamasından kaynaklanan yer titreşiminin ölçülmesi, kaydedilmesi ve komşu yerleşim alanlarındaki yer titreşimi durumunun incelenmesi ve değerlendirilmesi çalışmasını yapmış ve bu çalışmada titreşim hızı, gecikme başına patlayıcı miktarı, ölçüm istasyonlarına veya yerleşim alanlarına olan uzaklık gibi parametreler sismik dalgaların frekansıyla birlikte kaydedilerek, incelenmiş ve değerlendirilmiş olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma döneminde ölçülüp kaydedilen yer titreşimleri yapılar da hasar ve insanlarda rahatsızlık yaratma olasılığı yönlerinden değerlendirildiği, gerek bu çalışma sırasında kaydedilen ve gerekse önceden alınmış yer titreşimi kayıtlarının incelenmesi

sonucunda, yer titreşimi değerlerinin Türk Yönetmeliğine ve ABD Federal Tüzüğüne uygun olduğubelirlenmiştir. Çevre yerleşim birimlerindeki binalarda geçmiste ve günümüzde herhangi bir yapısal hasar meydana gelmediği ve kişilerin titresimlerden rahatsız olmadıkları sonuç ve kanaatınavarıldığı,yapılananalizlerin gecikme başına ateşlenen patlayıcı miktarının 155 kg'dan az olması koşuluyla ileride yapılacak olan patlatma uygulamaları da herhangi bir hasar veya rahatsızlık yaratmayacağı aktarılmıştır.

Kitula (2003),TanzanyadaGeita İlçesinde yerel geçimin olduğu madenciliğin çevresel ve sosya-ekonomik parametreleri incelemiştir.

Hilson(2001), Ganada küçük ölçekli altın madenciliğin çevresel etkileri ile ilgili sorunların tanımlanması ve olası çözümlerin tanımlanması çalışmaları yapılmıştır.

Akçıl (2002),MineralsEngineering, 2002, v. 15, s. 695- 698 'de yayımlanan makalenin Türkçe çevirisinde, Türk altın madenciliğinde siyanürleme işleminin ilk olarak uygulanması ve bunun çevreye etkilerini belirtmiştir.

Güneşve Akçıl (1997), altın kazanımında kimyasal prosesler incelenmiş ve Altın kazanımında ekonomikliği ve kolaylığı nedeniyle tercih edilen ve kimyasal proseslerin en çok uygulanan olan liç prosesi, halen tüm Dünya'da yaygın olarak uygulandığı gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

İnceleme yapılan proje sahasında çevresel etkilerin kalitesinin ölçümlerinin sağlanmasında kullanılan metodlar bu bölümde belirtilmiştir.

İnceleme yapılan proje sahasında taş savrulması, hava şoku izleme çalışmalarında; Patlatma sonucu oluşan hava soku aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır.

$$\text{Şiddetli etki zonu: } D < 5\sqrt{W} \quad (3.1)$$

$$\text{Orta şiddette etki zonu: } 5\sqrt{W} < D < 10\sqrt{W}$$

$$\text{Hafif şiddette etki zonu: } 10\sqrt{W} < D < 15\sqrt{W}$$

D = Etkili zon aralığı (m)

W = Bir gecikme aralığında atılan patlayıcı miktarı (Anlık şarj (kg))

Patlatma sonucu oluşan taş savrulması aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır.

Taş savrulma hesabı;

$$L_m = 260 \times d^{2/3} \quad (3.2)$$

L_m: Maksimum taş savrulması

d: Delik çapı (mm)

$$\phi = 0,1 \times d^{2/3} \quad (3.3)$$

φ: Savrulan tas parçalarının boyutu

d: Delik çapı (mm)

Yapılan hesaplamalar Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde yer alan “Maden ve Tas Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerler” ile Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İzin verilen yüksek titreşim hızı

Titreşim hızı (Hz)	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı
	(Tepe Değeri-mm/s)
1	5
4-10	19
30-100	50

(1 Hz- 4 Hz arasında 5 mm/s’den 19 mm/s’ye; 10 Hz- 30 Hz arasında 19 mm/s’den 50 mm/s’ye, logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak yükselmektedir.)

