



*Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir*

***Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım  
Projesi***

**Sözleşme N° 2007TR16IPO001.3.06/SER/42**

***MADENCİLİK PROJELERİ***

**ARALIK 2017**



Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

---

<b>Proje Adı</b>	<b>Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi</b>
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Proje Değeri	€ 1.099.000,00
Başlangıç Tarihi	Şubat 2017
Hedeflenen Son Tarih	Aralık 2017
<b>Sözleşme Makamı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı</b>
Daire Başkanı	İsmail Raci BAYER
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
e-mail	<a href="mailto:ab@csb.gov.tr">ab@csb.gov.tr</a> ,
<b>Faydalanıcı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</b>
Genel Müdür	Mehmet Mustafa SATILMIŞ
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
e-mail	<a href="mailto:cedproje@csb.gov.tr">cedproje@csb.gov.tr</a>
<b>Danışman</b>	<b>NIRAS IC Sp. z o.o.</b>
Proje Direktörü	Bartosz Wojciechowski
Proje Yöneticisi	Kira Kotulska-Kozłowska
Adres	ul. Pulawska 182, 02-670, Warsaw, Poland
Telefon	+48 22 395 71 16
Faks	+48 22 395 71 01
e-mail	<a href="mailto:eiaturkey@niras.com">eiaturkey@niras.com</a>
<b>Yardımcı Proje Direktörü</b>	<b>Rast Mühendislik Hizmetleri Ltd.'yi temsilen Fazıl Baştürk</b>
Proje Takım Lideri	Radim Misiacek
Adres (Proje Ofisi)	ÇŞB Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278 Çankaya Ankara
Telefon	+90 312 410 18 55
Faks	+90 312 419 0075
e-mail	<a href="mailto:r.mis@seznam.cz">r.mis@seznam.cz</a>
Raporlama Dönemi	Uygulama Aşaması
Raporlama Tarihi	Aralık 2017

---

**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI'NIN  
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (ÇED) ALANINDA  
KAPASİTESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ İÇİN TEKNİK YARDIM  
PROJESİ**



**Faaliyet 1.2.3**

**ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER KILAVUZU –  
MADENCİLİK PROJELERİ**

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

---

<b>Proje Adı</b>	<b>Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi</b>
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
<b>Faydalanıcı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</b>
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
Tarih	Aralık 2017
Hazırlayan	Doç. Dr. Aydın Bilgin
Kontrol Eden	Radim Misiacek / H. Bülent Kadioğlu

---

*Bu yayın Avrupa Birliği'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır.  
Bu yayının içeriği Niras IC Sp. zo.o. sorumluluğu altındadır ve hiçbir şekilde AB Yatırımları Dairesi Başkanlığı ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtır şekilde ele alınamaz*

**İçindekiler Tablosu**

<b>I.</b>	<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>KISALTMALAR VE TERİMLER</b> .....	<b>1</b>
<b>III.</b>	<b>TEKNİK OLMAYAN ÖZET</b> .....	<b>2</b>
<b>IV.</b>	<b>GİRİŞ</b> .....	<b>2</b>
<b>V.</b>	<b>SEKTÖRDEKİ PROJELERİN TANIMLANMASI</b> .....	<b>3</b>
<b>VI.</b>	<b>ÇED Yönetmeliği kapsamındaki yeri</b> .....	<b>6</b>
<b>VII.</b>	<b>İLGİLİ MEVZUAT</b> .....	<b>8</b>
VII.1.	Ulusal Mevzuat.....	8
VII.2.	Uluslararası Sözleşmeler (Türkiye'nin taraf olduğu) .....	10
VII.3.	Avrupa Birliği Direktifleri .....	11
<b>VIII.</b>	<b>ALTERNATİFLER</b> .....	<b>13</b>
VIII.1.	Giriş .....	13
VIII.2.	Seçilen Alternatiflerin Tanımı .....	13
<b>IX.</b>	<b>ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER</b> .....	<b>15</b>
IX.1.	Arama Faaliyetleri .....	17
IX.2.	Arazi Hazırlama ve İşletmeye Hazırlık Aşaması .....	18
IX.3.	İşletme Aşaması.....	27
IX.4.	İlgili Etki Hesaplama Yöntemleri .....	35
IX.5.	Kaynak talepleri.....	36
<b>X.</b>	<b>MADEN KAPATMA VE İZLEME</b> .....	<b>37</b>
X.1.	Maden Kapatma.....	37
X.2.	İşletme Faaliyete Kapandıktan Sonra Olabilecek Etkiler ve Alınacak Önlemler.....	37
X.3.	İzleme.....	39
<b>XI.</b>	<b>UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR</b> .....	<b>44</b>
<b>XII.</b>	<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>44</b>
<b>XIII.</b>	<b>İLETİŞİM BİLGİLERİ</b> .....	<b>44</b>
<b>XIV.</b>	<b>EK-1 PATLATMA KLAVUZU</b> .....	<b>45</b>
XIV.1.	Patlayıcı Madde ve Patlatma Tanımları ve Önemi .....	45
XIV.2.	Açık Ocak Patlatma Terimleri .....	46
XIV.3.	Patlatma Tasarımı (Olofsson Yöntemi).....	47
XIV.4.	Yer Titreşimi Tahmin Formülleri ve Örnek Problem Çözümü .....	53
XIV.5.	Hava Şoku Tahmin Formülleri ve Örnek Problem Çözümü.....	61
XIV.6.	Taş Savrulması Formülleri ve Örnek Problem Çözümü .....	68

## I. ÖNSÖZ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 25 Kasım 2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ni uygulamak için yetkili makam olup Yönetmelik Ek II kapsamında listelenen projeler için görevlerinin bir kısmını Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine devretmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, projelerin çevresel etkilerini ve bu etkilere azaltmak için gerekli önlemleri belirlemek üzere geçmişte belirli sektörler için kılavuzlar hazırlamış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi kapsamında ÇED Yönetmeliği'nde yer alan tüm sektörler için kılavuzlar yerli ve yabancı teknik uzmanlar tarafından güncellenmiştir.

Yukarıda bahsi geçen proje kapsamında, aşağıdaki ana sektörler için toplam 42 adet kılavuz hazırlanmıştır;

- Atık ve Kimya
- Tarım ve Gıda
- Sanayi
- Petrol ve Metalik Madenler
- Agregata ve Doğaltaş
- Turizm ve Konut
- Ulaşım ve Kıyı
- Enerji

Bu kılavuzların genel amacı, çevresel etki değerlendirme çalışmalarının incelenmesine veya ÇED Raporlarının ve/veya Proje Tanıtım Dosyalarının hazırlanmasına dahil olan ilgili taraflara arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapatma aşamaları boyunca maden arama faaliyetleri, işletmeye hazırlık, işletme, maden kapatma, kapatma sonrası izleme ve atık yönetimi aşamaları boyunca madencilik projelerinden kaynaklanan çevresel etkileri ve alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermektir.

Bu kılavuz yasal olarak bağlayıcı bir belge olmayıp ve sadece tavsiye niteliğindedir.

## II. KISALTMALAR VE TERİMLER

AB	Avrupa Birliği
ADM	Acil Durum Müdahale
AKD	Asit Kaya Drenajı
CO	Karbonmonoksit
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit

ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
ÇYP	Çevre Yönetim Planı
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
NO <sub>2</sub>	Azot dioksit
PM10	Partikül Madde (10 µm'den küçük)
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SO <sub>2</sub>	Kükürt dioksit

### III. TEKNİK OLMAYAN ÖZET

Madencilik faaliyetleri, maden veya minerallerin cinslerine ve farklı üretim ve zenginleştirme yöntemlerinin özelliklerine bağlı olarak çeşitli çevresel ve sosyal etkiler oluşturmaktadır. Alınacak önlemler ile bu çevresel etkilerin olumsuz sonuçlar yaratması tamamen önlenmeli veya olumsuz etkiler en aza indirilmelidir. Bu amaçlara yönelik olarak hazırlanan madencilik kılavuzu toplam 13 Bölüm ve Patlatma Kılavuzu EK'ini içermektedir.