Karşılaştırmalarda kullanılacak olan 10-15 kg arasında patlayıcının patlatılması ile birlikte, yasal sınır olan 50 mm/sn değerine hangi mesafede ulaşıldığı belirlenmiştir.

Hesaplamlarda Duvall (1981) tarafından geliştirilen 3.4 numaralı formül kullanılmıştır.

$$V = 1409 \left(\frac{D}{\sqrt[3]{W}} \right)^{-1,6} \quad (3.4)$$

V= Tanecik hızı, mm/sn

D= Patlatma noktası ile alıcı arasındaki mesafe, m,

W= Gecikme periyodu basına düşen patlayıcı madde miktarı, kg

Formülasyon hesaplamalara göre tanecik dağılımları Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Taneciklerin dağılımları

D (m)	W (kg)	V (mm/s)
10	15	150,02
20	15	49,49
22	15	25,87
30	15	16,33
40	15	16,33
50	15	11,42
60	15	8,53
70	15	6,67
80	15	5,39
90	15	4,46
100	15	3,77
110	15	3,24
120	15	2,81
130	15	2,48
140	19	2,20
150	19	1,97

İncelediğimiz proje sahasına bakıldığında;

Patlatma anında yerinde yapılan patlatma hava şoku ve vibrasyon ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerle hava şoku ve titreşim sonuçları hesaplamalar ve yönetmelik hükümlerince değerlendirilerek oluşabilecek uygunsuzluklar giderilmesi adına önem taşımaktadır.

Ölçüm çalışmaları metodu akreditasyonu yapılmış olan sertifikalı ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Vibrock marka cihazla V901 Seismograph modeli ile açık ocak patlatma alanı yakınında farklı patlatmalarda ölçümler alınmış olup çıkan değerler Çizelge 4.1.’de verilmiştir;

İnceleme yapılan proje sahasında hava kalitesi izleme çalışmalarında;

Öncelikli olarak hava kalitesi modellemesinin yapılması esastır. Proje sahasında modelleme ISCST3 modeli metodu ile hasaplanmıştır.

ISCST3 modeli ile kirletici konsantrasyonlarının dağılımının hesaplanabilmesi için gerekli girdi parametreleri aşağıdadır:

- Kaynak verisi
- Meteorolojik veri
- Yüzey verileri (topografya)

Modelleme Yöntemi ve Model Girdileri

Kaynak Verisi: Modellemede, sahadan kaynaklanacak toz emisyonları girdi olarak kullanılmıştır.

Yüzey verileri (Ağ Sistemi ve Topografya): Topografya ve alıcı noktalar 10.000 m x 10.000 m'lik toplam alanda 500 m x 500 m'lik gridlere ayrılmıştır. Topoğrafik veriler, 1/25.000'lik Topoğrafik haritadan elde edilerek her bir alıcı nokta için tek tek belirlenmiştir (Golder, 2011). Topoğrafik verilerin, yer seviyesi emisyon dağılımında önemli etkisi bulunduğu hesabı ile model sonucu Çizelge 4.1'de ki gibi olduğu gözlemlenmiştir.

Hava kalitesi çalışmalarında çöken toz hesaplamaları aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.
Çöken Tozlar

Çöken toz hesapları, Denklem 3.5 ve 3.6 ile yapılmıştır:

$$D_{\text{Islak}} = W_r \times C \times H \quad (3.5)$$

D_{Islak} : Sulu biriktirme hızı ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{yıl}$)

C : Ortalama yıllık kirletici yoğunluğu (mg/m^3)

H : Ortalama yıllık karışma yüksekliği (m)

W_r : Sulu süpürme hızı (sn^{-1})

$$W_r = (\square \times P) / (\Phi \times H \times 3,6 \times 10^6) \quad (3.6)$$

\square : Sulu süpürme katsayısı (PM için $1,4 \times 10^6$)

P : Saatlik yağış (mm/sa)

Φ : Yağış olasılığı

Saha genelinde çöken toz hesaplama sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Saha genelinde çöken toz ölçümleri aylık olarak ECO-TS 4 Yönlü Çöken Toz Örnekleme Cihazı - BS1747 standardına uygun, ISO17025 izlenebilir kalibrasyon sertifikalı çöken toz örnekleme setleriyle ölçüm alınarak whatman filtre kâğıdı ile analiz ölçümleri hesaplanmıştır.

İncelenen proje sahasında HCN gaz çıkışlarının anlık hareketi ve sabit ölçümlerinin sağlanmasında akreditasyonu sağlanmış ve sertifikalı ölçüm cihazları kullanılmıştır. Saha genelinde Drager marka 5600 model ile HCN gaz ölçümleri aylık olarak yapılmış ve limit değerlerin altında çıktığı gözlemlenmiştir. Alınan sonuçlar aylık grafiklendirilmesi ile Şekil 4.1’de sunulmuştur.

İnceleme yapılan proje sahasında su kalitesi izleme çalışmalarında;

Biyolojik paket evsel atıksu arıtma sisteminden çıkan arıtılmış atıksuda 105⁰C’ye ayarlanabilen etüv, mg duyarlığa sahip analitik terazi, teflon karıştırma çubuklu karıştırıcı, filtrasyon ünitesi ekipmanları kullanılarak Denklem 3.7 numaralı formüle bağlı olarak AKM analizi yapılmıştır.

$$AKM (105^{\circ}C, mg/l) = \frac{(A-B).1000}{V} (3.7)$$

A= Filtre kâğıdı + kuru kalıntının tartımı (mg),

B= Filtre kâğıdının tartımı (mg),

V= Numune hacmi (ml).

Biyolojik paket arıtma sisteminin veriminin ve deşarj standartlarının sağlandığının gözlemlenmesi adına günlük takip edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.6’de verilmiştir.

Saha genelinde yer alan yeraltı suyu gözlem kuyularında ve yerüstü akarsularda, kaynaklarda akreditasyonu sağlanmış, sertifikalı hach lange marka cihazla yerinde su kalitesi örneklemeleri analizleri yapılmıştır. Hach Lange marka pHprobu ile pH, sıcaklık iletkenlik probu ile TDS, iletkenlik, direnç, tuzluluk ve oksijenprobu ile de oksijen değerleri ölçülmüştür. Su seviye ölçer cihazı ile de kuyularda su seviye ölçümleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

İnceleme yapılan proje sahasında toprak kalitesi izleme çalışmalarında;

Toprak kalitesinin belirlenmesi amacıyla toprak örneklemeleri ile ağır metaller, fiziksel ve kimyasal parametrelerlesonuçların elde edildiği gözlemlenmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen proje sahasında hava, su, toprak, gürültü ve titreşim, taş savrulması konularında yerinde ölçümlerle çevresel etkilerin değerlendirilmesi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda Bölüm 3’de verilen metodlara bağlı olarak elde edilen analiz sonuçları bu bölümde paylaşılarak değerlendirilmiştir.

İncelediğimiz proje sahasında Denklem 3.2 ve 3.3 numaralı formüllere göre taş savrulması sonuçları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$L_m = 260 \times 102^{(2/3)} = 260 \times 21,83 = 5,67 \text{ metre (maksimum)}$$

$$\varphi = 0,1 \times 21,83 = 2,18 \text{ mm}$$

İncelediğimiz proje sahasında patlatma anında yapılan ölçüm sonucunda elde edilen sonuçlar;

Çizelge 4.1. Patlatma ölçüm sonuçları

Titreşim (mm/s)	Hava Şoku (dB)	Frekans
0,75	108	17,9
6,75	107	50
2,63	107	35,7
4,4	19,5	116

olarak ölçülmüştür. Bu durumda alınan tedbirler neticesinde Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde yer alan sınır değerlerin aşılmadığı gözlemlenmiştir.