Öncelikle kılavuzun konusu, hedef grupları, çevresel etki değerlendirmesinin aşamaları verilmiştir. Madencilik projelerinin genel özellikleri tanımlanmış, bu projelerin ÇED Yönetmeliği kapsamındaki yeri belirtilmiş, Kanun ve Yönetmelik'lerden oluşan ulusal mevzuat, taraf olunan uluslararası sözleşmeler ve AB Direktifleri gibi ilgili mevzuat verilmiştir. Madencilik projeleri yatırımcıları tarafından incelenen ve ÇED Yönetmeliği EK III gereği değerlendirilmede esas alınan alternatifler açıklanmıştır.

Bu bölümleri takiben, madencilik projesi süreçleri; arama faaliyetleri, arazi hazırlama ve işletmeye hazırlık, işletme, maden kapatma ve kapatma sonrası izleme aşamaları dikkate alınarak, projelerden kaynaklanacak çevresel etkiler ve alınması gerekli önlemler detaylı olarak ilgili alt bölümlerde açıklanmıştır. Ayrıca, ilgili etki hesaplama yöntemleri, su, hammadde, enerji tüketimi gibi kaynak ihtiyaçları ve kapatma sonrası doğaya yeniden kazandırma aşamalarında yapılacak işlemler de ele alınmıştır.

Madencilik kılavuzuna ek olarak patlatma kılavuzu (Ek-I) hazırlanmış, bu kapsamda patlatma terimleri, Olofsson Yöntemi ile patlatma tasarımı, patlatmanın başlıca çevresel etkilerinden titreşim, hava şoku (gürültü) ve taş savrulması tahmin yöntem ve formülleri verilmiş ve örnek problemlerle açıklanmıştır.

### IV. GİRİŞ

#### ***Kılavuzun Konusu (kullanma kılavuzu, hedef gruplar, hedef gruplarla ilgili yapı)***

Bu teknik inceleme kılavuzu; madencilik projelerinin olumsuz çevresel etkilerini önlemek veya en aza indirmek için alınması gereken tedbirlerin değerlendirilmesi amacı ile hazırlanmıştır.

Bu kılavuz, ÇED çalışmalarını geliştirmek ve bu faaliyetleri standartlaştırmak için ÇED ve Çevre



Yönetim Planı (ÇYP) sürecinde yer alan tüm ilgili tarafların kullanımına açıktır. Ayrıca, bu kılavuzların ana hedef grubu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı personelinin yanı sıra, ÇED ve ÇYP sürecine dâhil olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü temsilcileri, her bir proje için seçilen İnceleme ve Değerlendirme Komisyonu üyeleri, proje sahipleri ve Yönetmeliğe göre ilgili dokümanların hazırlanmasına aktif olarak katılım gösteren danışmanlardır.

Bu kılavuzda, madencilik projelerinin çevresel etkileri beş aşamada değerlendirilmektedir. Bunlar; arama, hazırlık, işletme, kapatma ve izlemedir. Kılavuz aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

- Alt sektördeki projelerin tanımlanması
- ÇED Yönetmeliği kapsamındaki yeri
- İlgili Ulusal ve AB Mevzuatı
- Proje Alternatifleri
- Çevresel Etkiler ve Alınacak Önlemler
- İzleme Programı

## V. SEKTÖRDEKİ PROJELERİN TANIMLANMASI

Ülkelerin kalkınmasında ve insanlığın refahında oldukça önemli bir rolü olan madencilik, en eski endüstrilerden biri olarak ülkemizde de pek çok sektörün ihtiyacı olan hammaddeleri sağlamaktadır. Yer kabuğunda bulunan cevher oluşumları üç boyutlu olarak belirlendikten sonra maden işletmeciliği için ekonomik olmaları halinde üretime geçilir.

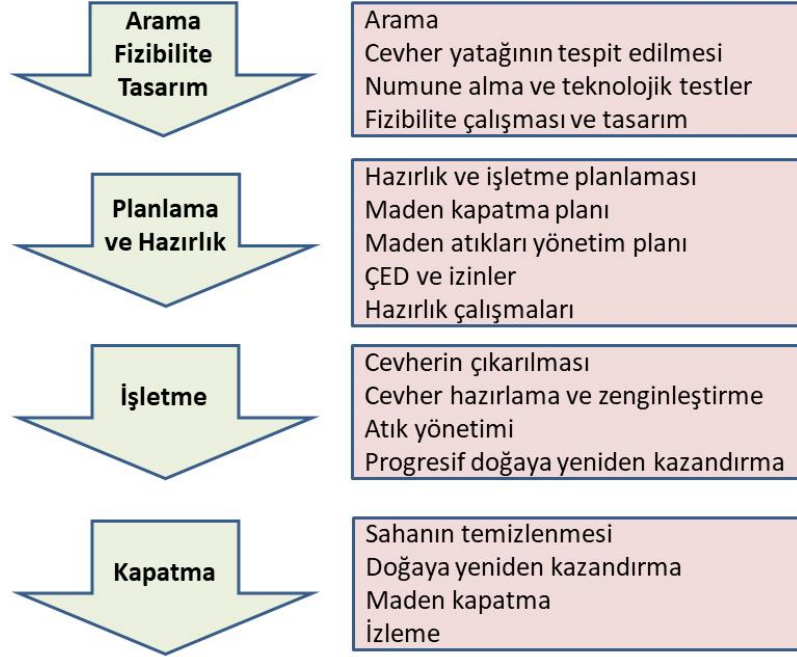
Madencilik; cevher veya minerallerin yer kabuğundan ekonomik, verimli ve güvenli şekilde çıkartılarak (üretilerek) insanlığın hizmetine sunma işlemidir. Genel olarak iki ana maden üretim yöntemi vardır. Bunlardan biri maden yataklarının mostra verdiği (yüzeyde izlenebildiği) ve/veya yüzeye yakın olduğu durumlarda uygulanan açık ocak maden işletme yöntemi, diğeri ise açık ocakla üretilmeyecek kadar derinde olan madenlerin üretildiği yeraltı maden işletme yöntemidir. Yeraltı madenciliğinde kömür üretimi, metalik maden üretimi, çözültü madenciliği, yerinde kömür gazlaştırma yapılması ve metan drenajı yoluyla kömür ocaklarından metan gazı üretilmesi mümkündür. Çevre açısından yeraltı işletmesi daha az olumsuz etkiye sahiptir. En temel olumsuz çevre etkisinin tasman (yeryüzü çöküntüsü) olduğu söylenebilir. Yeraltı işletmesinin yerleşim yeri altında bulunması halinde tasman bina hasarlarına, patlatma kaynaklı titreşim ise kişilerin rahatsız olmasına ve/veya bina hasarlarına neden olabilmektedir.

Açık ocak madenciliği, isminden de anlaşılacağı gibi, hiçbir biçimde yeraltı şartlarına inmeden ve tamamen yeryüzünden yapılan bir işlem olup ülkemizde ve dünyada daha yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bunun başlıca nedenlerini; yüksek mekanizasyon olanakları, yüksek verimlilik, düşük kaza oranları, kısa hazırlık zamanı, yüksek cevher kazanım oranı, yüksek emek verimliliği, uygun çalışma koşulları gibi faktörleri sayarak belirtmek mümkündür. Bu avantajlarının yanında, yüksek sermaye (yatırım) gerekliliği, derin cevher oluşumlarında uygulanamaması, iklim şartlarının olumsuz etkileri ve



olumsuz çevresel etkileri nedeniyle de dezavantajlıdır. Her türlü açık ocak madenciliğinde habitatın ve biyo çeşitliliğin yeraltı madenciliğine göre daha fazla etkilendiği söylenebilir. Açık işletme madencilik mekanik metodları başlıca 3 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar: kömür açık ocak maden işletmeciliği, metal açık ocak maden işletmeciliği, agrega ve doğal taş maden işletmeciliğidir.