Proje alanında patlatma anında hava şoku ve vibrasyon değerlerinin ölçülerek kontrol altında tutulduğu, ayrıca yerleşim alanlarına yakın alanda svan marka ve 958 modeli ile 2 noktada sabit 24 saat gürültü ve titreşim ölçümlerinin online sistemlerle takip edildiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2. Gürültü ölçüm sonuçları

Gündüz Leq (dBA)	Akşam Leq (dBA)	Gece Leq (dBA)
52,36	49,18	50,13
48,88	43,20	34,71
43,86	41,30	41,43
42,72	47,75	30,94
45,64	44,33	34,55
47,69	43,03	36,79
52,02	-	32,63
52,35	50,38	-
51,05	33,60	37,35
47,40	39,20	34,00
44,95	37,02	32,27
48,86	40,17	33,87
44,31	37,22	34,02
43,31	41,32	35,58
51,24	48,92	49,85
50,43	48,5	39,32
46,29	41,95	37,95
55,31	41,02	43,03
48,48	43,10	41,70
49,64	44,97	38,47
53,66	39,87	45,75
53,38	55,35	49,03
54,61	49,85	42,36
45,67	38,25	42,58
45,20	35,57	38,71
48,40	42,10	38,96
47,56	37,47	37,55
45,17	36,22	34,30
52,13	49,62	50,57
45,41	40,17	37,55
46,09	45,52	37,73
ortalama	48,52	39,12

Gürültü değerlerine bakıldığında herhangi bir sorun oluşturmadığı, limit değerlerin altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Hava kalitesi model sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hava Kalitesi Model Sonucu

Maksimum Yıllık Ortalama Emisyon Değeri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SKHKKY Sınır Değeri	Maksimum 24 Saatlik Ortalama Emisyon Değeri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SKHKKY Sınır Değeri
0,67	96	14,12	180

Hava kalitesi dağılım modellemesi sonuçlarına göre, uzun vadeli ve kısa vadeli maksimum yer seviyesi konsantrasyonları, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği sınır değerlerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Denklem 3.5 ve 3.6 numaralı formüllere göre hesaplanan çöken toz değerleri;

$$W_r = (1,4 \times 10^6 \times 0,044 \text{ mm/saat}) / (0,4 \times 1981000 \text{ mm} \times 3,6 \times 10^6)$$
$$= 0,23 \times 10^{-7} \text{ saat}$$

$$D_{\text{Islak}}(\text{kısa vadeli}) = 0,23 \times 10^{-7} \text{ saat}^{-1} \times 14,12 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{m}^3 \times 1981 \text{ m}$$
$$= 0,643 \times 10^{-6} \text{ mg}/\text{m}^2/\text{saat}$$
$$= 15,43 \times 10^{-6} \text{ mg}/\text{m}^2/\text{gün}$$

$$D_{\text{Islak}}(\text{uzun vadeli}) = 0,23 \times 10^{-7} \text{ saat}^{-1} \times 0,67 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{m}^3 \times 1981 \text{ m}$$
$$= 0,305 \times 10^{-7} \text{ mg}/\text{m}^2/\text{saat}$$
$$= 7,32 \times 10^{-7} \text{ mg}/\text{m}^2/\text{gün}$$
$$= 0,27 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{m}^2/\text{yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak yapılan hesaplamalarda alınan önlemler neticesinde SKHKKY’de belirtilen sınır değerlerin çok altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Çöken toz ölçümleri aylık olarak takip edilmiştir. Alınan ölçüm sonuçlarında aylık olarak değerlerde artış ve azalışların hava şartları ve alınan önlemlerin farklılaşması ile değiştiği maksimum önlem ile çöken toz sonuçlarının yönetmelik hükümlerinin çok altında kaldığı gözlemlenmiştir. Mayıs ayına ait çöken toz ölçüm sonuçları Çizelge 4.4’de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.4. Çöken toz ölçüm sonuçları