Bütün maden üretim yöntemleri için izlenen aşamalar Şekil 1'de sunulmuştur.



**Şekil 1: Madenciliğin Temel Aşamaları**

Kılavuzun ana konusu olan olumsuz çevresel etkiler açısından açık ocak madenciliğinin olumsuz etkilerini aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür. Madencilik faaliyetleri sonucu ocak çukurları ve ekonomik niteliği olmayan cevher/kaya atık yığınları oluşumu nedeni ile topografyada değişiklikler olmakta, eko-sistem bozulabilmekte, kullanılması halinde kimyasal maddeler ve/veya asit kaya drenajı (AKD) ile katı atıklardan kaynaklanan partikül maddeler akar veya durgun suların ve/veya toprağın kalitesini olumsuz etkileyebilmekte, dizel araçların egzoz emisyonları ile toz hava kirliliğine yol açabilmekte, delme-patlatma çalışmaları sonucu, yer sarsıntısı, gürültü, hava şoku ve kaya fırlamaları oluşabilmektedir. Ancak alınacak önlemlerle bu etkiler en aza indirilebilmektedir.

Genel özellikleri aynı olmakla birlikte kömür, altın ve diğer metalik madenler, doğal taş (mermer) ve agrega üretimi için yapılan açık ocak işletmeciliğinde bazı farklılıklar söz konusudur. Kömür açık ocak madenciliğinden kaynaklanan başlıca etkinin, kömür yataklarının çoğunlukla yatay veya yataya yakın ve geniş alanları kaplayan oluşumu nedeniyle, topografyanın büyük ölçüde değişikliğe uğraması olmakla birlikte, dekapaj malzemesinin kömürü alınmış bölgelere iç döküm yapılması sayesinde doğaya yeniden kazandırma faaliyetlerinin madencilik faaliyetleri ile eş zamanlı olarak yürütülmesi mümkündür. İç döküm sayesinde ocak sahası dışında dekapaj yığınları oluşumu azaltılabilmekte, şev açılarının azaltılması ve şev duraylılığı sağlanabilmekte, topografik değişiklikler en aza indirilebilmekte, ayrıca şev yüzeylerini bitkilendirme ve eko sistemin onarılması mümkün olabilmektedir. Metal açık

ocak madenciliği cevher yatağı oluşumunun çoğunlukla dik veya dike yakın olması nedeni ile çok basamaklı derin çukurların oluşmasını gerektirir, bu nedenle genellikle metal açık ocaklarında iç döküm yapılması için üretim faaliyetlerinin bitmesi gerekmekte ve iç döküm daha yüksek maliyetli olmaktadır. Ancak kömür madenciliğinden farklı olarak daha dar bir alanda topografik değişiklik yaratmaktadır.

Açık ocaklardan çıkarılan kömür ve/veya metalik cevherler içerisinde sülfürlü mineraller bulunması halinde asit kaya drenajı (AKD) meydana gelmesi olası etkilerdendir. AKD'nin yanı sıra partikül maddelerden ve diğer kimyasal maddelerden de su kirliliği oluşumu söz konusu olabilir. Bunun için nötralizasyon ve çökeltme havuzu gibi önlemlerle bu etkiler kısmen ya da tamamen bertaraf edilebilir. Derin açık ocaklarda yer altı su seviyesi altına inilen durumlarda ocak dibinde su geliri olabilmekte ve göl oluşabilmektedir. Bu suların, su kalitesi düzenlendikten sonra akar veya durgun su kaynaklarına tahliyesi yapılabileceği gibi açık ocak yapay gölete dönüştürülerek ve su kalitesi düzenlenerek rekreasyon alanı olarak da yararlanılabilir.

Mermer madenciliğinde ana amaç olabildiğince büyük bloklar çıkartmaktır. Ancak katı atık yığınları ile sulu atıkların duraylılığı ve olanaklı ise katı atıkların değerlendirilerek atık yığınlarının azaltılması da dikkate alınmalıdır. Blok çıkartılmayan kısımlardan agrega üretimi de yapılabilmektedir. Doğal taş madenciliğinde sadece agrega üretimi yapmak da mümkündür. Ayrıca çözeltili madenciliği ve sulu ortamlarda yapılan kum/çakıl ocağı işletmeciliği de açık ocak madenciliğinin uygulama alanlarıdır.

Madenden çıkarılan cevher, fiziksel ve kimyasal özellikleri itibarı ile her zaman doğrudan kullanılmaya uygun olmayabilir. Bu tür cevherlerin kullanım yerlerine uygun hale getirilmesi için cevher hazırlama/zenginleştirme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Cevher hazırlama işlemleri ile cevherin kimyasal özelliklerini bozmadan, boyut, şekil vb. istenen fiziksel özelliklere sahip ürün eldesi amaçlanmaktadır. En yaygın kullanılan cevher hazırlama işlemleri, kırma, öğütme, eleme, sınıflandırma, katı-sıvı ayırımı gibi işlemlerdir. Uygulama yeri ve cevherin özelliklerine bağlı olarak kuru ya da sulu ortamlarda cevher hazırlama yapılabilir. En önemli çevresel etkileri gürültü, titreşim, toz ve kirlı su deşarjından kaynaklanabilir. Cevher zenginleştirme ile tenör veya safsızlık içerikleri nedeniyle, istenen kimyasal özelliğe sahip olmayan cevherlerin, çeşitli fiziksel, fizikokimyasal ve kimyasal/biyokimyasal yöntemler kullanılarak, satılabilir nitelikte ürün üretilmesi amaçlanmaktadır. Cevher zenginleştirme genellikle uygun bir cevher hazırlama işleminden sonra yapılır. Ayıklama (elle veya mekanik), yerçekimi ile ayırma, ağır ortam ayırması, manyetik ayırma, elektrostatik ayırma vb. yöntemler en çok kullanılan fiziksel ayırma yöntemleridir. Flotasyon, yağ aglomerasyonu ve flokülasyon (salkımlaştırma) başlıca fizikokimyasal zenginleştirme yöntemleridir. Kimyasal/biyokimyasal zenginleştirme veya kazanma ile istenilen metalin veya bileşenin bir kimyasal çözücü ile cevherden ayrılması sağlanır. Kimyasal/biyokimyasal zenginleştirme veya kazanma sırasında hiçbir çevresel olumsuz etkisi olmayan yalnızca su kullanılabileceği gibi (trona ve tuz üretimi), toksik özellik gösteren ve çevresel olarak kaygı uyandıran siyanür veya çeşitli asitler, bazlar, şelatlar, bakteriler de kullanılabilir. Cevher hazırlama ve zenginleştirmede kavurma, sinterleme, peletleme, vb. işlemler için ısı işlemler de uygulanmaktadır. Cevher zenginleştirmede, cevherden biri artık/atık, diğeri konsantre (ürün) olmak üzere en az iki ürün çıkar. Özellikle, hem sıvı hem de katı bileşenleri olan artık/atıkların bertarafında, çevresel yönden dikkatli olunmalıdır.

## VI. ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ

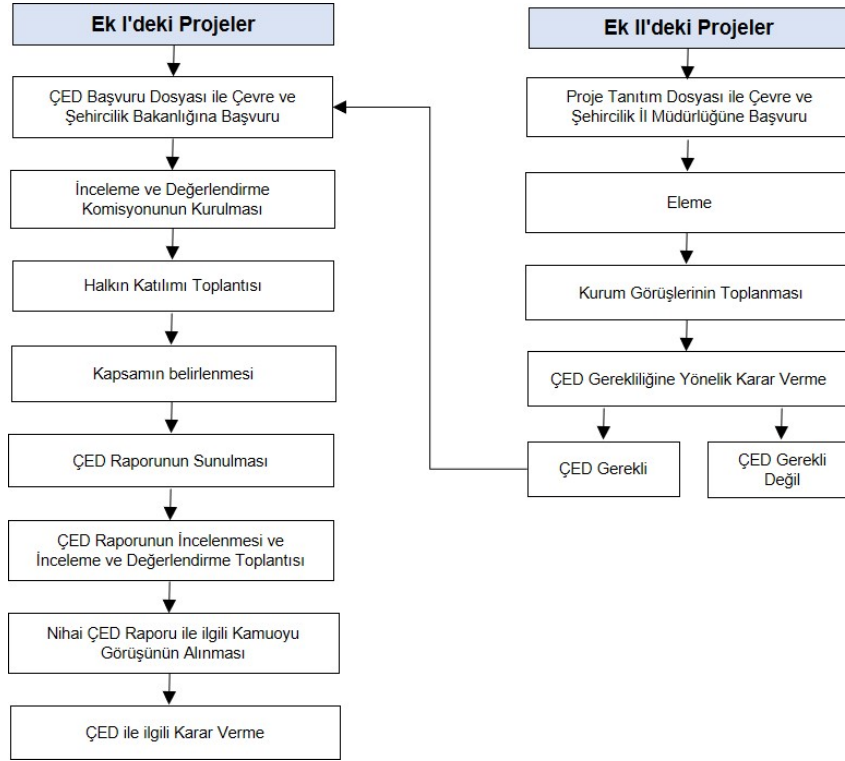
ÇED Yönetmeliği kapsamındaki projeler Ek - 1 ve Ek - 2 listeleri altında yer alan faaliyetlerdir. Aşağıdaki projelere ÇED Raporu hazırlanması zorunludur:

- Ek-1 listesinde yer alan projelere,
- "ÇED Gereklidir" kararı verilen projelere,
- Kapsam dışı değerlendirilen projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesinin planlanması halinde, mevcut proje kapasitesi ve kapasite artışları toplamı ile birlikte projenin yeni kapasitesi Ek-1 listesinde belirtilen eşik değer veya üzerinde olan projelere,

Ek-1 listesi altında yer alan projelerin eşik değerleri AB ÇED Direktifi ile uyumlaştırılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED incelemesinin yetkili makamıdır.

Ek-2 listesi altında yer alan projeler Seçme ve Eleme kriterine tabi tutulmaktadır. 2014/24 sayılı Genelge ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ek-2'deki projelerin seçme ve eleme kriterine tabi tutulması için yetkisini Valiliklere devretmiştir. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararı için yetkili kılınmıştır.

Türkiyedeki ÇED işlemi aşamaları Şekil 2'de sunulmuştur.



## Şekil 2: Türkiye'deki ÇED İşlemi Aşamaları

ÇED Yönetmeliği EK 1 ve Ek 2 listelerinde de yer alan madencilik projeleri Tablolarda 1 ve 2'de sunulmuştur.

**Tablo 1. – ÇED Yönetmeliği Ek 1'de yer alan madencilik projeleri**

- 27- Madencilik projeleri:
- (Değişik:RG-26/5/2017-30077) Ruhsat alanı büyüklüğüne bakılmaksızın 25 hektar ve üzeri çalışma alanında (Kazı ve döküm alanı toplamı olarak) açık işletmeler,
  - 150 hektarı aşan (Kazı ve döküm alanı toplamı olarak) çalışma alanında açık işletme yöntemi ile kömür çıkarma,
  - Biyolojik, kimyasal, elektrolitik ya da ısı işlem yöntemleri uygulanan cevher zenginleştirme tesisleri ve/veya bu zenginleştirme tesislerine ilişkin atık tesisleri,
  - 400.000 ton/yıl ve üzeri kırma, eleme, yıkama ve cevher hazırlama işlemlerinden en az birini yapan tesisler.
- 28- 500 ton/gün ham petrol, 500.000 m<sup>3</sup>/gün doğal gaz veya kaya gazının çıkarılması,

**Tablo 2. – ÇED Yönetmeliği Ek 2'de yer alan madencilik projeleri**

- 25- Tuzun çıkarıldığı ve/veya işlendiği tesisler, (Eleme, paketleme hariç)
- 49- Madencilik projeleri:
- (Değişik:RG-26/5/2017-30077) Ruhsat alanı büyüklüğüne bakılmaksızın 25 hektara kadar çalışma alanında (kazı ve döküm alanı toplamı olarak) açık işletme yöntemi ile madenlerin çıkarılması,
  - Yıllık 5.000 m<sup>3</sup> ve/veya 250.000 m<sup>2</sup> ve üzeri kapasiteli mermer ve dekoratif taşların kesme, işleme ve sayılama tesisleri,
  - 1.000.000 m<sup>3</sup>/yıl ve üzerinde metan gazının çıkartılması ve depolanması,
  - Karbondioksit, kaya gazı ve diğer gazların çıkartıldığı, depolandığı veya işlendiği tesisler, (Atölye tipi dolum tesisleri hariç)
  - Kırma, eleme, yıkama ve cevher hazırlama işlemlerinden en az birini yapan tesisler, (Ek-1 listesinde yer almayanlar)
  - Cevher zenginleştirme tesisleri ve/veya bu zenginleştirme tesislerine ilişkin atık tesisleri, (Ek-1 listesinde yer almayanlar)
- 55- Maden, petrol ve jeotermal kaynak arama projeleri, (Sismik, elektrik, manyetik, elektromanyetik, jeofizik vb. yöntemle yapılan aramalar hariç)

## VII. İLGİLİ MEVZUAT

### VII.1. Ulusal Mevzuat

ÇED süreci boyunca, sadece Çevre Kanunu (ikincil mevzuatı ile birlikte) değil aynı zamanda doğayı koruma, kültürel mirasın korunması vb. gibi diğer mevzuatlar da dikkate alınmalıdır. Buna ek olarak, ÇED Sürecinde, tasarım çalışmaları üzerinde etkisi olan madenlere özgü mevzuat da dikkate alınmalıdır.

Ulusal mevzuatın listesi dinamik (değişken) bir belgedir, dolayısıyla ÇED çalışmaları sırasında, bu mevzuatın gözden geçirilmiş ve güncellenmiş son halleri dikkate alınmalıdır.

#### Kanunlar

- Çevre Kanunu
- Milli Parklar Kanunu
- Orman Kanunu
- Mera Kanunu
- Kamulaştırma Kanunu
- İş Kanunu
- Su Ürünleri Kanunu
- Yeraltı Suyu Kanunu
- Kamu Sağlığı Yasası
- Milli Parklar Kanunu
- Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu
- Kıyı Kanunu
- İmar Kanunu
- Yaban Hayatının İyileştirilmesi ve Vahşi Yaşamın Korunması Kanunu
- Belediye Kanunu
- Büyükşehir Belediyesi Kanunu
- Turizm Teşvik Kanunu
- Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Ulusal Seferberlik Kanunu
- Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun
- Maden Kanunu
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Kanunu
- Bazı Maden Hurdalarının Dışarı Çıkarılmasının Yasak Edilmesi ve Satın Alınması Hakkında Kanun
- Bor Tuzları, Trona ve Asfaltit Madenleri ile Nükleer Enerji Hammaddelerinin İşletilmesini, Linyit ve Demir Sahalarının Bazılarının İadesini Düzenleyen Kanun