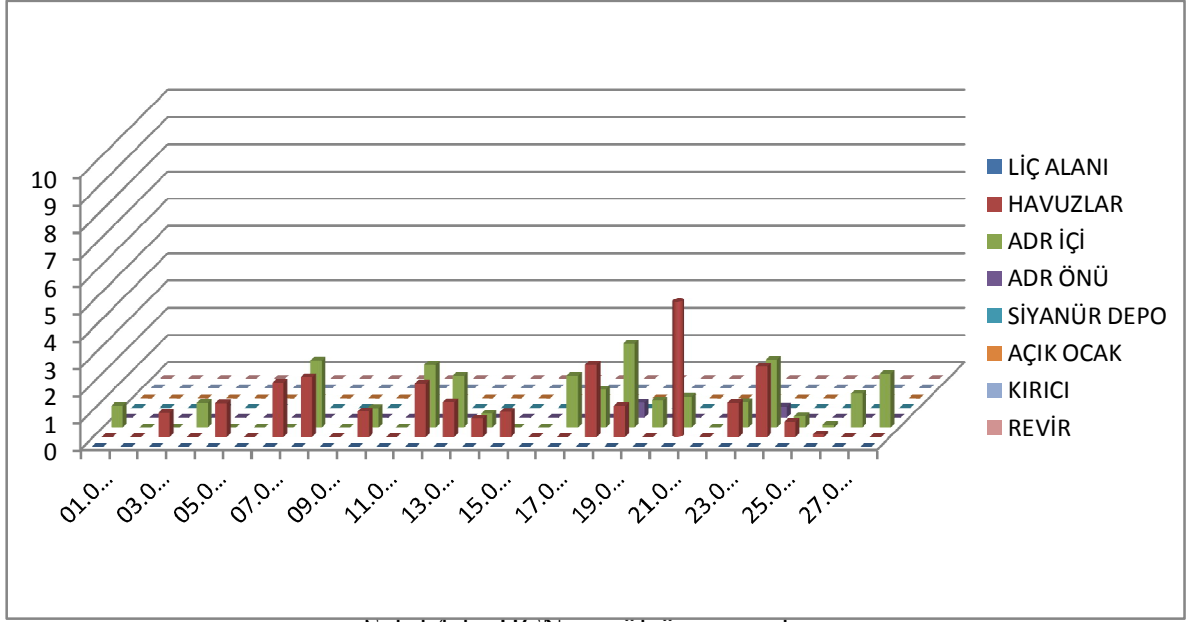
Mayıs 2014	1.Kap	2.Kap	3.Kap	4.Kap	SKHKKY Limit
Başlama Tarihi	08.04.2014	08.04.2014	08.04.2014	08.04.2014	
Bitiş Tarihi	08.05.2014	08.05.2014	08.05.2014	08.05.2014	
Gün Sayısı	30	30	30	30	
FiltreKağıdı Ağırlığı (g)	0,1985	0,1732	0,1956	0,1768	
FiltreKağıdı ve Numune (g)	0,2139	0,2296	0,2356	0,2089	
Numunenin Ağırlığı (mg)	15,4	56,4	40	32,1	
Kılavuz Numune Kat Sayısı	0,0153	0,0153	0,0153	0,0153	
Toz Konsantrasyonu (mg/m ² - gün)	34	123	87	70	210
Kısa Wade Değeri (KVD)	78				210

İncelenen proje sahasında PM10 ve ağır metal ölçümleri 2 lokasyonda ayrı ayrı ölçümler alınarak takip edilmiştir.

Çizelge 4.5. PM10 ölçüm sonuçları

Parametre	Analiz sonuçları 1.İstasyon ng/m3 (06-07/2014)	Analiz sonuçları 2.İstasyon ng/m3 (06-07/2014)
Partikül Toz Derişimi	7,3	23,6
Arsenik	2,5	2,5
Kadmiyum	1	1
Krom	<0,5	2
Kurşun	<2,0	3
Manganez	<1,0	7,5
Nikel	<0,5	3
Vanadyum	0,5	0,5

Saha genelinde yerinde yapılan HCN gaz ölçüm sonuçları aşağıda paylaşılmıştır. Alınan ölçümler neticesinde limit değerler altında kaldığı gözlemlenmiştir. Alınan önlemler neticesinde görülmüştür ki çevresel kirlilik önlenmektedir.



Şekil 4.1’de verilen gaz ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde;

Havuzlar bölgesinde, ADR ünitesinde ve liç alanında pH değerinin 10-13 seviyelerinde tutularak gaz çıkışının kontrol edilebildiği gözlemlenmiştir.