### **Yönetmelikler**

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği
- Atık Yönetimi Yönetmeliği
- Av ve Yaban Hayvanlarının ve Yaşam Alanlarının Korunması, Zararlılarıyla Mücadele Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
- Çevre Sağlığı Denetimi ve Denetçileri Hakkında Yönetmelik
- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
- Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
- Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
- İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik
- Nesli Tükenmekte Olan Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretin Uygulanması Konusundaki Yönetmelikler
- Orman Kanunu'nun 16. Maddesinin Uygulama Yönetmeliği,
- Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Görevlilerin Görecekları İşler Hakkında Yönetmelik
- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
- Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
- Su Ürünleri Yönetmeliği
- Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği
- Tarım Arazilerinin Korunması ve Kullanılmasına Dair Yönetmelik
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik
- Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu Uygulama Yönetmeliği
- Yaban Hayatı Koruma ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları ile İlgili Yönetmelik
- Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
- Parlayıcı, Patlayıcı ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük

- Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
- Maden Atıkları Yönetmeliği
- Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği
- Madencilik Faaliyetleri İzin Yönetmeliği
- Maden ve Taş Ocağı İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle ilgili Yönetmelik<sup>[1]</sup><sub>[SEPE]</sub>
- Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliği<sup>[1]</sup><sub>[SEPE]</sub>
- Maden Kanununun I (A) Grubu Madenleri ile ilgili Uygulama Yönetmeliği<sup>[1]</sup><sub>[SEPE]</sub>
- Kum, Çakıl ve Benzeri Maddelerin Alınması, İşletilmesi ve Kontrolü Yönetmeliği
- Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği<sup>[1]</sup><sub>[SEPE]</sub>
- Deniz Göl veya Nehir Altında Bulunan Madenlerdeki Çalışmalar Hakkında Yönetmelik
- Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği<sup>[1]</sup><sub>[SEPE]</sub>

## VII.2. Uluslararası Sözleşmeler (Türkiye'nin taraf olduğu)

- 20.2.1984 tarihli ve 18318 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi" (BERN Sözleşmesi) uyarınca koruma altına alınmış alanlardan "Önemli Deniz Kaplumbağası Üreme Alanları"nda belirtilen I. ve II. Koruma Bölgeleri, "Akdeniz Foku Yaşama ve Üreme Alanları",
- 12.06.1981 tarih ve 17368 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi" (Barcelona Sözleşmesi) uyarınca korumaya alınan alanlar,
- 23.10.1988 tarihli ve 19968 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Akdeniz'de Özel Koruma Alanlarının Korunmasına Ait Protokol" gereği ülkemizde "Özel Koruma Alanı" olarak belirlenmiş alanlar,
- 13.09.1985 tarihli Cenova Bildirgesi gereği seçilmiş Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yayımlanmış olan "Akdeniz'de Ortak Önem Sahip 100 Kıyusal Tarihi Sit" listesinde yer alan alanlar,
- Cenova Deklarasyonu'nun 17. maddesinde yer alan "Akdeniz'e Has Nesli Tehlikede Olan Deniz Türlerinin" yaşama ve beslenme ortamı olan kıyusal alanlar,
- 14.02.1983 tarihli ve 17959 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Dünya Kültür ve Tabiat Mirasının Korunması Sözleşmesi'nin 1. ve 2. maddeleri gereğince Kültür Bakanlığı tarafından koruma altına alınan "Kültürel Miras" ve "Doğal Miras" statüsü verilen kültürel, tarihi ve doğal alanlar,
- 17.05.1994 tarihli ve 21937 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Önem Sahip Sulak



Alanların Korunması Sözleşmesi" (RAMSAR Sözleşmesi) uyarınca koruma altına alınmış alanlar.

- 27.07.2003 tarihli ve 25181 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Avrupa Peyzaj Sözleşmesi.

### **VII.3. Avrupa Birliği Direktifleri**

AB Entegre Çevre Uyum Stratejisi (UÇES)(2007-2023) Türkiye'nin, AB'ye katılımı için bir ön koşul olan, AB çevre müktesebatına uyumun sağlanması ve mevzuatın etkin bir şekilde uygulanması amacıyla ihtiyaç duyulacak teknik ve kurumsal altyapı, gerçekleştirilmesi zorunlu çevresel iyileştirmeler ve düzenlemelerin neler olacağına ilişkin detaylı bilgileri içermektedir. UÇES'in güncellenmesi çalışmaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bu kapsamdaki Avrupa Birliği Direktifleri aşağıda sunulmaktadır;

2014/52/EU sayılı ÇED Direktifi; özel ve kamunun belirli projelerinin çevre üzerindeki etkilerine ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin Direktifi, çevre ile bağlantılı resmi veya özel projelerin insan, bitki, hayvan, toprak, hava, iklim, maddi varlıklar, kültürel miras üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenmesini ve değerlendirmesini gerektirmektedir.

27 Haziran 2001 tarihli ve 2001/42/EC sayılı Stratejik Çevresel Değerlendirme Direktifi; plan ve programların çevre üzerindeki olası önemli etkilerinin değerlendirilmesi ve mümkün olan en az düzeye indirilmesi veya ortadan kaldırılması konularının ele alındığı bir süreci belirlemektedir.

28 Ocak 2003 tarihli 2003/4/EC sayılı Çevresel Bilgiye Erişim Direktifi; çevresel bilgiye erişim hakkı ile ilgili şartları ortaya koyarken, çevresel bilginin erişilebilir olması ve halka duyurulması ile ilgili konuları düzenlemektedir.

21 Mayıs 2008 tarihli ve 2008/50/EC sayılı Hava Kalitesi Çerçeve Direktifi; ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılması, uçucu organik bileşiklere (VOC) ilişkin emisyonlar ve yakıt kalitesi ile ilgili düzenlemeler yer almaktadır. Hava Kalitesi Çerçeve Direktifi, tüm kirleticiler için ortak metotlar vasıtası ile hava kalitesinin değerlendirilmesine, izleme gereklilikleri ve metotlarına, temiz hava plan ve programlarına ilişkin kurallar getirmektedir.

23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi; bütünleşmiş havza yönetimi ve halkın karar alma süreçlerine katılımı esasına dayalı olarak, Avrupa Birliğindeki tüm su kütlelerinin kalite ve miktar açısından korunmasını ve iyileştirilmesini öngören temel yasal düzenlemedir.

19 Kasım 2008 tarihli ve 2008/98/EC sayılı Atık Çerçeve Direktifi; atık yönetimi hiyerarşisi tanımlayarak, atık yönetimi stratejileri öncelikle atıkların oluşumunun kaynağında önlenmesine odaklanmıştır. Bunun mümkün olmadığı hallerde, atık malzemeler yeniden kullanılmalı, yeniden kullanılamıyorsa geri dönüştürülmelidir. Geri dönüştürülmesi mümkün olmayan atık malzemeler ise geri kazanım (örneğin enerji geri kazanımı) amacıyla kullanılmalıdır. Atıkların yakma tesislerinde veya düzenli depolama sahalarında güvenli şekilde bertaraf edilmesi atık yönetimi hiyerarşisinde en son seçeneği oluşturmaktadır. Atık başlığı altında Çerçeve Direktifin yanı sıra, atıkların düzenli depolanması, atıkların taşınımı ve özel atıklar (pil ve akümülatörler, ömrünü tamamlamış araçlar, atık

elektrikli ve elektronik eşyalar, ambalaj ve ambalaj atıkları gibi) konularına ilişkin düzenlemeler yer almaktadır.

30 Kasım 2009 tarihli ve 2009/147/EC sayılı Kuş Direktifi ile 21 Mayıs 1992 tarihli ve 92/43/EEC sayılı Habitat Direktifi, korunan alanların (özellikle Natura 2000 alanlarının) belirlenmesine yönelik hükümleri ve tüm sektörlerdeki uygulamalarda göz önüne alınması gereken öncelikli koruma tedbirlerini içermektedir. Buna göre ekonomik ve rekreasyonel gereklilikleri dikkate alarak ekolojik, bilimsel ve kültürel gereklilikler ışığında kuş türlerinin nüfusunun korunmasına yönelik gerekli tedbirleri alınacaktır. Bu sektör altındaki diğer önemli konulardan biri ise, 29 Mayıs 1999 tarihli ve 99/22/EC sayılı Yabani Hayvanların Hayvanat Bahçelerinde Barındırılması Direktifidir.

24 Kasım 2010 tarihli ve 2010/75/EC sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi ile 9 Aralık 1996 tarihli ve 96/82/EC sayılı Tehlikeli Maddeler İçeren Büyük Kaza Risklerinin Kontrolüne İlişkin Direktif (SEVESO II); bütünleşmiş izin sistemi ile kirliliğin üretim sürecinde önlenmesi, üretim sonucu oluşan kirliliğin kontrolü, mevcut en iyi teknikler ve halkın katılımı hususlarını düzenleyen 2008/1/EC sayılı Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifinin (IPPC) diğer 6 sektörel direktif ile yeniden şekillendirilerek tek direktif haline getirilmesini hedeflemiştir. Yapılan düzenlemeler sonucunda; 2010/75/EC sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi dışındaki diğer direktifler [Büyük Yakma Tesisleri Direktifi (2001/80/EC), Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC), Solvent Emisyonları Direktifi (1999/13/EC), Titanyum Dioksit Sanayisinden Kaynaklanan Atıklara ilişkin üç direktif (78/176/EEC, 82/883/EEC, 92/112/EEC)] yürürlükten kaldırılmıştır.

20 Ocak 2009 tarihli ve 1272/2008/EC sayılı Kimyasallar alanındaki düzenleme; Madde ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlendirilmesi ve Ambalajlanmasını içermektedir. Bu alandaki diğer bir düzenleme ise; 18 Aralık 2006 tarihli ve 1907/2006/EC sayılı REACH(Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması) düzenlemesidir. Kimyasal maddelerin ve karışımların ithalatı ve ihracatı, kalıcı organik kirleticilerin sınırlandırılması, deney hayvanları ile biyosidal ürünlere ilişkin düzenlemelerdir.

25 Haziran 2002 tarihli ve 2002/49/EC sayılı Çevresel Gürültü Direktifi; çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimine ilişkin düzenlemeleri içermektedir. Direktif kapsamında, yerleşik nüfusu 250.000'den fazla olan yerleşim alanları, yılda 6 milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları, yılda 60.000 den fazla trenin geçtiği ana demir yolları, yılda 50.000 den fazla hareketin gerçekleştiği hava alanları için stratejik gürültü haritalarının hazırlanması ve gürültü eylem planlarının oluşturulması gerekmektedir.

23 Nisan 2009 tarihli ve 406/2009/EC sayılı İklim değişikliğine yol açan sera gazlarına karşı çaba paylaşımı direktifi; sera gazlarının emisyonunun izlenmesi, emisyon ticareti sistemi ile emisyon ticareti sisteminin dışında kalan sektörlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması, karbon yakalama ve depolaması, F-gazlarının kontrolü ve ozon tabakasının korunması ile ilgili AB düzenlemeleri bulunmaktadır. Bu kapsamda AB, 2020 yılına kadar sera gazı emisyonlarını referans yıl olarak kabul ettiği 1990 yılındaki seviyeye göre %20 oranında ve 2030 yılında da 1990 yılına kıyasla %40 oranında azaltmayı hedeflemektedir.

## VIII. ALTERNATİFLER

### VIII.1. Giriş

Yatırımcı tarafından araştırılan çeşitli alternatiflerin incelenmesi ve sunulması, ÇED sürecinin önemli bir şartıdır. ÇED Yönetmeliği Ek-3 altında verilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Genel Formatı Bölüm 1.b (Yönetmelik Ek III), ÇED Raporunda, proje alanı ve teknolojisi ile ilgili alternatifler hakkında bilgi verilmesini istemektedir. Yatırımcı tarafından incelenen alternatiflerin ana hatları ve çevresel etkileri göz önünde bulundurularak bu seçimin yapılmasındaki başlıca sebeplerin kanıtı, ÇED Raporuna dâhil edilmelidir.

Madencilik projelerinde; işletme yöntemi (açık ocak/yeraltı ocak) ve üretim teknolojisi alternatiflerinin değerlendirilmesi en önemli unsur oluşturmaktadır. Dolayısıyla, madencilik projeleri için, alternatifler çeşitli parametrelerle açıklanabilir:

- Eylemsizlik alternatifi
- Madencilik yöntemleri alternatifleri
- Cevher hazırlama/zenginleştirme alternatifleri
- Maden tesisleri için yer seçimi alternatifleri
- Su temini alternatifleri
- Enerji temini alternatifleri
- Enerji hattı güzergâhı alternatifleri
- Ulaşım ve nakliye güzergâhı alternatifleri
- Atık yönetimi alternatifleri

### VIII.2. Seçilen Alternatiflerin Tanımı

Alternatif değerlendirme çalışmasının amacı, teknik/mühendislik, ekonomik, sosyal ve çevresel hususları/kriterleri vb. dikkate alarak olası alternatifleri değerlendirmek ve karşılaştırmaktır. Buradaki her bir kriter, ilgili göstergelerle birlikte konuyla alakalı bir takım parametre (ya da alt kriter) ile ifade edilir. Bu tarz analizlerde bir puanlama yaklaşımı kullanmak yaygın bir yöntemdir ve genellikle her parametreye ve/veya her kritere bir değer (ağırlık) verilir (Bu çalışmalar çok kriterli analiz yöntemi olarak da adlandırılır). Alternatiflerin tartışılmasında ve kıyaslanmasında projenin gerçekleştirilmemesi (eylemsizlik) alternatifi, mutlaka bulundurulmalıdır. Eylemsizlik alternatifinin değerlendirilmesi sayesinde, projenin yapılmaması durumunda projeden kaynaklanan hangi olumlu ve olumsuz etkilerin ortadan kalkacağı anlaşılacaktır.

ÇED Raporlarında, yapılan çok kriterli analizin sonuçlarının bir matris formatıyla sunulması yaygın bir durumdur. Bu matris formatı, her bir alternatifin her bir seçim kriteri karşısında nasıl performans sergilediğini göstermektedir. Söz konusu matris özellikle kamuoyu görüşünün alınması konusunda fayda sağlamaktadır.

Bununla birlikte, ÇED raporu için sadece matris yeterli değildir. Teknik olarak en iyisini seçmek için tanımlanan farklı seçenekleri/alternatifleri karşılaştırmak amacı ile kullanılan analizin bir özetini ÇED raporu içinde bir alt bölümde sunmak tavsiye edilmektedir. Buna ek olarak, ÇED raporuna eklenen veya başka bir yolla ilgili paydaşların kullanımına sunulan ayrı bir belgede yer alacak detaylı seçim analizine atıfta bulunulmalıdır. Seçilen alternatif özeti, ÇED raporunu inceleyen kişilere seçim sürecini takip etmek için gerekli ana unsurları temin etmelidir; örneğin:

- **Projenin amaçlarının** tanımı,
- Tercih edilen seçeneklerin seçimi için belirlenen **temel kriterlerin** tanımı (teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel kriterler),
- Belirtilen kriterleri en iyi şekilde ifade eden **parametrelerin** tanımlanması,
- Her bir parametre ve ölçü birimi için **göstergelerin** tanımı; Seçilen göstergelerin **değer biçme metodolojisi; gösterge ağırlıkları** (varsa),
- Her bir kriter için (parametreleri toplamak amacıyla) ve her bir alternatif için (kriterleri toplamak amacıyla) **Kriter ve Puanlama yönteminin ağırlıkları**,
- Hassasiyet analizi (varsa) ve seçilen alternatif ile ilgili açıklamalar.

## IX. ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER

Bu bölüm, madencilik projelerinde arama, hazırlık, işletme, ocak kapatma ve kapatma sonrası izleme ve atık yönetimi aşamalarında meydana gelen çevresel etkileri ve bu etkileri azaltıcı önlemlerini içermektedir.