Yerinde AKM analizleri yapılmış ve biyolojik arıtma sisteminin çalışma verimi gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6. AKM (mg/L) analiz sonucu

FiltreKağıdı Ağırlığı (gram)	0,1828
FiltreKağıdı ve Numune (gram)	0,1855
Numunenin Ağırlığı (milligram)	0,0027
Numune Hacmi(ml)	250
Sonuç (mg/L)	10,8

Günlük takibinin gerçekleştirildiği biyolojik arıtma sisteminde deşarj standartlarının sağlandığı gözlemlenmiştir.

Su kalitesi çalışmalarında gözlem kuyularında yerinde yapılan ölçüm sonuçları çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu süreç faaliyeti boyunca takip edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.7. Gözlem kuyuları analiz sonuçları

Örnek Kuyu Adı	pH	Sıcaklık C□	TDS mg/L	DİRENÇ ohm	OKSİJEN mg/L	İletkenlik (µS/cm)	HAVA DURUMU	Tuzluluk (%)	Seviye (metre)
GK-1	8,14	12,5	172	2,81	8,27	356	Güneşli	17	7,74
GK-1	8,06	13,3	171,3	2,8	8,58	357	Güneşli	17	7,71
GK-2	8,09	13,7	178	2,73	5,41	371	Güneşli	18	3,44
GK-2	8,22	12,6	170,6	2,83	5,43	356	Güneşli	8,22	12,6
GK-3	7,77	15,7	162,4	2,95	8,65	341	Güneşli	16	Artezyen
GK-3	7,79	17,1	160,2	3,05	8,83	333	Güneşli	16	Artezyen
Kaynak Suyu	7,95	14,2	154,3	3,12	8,17	322	Güneşli	15	-
Kaynak Suyu	7,85	13,5	157,5	3,04	8,13	379	Güneşli	16	-

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sanayinin pek çok alanında endüstriyel hammadde olarak kullanılan maden ve minerallerin büyük bir kısmı yeryüzünü şekillendiren jeolojik yapıların bileşiminde bulunmakta ve buralardan sağlanmaktadır. Ticaret anlayışında giderek artan hammadde ihtiyacı ve buna ek olarak madencilik sektöründeki teknolojik gelişmeler, madencilik faaliyetleri ile ilişkili alanların giderek genişlemesine ve dolayısı ile düşük tenöre sahip maden yataklarının da işletilmesini zorunlu hale getirmektedir. Altın madeni işletmeciliğinde de düşük tenörlü maden sahalarında yığın liçi yöntemi ile zenginleştirilmesi adına projelendirmeler yapılmaktadır. Bu şekilde en optimum işleyiş olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca alınan en hassas önlemlerle minimum çevresel etkilerin yaşandığı incelenen projede gözlemlenmiştir.

Taş savrulması, hava şoku ve titreşim sonuçlarına baktığımızda 2,18 tane boyutunda maksimum 5,67 m taş savrulması olacağı hesaplanmıştır. Patlatma anında yapılan gözlemler sonucu minimum düzeyde taş savrulması olduğu gözlemlenmiştir.

Gürültü ve titreşim değerleri günlük takip edilmiş ve ortalama gündüz 48,52 dBAakşam 42,87 dBAgece 39,12 dBA olarak ölçülmüş ve limit değerler altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Hava kalitesi çalışmalarında yer alan 4 yönlü çöken toz ölçüm sonuçları uzun vadede incelenmiş ve ortalama değer olarak $78\text{mg}/\text{m}^2$ günbulunmuştur. Bulunan bu değer mevcut yönetmelik hükümlerinin, verilen taahhütlerin çok altında kaldığı ve alınan önlemler sayesinde toz kirliliğinin önlendiği gözlemlenmiştir. PM10 analizlerinde ölçülen değerlere bakıldığında ağır metal ve PM10 sonuçlarının yönetmelik hükümlerinin altında kaldığı, alınan önlemlerin öncesinde ve sonrasında fark gözlemlendiği ortaya konmuştur. HCN gaz ölçümleri sayesinde kimyasal kullanılan ünitelerde pH değerlerinin dengelenerek alınan en temel önlemlerle HCN gaz çıkışlarının önlendiği ve yönetmelik hükümlerinde verilen limit değerlerin çok altında kaldığı gözlemlenmiştir.

Su kalitesi çalışmalarında yer alan biyolojik arıtma sisteminde AKM analiz sonucu $10,8\text{ mg}/\text{L}$ çıkarak giriş ve çıkış askıda katı maddesi gözlemlenerek arıtma sisteminin verimli çalıştığı ve dolayısıyla deşarj limitlerinde herhangi bir sorun olmadığı gözlemlenmiştir. Yeraltı sularında yerinde yapılan analiz sonuçları haftalık - aylık olarak takip edilerek değişimler

gözlemlenmiştir. Mevsimsel kaynaklı değişiklikler dışında prosesten kaynaklı herhangi bir su kalitesi değişikliği gözlemlenmemiştir. Yerinde yapılan analizler akredite laboratuvarlarla aylık olarak desteklenmiştir.

Kimyasal yönetimi çalışmalarında malzeme güvenlik bilgi formlarında yer alan depolama ve kullanım koşullarınca muhafaza edildiği ve mevzuat hükümlerince bildirimlerin yapılarak, alınan önlemlerle kimyasal kaynaklı herhangi bir çevresel kirliliğin önlenmesi sağlanmıştır.

Atık yönetimi planı dahilinde saha genelinde oluşan atıkların atık kodlarına bağlı kaynağında ayırma yöntemi ile toplanan atıkların öncelikli olarak geri kazanıma ve geri dönüşüme, ayrıca bertarafa gönderilerek çevre kirliliğinin önlenmesi sağlanmıştır.

Madencilik faaliyetlerinde, cevher arama, hazırlama ve cevher zenginleştirme faaliyetlerinde hava, su, toprak, gürültü, titreşim, flora, fauna, kimyasal yönetimi ve atık yönetimi esasları ile optimum önlemlerle çevre kirliliği önlenmesi, faaliyet boyunca yapılacak izleme çalışmaları ile takibinin sağlanması ve olası bir etkide anında müdahale ile sürdürülebilir çevre çalışmalarına katılım sağlanabilecektir.

İncelenen proje sahasında alınan önlemlerle olası her türlü çevre kirliliğinin önlenebileceği ve yapılan ölçümlerle de bu çalışmaların izlenerek kontrol altına alınabileceği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ackley, M., 2008. Evaluating Environmental Risks in Mining: At the Vatukoula Gold Mine in Fiji a Perceptual Study. The University of Vermont. 180s.
- Akçıl, A., 2002. Türk Altın Madenciliğinde Siyanürleme İşleminin İlk Olarak Uygulanması ve Bunun Çevreye Etkileri Maden Mühendisliği Bölümü. Cevher Hazırlama Anabilimdalı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Bilgin, H., A. ve Çakmak, B., 2009. Taşocağı İşletmeciliğinin Çevresel Etkileri ve Bazı örnekler 3. Madencilik ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 67-73, Ankara
- Çakmak, B. B., 2007. Investigation of Ground Vibrations Induced by Production Blasting at Usak Kışladağ Gold Mine. In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Mining Engineering. Master of Science in Mining Engineering Department, Middle East Technical University
- Cevher Hazırlama., 2014. Kırma Eleme Devrelerinin Tasarımı, (Erişim Tarihi 2014) <http://cevherhazirlama.com/belgeler/kırma-eleme-devrelerinin-tasarimi.pdf>.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB)., 2009. ÇED Rehberi-Ocak İşletmeciliği ve Cevher Hazırlama Zenginleştirme Tesisleri Çevresel Etki Değerlendirmesi Sektörel Rehberleri. Ankara. 26s.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB)., 2012. İl Çevre Durum Raporu. 2013. Ankara. 248s.
- Değerli, E., 2012. Açık Ocak İşletmeciliğinde Basamak Patlatması Tasarımı. <http://www.maden.org.tr/>. s63.
- Düzgün, H. Ş., 2009. Maden Kapatma Planlaması ve Doğaya Yeniden Kazandırmanın Temel İlkeleri, 3 Madencilik ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s 1-16, Ankara.
- Giraud, J. P., ve Bonaparte, R., 1989. Leakage Through Liners Constructed With Geomembrans: Part II Compositeliner. Geotext. Geomemb. 8:71-111
- Girginc. İ., 1989. Düşük Tenörlü Cevherden Yığın Liçi Yöntemiyle Altın ve Gümüş Kazanım. Madencilik. vXXVIII 1s.
- Golder. A.Ş., 2011. Himmetdede Altın Madeni Projesi Çevresel Etki Değerlendirilmesi Raporu. Ankara. 384s.
- Güneş, N., ve Akçıl, A., 1997. Altın Kazanımında Kimyasal Proseslerin İncelenmesi *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. Sayı 3. s-2