Bir maden işletmesinin çevresel açıdan planlanmasında ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde öncelikle faaliyet için seçilen yerin ve faaliyet alanının mevcut çevresel özellikleri incelenerek, planlanan durum kapsamında çevresel etki değerlendirmesi yapılmalı ve alınacak önlemler belirlenmelidir.

1. Yörenin demografisi ve sosyoekonomik durumu

2. Meteorolojik ve iklimsel özellikler

3. Jeolojik özellikler

- Bölge jeolojisi ve depremsellik
- Çalışma alanı ve jeolojisi
- Cevherin özellikleri
- Örtü tabakasının özellikleri

4. Jeokimyasal özellikler (AKD, muhtemel kirleticiler vb.)

5. Hidrojeolojik özellikler

- Proje Sahasının Hidrojeolojisi
- Yeraltısu Kaynaklarının Mevcut ve Planlanan Kullanımı
- Yeraltı su seviyesi
- Su kalitesi
- Yeraltı suyundan faydalanma durumu (mevcut her türlü keson, derin, artezyen vb. kuyu)
- Yüzeysel su kaynaklarının hidrojeolojik özellikleri,
- Proje Sahasının Hidrojeokimyası

6. Hidrolojik özellikler

- Bölge ve Proje Alanı Hidrolojik Özellikleri
- Yüzeysel Su Kaynaklarının Hidrokimyasal Özellikleri
- Projenin göl, baraj, gölet, akarsu ve diğer sulak alanlara göre konumu
- Yüzeysel su kaynaklarının mevcut ve planlanan kullanımı (içme, kullanma, sulama suyu, su ürünleri istihali, ulaşım, turizm, elektrik üretimi, diğer kullanımlar),

7. Toprak özellikleri

- Toprak yapısı ve arazi kullanım kabiliyet sınıfı
- Yamaç duraylılığı

- Sahanın erozyon açısından durumu
- Doğal bitki örtüsü olarak kullanılan mera, çayır vb.

#### 8. Tarım ve hayvancılık

- Elden çıkarılacak tarım alanlarının büyüklüğü, arazi kullanım kabiliyeti,
- Tarımsal gelişim proje alanları
- Sulu ve kuru tarım arazilerinin büyüklüğü
- Ürün desenleri ve bunların yıllık üretim miktarları
- Hayvancılık türleri, adetleri ve beslenme alanları

#### 9. Flora ve fauna

- Türler, endemik türler, yaban hayatı türleri ve biyo toplar, ulusal ve uluslararası mevzuatla koruma altına alınan türler
- Nadir ve nesli tehlikeye düşmüş türler ve bunların yaşama ortamları, bunlar için belirlenen koruma kararları
- Av hayvanları ve bunların popülasyonu ile yaşama ortamları
- Etkilenecek tabii bitki türleri ve ne kadar alanda bu işlerin yapılacağı

10. Koruma alanları (milli parklar, tabiat parkları, sulak alanlar, tabiat anıtları, tabiatı koruma alanları, biyogenetik rezerv alanları, biyosfer rezervleri, doğal sit ve anıtlar, arkeolojik tarihi, kültürel sitleler, özel çevre koruma bölgeleri, özel koruma alanları, turizm bölgeleri)

#### 11. Orman alanları

- Ağaç türleri ve miktarları veya kapladığı alan büyüklükleri
- Ocağın yerinin işlendiği mescere haritası ve yorumu
- Sahanın yangın görüp görmediği
- Proje yerinde elden çıkarılacak alanın değerlendirilmesi
- Proje sırasında kesilecek ağaçların tür ve sayıları, orman yangınları ve alınacak önlemler,

#### 12. Peyzaj değeri yüksek yerler ve rekreasyon alanları

#### 13. Proje alanında kültür ve tabiat varlıkları durumu

Daha sonra faaliyetin çevre üzerinde etkileri ve alınacak önlemler belirlenmelidir.

Bunlar:

1. Üretim sırasında nerelerde ve ne kadar alanda dekapaj (örtü kazı) yapılacağı, dekapaj sırasında kullanılacak malzemeler, patlayıcı maddeler, patlatma tasarımı,
2. Dekapaj artığı toprak, taş, kum vb. maddelerin miktarı, nerelere taşınacakları veya hangi amaçlar için kullanılacakları, zararlı olup olmadıkları, zararlı ise nasıl korunacakları,
3. Suyun temin edileceği kaynaklardan getirilecek su miktarları, içme ve kullanma suyu ve diğer kullanım amaçlarına göre miktarları,

4. Proje kapsamındaki elektrifikasyon planı, bu planın uygulanması için yapılacak işlemler ve kullanılacak malzemeler, enerji nakil hatlarının geçirileceği yerler ve trafoların yerleri,
5. Proje kapsamındaki ulaştırma altyapısının planı (ulaştırma güzergâhı ve şekli, güzergâh yollarının mevcut durumu ve kapasitesi, hangi amaçlar için kullanıldığı, mevcut trafik yoğunluğu, yerleşim yerlerine göre konumu, faaliyet için kullanılacak amaçları kaldırıp kaldıramayacağı, yapılması düşünülen tamir bakım ve iyileştirme çalışmaları vb.),
6. Faaliyet sırasında kesilecek ağaçların tür ve sayıları, ortadan kaldırılacak tabii bitki türleri ve ne kadar alanda bu işlerin yapılacağı, orman yangınları ve alınacak önlemler,
7. Elden çıkarılacak tarım alanlarının büyüklüğü, arazi kullanım kabiliyeti,
8. Üretimde kullanılacak makinaların, araçların ve aletlerin miktar ve özellikleri,
9. Üretim sırasında tehlikeli, toksik, parlayıcı ve patlayıcı maddelerin kullanım durumları, taşınmaları ve depolanmaları,
10. Üretim yöntemleri, üretim miktarları ve imalat haritası,
11. Depolama ve var ise kırma-eleme işleminin ne şekilde gerçekleştirileceği, miktar ve sevkiyatı,
12. İçme ve kullanma amaçlı suların kullanımı sonrası oluşacak atık suların bertarafı,
13. Üretim sırasında toz kaynakları ve çıkacak toz miktarı,
14. Üretim sırasında meydana gelecek titreşim, gürültü kaynakları ve seviyeleri
15. Çalışacak personelin ve bu personele bağlı nüfusun konut ve diğer teknik/sosyal altyapı ihtiyaçlarının nerelerde ve nasıl temin edileceği,
16. Üretim sırasında oluşacak atıkların miktarı ve bertarafı,
17. İnsan sağlığı ve çevre açısından riskli ve tehlikeli faaliyetler,
18. Kültür ve tabiat varlıkları üzerinde oluşabilecek etkiler,
19. Acil eylem planlarının hazırlanması.

Madencilik faaliyetlerinin her aşamasında ortaya çıkabilecek olası etkiler ve bunların önlenmesi için alınabilecek önlemler aşağıda IX.1, IX.2, IX.3 ve IX.4 numaralı bölümlerde sunulmuştur.

#### **IX.1. Arama Faaliyetleri**

Arama faaliyeti sırasında sondaj yapılması durumunda oluşan artık sular genel olarak çamur havuzunda kurumaya bırakılarak bertaraf edilmektedir. Sondaj sırasında oluşan atıksu hiçbir alıcı ortama ve havuz dışına deşarj edilmemelidir. Sondaj alanlarında, her sondaj çalışma alanı için ayrı bir sondaj çamur havuzu yapılmalıdır. Çamur havuzlarının tabanına doğal kil serilerek geçirimsizlik sağlanmalıdır. Çamur havuzunun hacmi, bitmiş sondaj deliği hacminin en az iki katına sahip olmalıdır. Eğer sondaj çamuru temiz su ve kil haricinde herhangi bir kimyasal içeriyorsa, çamur havuzunun tabanında ve üst örtü sisteminde geçirimsizlik; havuz tabanında jeosentetik kil üzerine jeomembran, üst örtü sistemi ise jeosentetik kil veya jeomembran ile sağlanmalıdır. Sondaj havuzu yapılması aşamasında arazi hazırlanmasında bitkisel toprak ve hafriyat toprağı daha sonra havuzun kapatılması



işleminde kullanılmak üzere ayrı yerlerde biriktirilmelidir. Sondaj havuzuna yüzeysel suların girmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Sondaj faaliyetinin bitiminden sonra sondaj çamurları kurumaya bırakılmalı ve üzeri yapım aşamasında çıkarılan hafriyat toprağı ve bitkisel toprakla kapatılmalıdır.