- Hilson, G., 2002. The Environmental Impact of Small-Scale Gold Mining in Ghana: Identifying Problems and Possible Solutions. *The Geographical Journal*. Vol. 168 No.1. pp. 57-72
- Hüdaverd, T., Kuzu, C., 2005. Madencilik Faaliyetlerinde Patlatma Kaynaklı Çevresel Etkilerin Ölçülmesi ve Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü. İstanbul.
- Karaman, B., 2010. Açık Ocak Madencilği Sırasında Bozulan Sahaların Yeniden Düzenlenmesi ve KKTC’de Bazı Uygulamalar. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 88s.
- Karpuz, C., ve Hindistan, M. A., 2005. Açık İşletmelerde Üretim Yöntemleri, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayınları, Bölüm 3, s. 113-207, Ankara.
- Kitula, A.G.N., 2003 The Environmental and Socio-Economic Impact of Mining on Local Livelihoods in Tanzania: a Case Study of Geita District. Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania. *Journal of Cleaner Production* 14. pp. 405- 414.
- Korkut, Ş., 2014. Su Kalitesi Yönetimi Ders Notları. Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Zonguldak. 76s.
- Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Red Book of the Plants of Turkey). Türkiye Tabiatının Koruma Derneği, ISBN: 975-93611-0-8, 195 sayfa.
- Maden Mühendisleri Odası (MMO). 2005. Altın Raporu. <http://www.maden.org.tr>. Ankara.
- Mamurekli, D., Tekin, F., Hafızoğlu, E., 2006. Açık Ocak Madencilğinde Patlatma. *Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi*. Manisa. Sayı 6, s.20-32.
- Mark, J., Logsdon, J., Karen, Hagelstein, Terry, I., Mudder., 2001. Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi. Kanada. 44s.
- Nilsson, J., Randhem, J., 2008. Environmental Impacts and Health Aspects in the Mining Industry. Sweden. 130s.
- Türkiye Madenciler Derneği (TMD). 2002. Dünyada ve Türkiye’de Altın Madencilği. 45s.
- Users’ Guide For The Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, 1995. Vol.1-2, EPA.
- Varol, S., Başpınar, E., 2011. Maden İşletmelerinin Çevreye Etkisi. SDÜ, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta SDÜ. Pomza Araştırma Mrkz. *Çevre ve jeoloji SDUGEO e-dergi*. Isparta. s.28-32
- www.icmm.com/our-work/sustainable-development-framework/10-principles, 25 Şubat 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Meltem KEKEÇ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 14.01.1990 K.MARAŞ
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (533) 582 67 03
e-posta : ac_tive_girl@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Çevre Mühendisliği Bölümü	2014
Lisans	ÇÜ/ Çevre Mühendisliği Bölümü	2012
Ön Lisans	Çevre Koruma Bölümü	2009
Lise	Atatürk Lisesi (YDA.)	2007

İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
11.2012 - 08.2014	Kayseri- Altın Madeni	Çevre Mühendisi
08.2014 - ...	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Çevre Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Kekeç, M., Uysal. Y. 2014.Altın Amdenciliği İşletmeciliğinden Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi. K.Maraş. 4s

HobilerDoğa ve Tarihi Mekan gezileri, Basketbol, Yüzme