Arama faaliyetleri sırasındaki önemli diğer bir sorun ise toz emisyonları ile ilgili sorundur. Yarma ve sondaj alanından üst örtü toprağının kaldırılması, nakliyesi, yükleme ve boşaltımı ve depolanması sırasında oluşacak tozlar dikkate alınmalı, toz indirgeyici yöntemler kullanılmalıdır.

## IX.2. Arazi Hazırlama ve İşletmeye Hazırlık Aşaması

Madencilik projelerinde hazırlık çalışması; planlama, tasarım ve inşa aşamalarını kapsayan bir projenin (açık ocak ve/veya yer altı işletmesinin) planlanmış tam kapasite üretime geçebilmesiyle ilgili tüm faaliyetleri kapsar. Tüm maden işletmeleri için, saha temizleme, arazi düzenleme ve gerekli bina ve altyapıların inşaaası yanısıra; yer altı işletmelerinde cevher yatağına ulaşmak için gerekli kuyu, desandri, galeri vb. kazıların yapılması, açık işletmeler için yollar ve ilk basamakların hazırlanması ve bir miktar dekapaj yapılması gibi faaliyetler bu kapsamdadır. Eğer cevher hazırlama/zenginleştirme tesisi kurulması da gerekli görülmüşse, tesisin tam kapasite üretime geçebilmesi için gerekli tüm hazırlık çalışmaları da bu dönemde tamamlanır. Hazırlık çalışmalarının ana amaçları, saha temizleme, kazı, dolgu gibi arazi hazırlama işlerini yapmak, kuyu, galeri, yarma, yol vb. kazı yaparak cevher yataklarına ulaşmak ve üretime hazır hale getirmek, ön üretim yapmak, personel, ekipman temin etmek, yol, enerji, bina inşaaası vb. altyapı olanaklarını hazırlamak ve cevher hazırlama tesisini hazır hale getirmektir.

Hazırlık çalışması genelde aşağıda verilen sıralama içerisinde yürütülür:

- 1.Fizibilite raporunun planlama dökümanı olarak hazırlık çalışmasına uyarlanması,
- 2.Genel maden metodunun seçilmesi,
- 3.Fizibilite raporunda belirtilen parametreler için finansman kaynağı temini,
- 4.Maden ve arazi kullanım haklarının alınması,
- 5.Şantiyeye ulaşım, nakliye, haberleşme, enerji hatları gibi altyapıların temin edilmesi,
- 6.İdari ofis binaları, destek ve hizmet yapılarının planlanması ve inşaaası,
- 7.Üretime hazırlık olması amacıyla, yarma, yol, örtükazı/dekapaj yapılması, galeri, kuyu, desandre (başşağı/başyukarı) gibi kazıların yapılması,
- 8.Cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisinin inşaaası, ocaktan tesise cevher nakliyesi, stok sahası ve katı atık sahası ile atık barajlarının hazırlanması,
- 9.Projeye uygun olarak maden işletme, cevher hazırlama ve zenginleştirme ekipmanlarının satın alınması, kurulması,
- 10.Eleman (teknik, idari, işçi) temini, elemanlara eğitimler verilmesi, bakım atölyesi, yedek parça depoları için binaların yapılması, nakliye yollarının hazırlanması, yemekhane, sağlık merkezi, lojman, oyun alanları gibi çalışanların sosyal-politik-ekonomik ihtiyaçlarını karşılayacak binaların yapılması,

Hazırlık aşamasında ÇED belgesi uyarınca doğaya yeniden kazandırma planlaması da başlatılır ve yüzeydeki bitkisel toprak ile dekapaj yığını için de stok yeri ayrılır, atık yönetim planı hazırlanır.

Bu bölümde açık ocak veya yer altı işletmesi hazırlığı ve cevher hazırlama ve zenginleştirme tesislerinin inşaatı sırasında oluşacak çevresel etkiler ve bu etkilerin önlenmesi ve/veya azaltılması için alınacak önlemler yer almalıdır.

### IX.2.1. Jeoloji ve Topografya

#### **Olası Etkiler**

- Hazırlık çalışmalarının başlaması ile bitkisel üst toprak tabakasının sıyrılması ve geçici depolamasının uygun şartlarda yapılmaması nedeniyle, toprağın organik madde içeriğinin azalması,
- Toprak erozyonu ve yağışlar sonucu toprak kaybı,
- Planlanan yerler dışında; tesviye, kazı ve dolgu işlemleri, iş makinelerinin çalışmaları ve sahadaki araç ve yaya trafiği nedeni ile toprağın sıkışması,
- Hafriyat malzemesi, her türlü altyapı inşaat atıklarının açığa çıkması,
- Uygun olmayan yükleme sonucu nakliyat sırasında dökülen malzemelerin olumsuz etkileri,
- Araç ve ekipmanların kullanımı ve bakımında kullanılan hidro-karbonların (yağlar, yağlayıcılar) ve yakıt ikmal işlemlerinde kullanılan yakıtların şantiye alanında kontrolsüz veya kazara dökülmesinin bir sonucu olarak kirletici maddelerin toprağa yayılması ve sızması,
- Atıkların ve kimyasal malzemelerinin tedbir almadan depolanmasından kaynaklanan sızıntı suyunun toprağa nüfuz etmesi.

#### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Sıyrılan bitkisel toprakların restorasyon ve peyzaj amaçlı olarak tekrar kullanılmak üzere geçici olarak diğer malzemelerden ayrı bir şekilde depolanması ve organik içeriğini korumak üzere önlem alınması (sulama vb.),
- Saha kullanım planı hazırlayarak iş makineleri, araçlar ve yayaların hareket edeceği alanların sınırlanarak kullanım dışı alanlardaki toprakta sıkışmanın önlenmesi,
- Dekapaj malzemesinin ayrı toplanması, gerektiğinde işletme sonrası rehabilitasyonda kullanılmak üzere stoklanması, tekrar kullanımlarının mümkün olmaması durumunda uygun durumda depolanarak olumsuz etkilerinin azaltılması, inşaat atıklarının öncelikle kaynağında azaltılması, mümkün ise tekrar kullanılması, değilse uygun durumda depolanarak bertaraf edilmesi,
- Maden sahasında drenaj sistemi oluşturularak, sızıntı suyu havuzları yapılarak, sahadaki olası bir kirliliğin yağış yoluyla çevre alanlardaki toprak ve yüzey sularına karışmasının önlenmesi,

- Maden sahası dışına kuşaklama engelleri/kanalları inşa edilerek kirlenmemiş havza suyunun sahaya girmesinin önlenmesi
- Uygun yükleme, nakliyat koşullarının sağlanması,
- Erozyon ve sediman kontrolü amaçlı bir yönetim planı hazırlayarak toprak taşınımının önlenmesi,
- Katı ve sıvı atıkların ve kimyasalların yönetmeliklere uygun olarak depolanarak kirlilik riskinin önlenmesi; saha içi atık yönetim planı ve tehlikeli madde yönetim planı hazırlanması;
- Yakıt dolmuş faaliyetlerinin dolmuş istasyonunda yapılması, sahada yapılmasından kaçınılması, özellikle hareket yetenekleri olmayan veya az olan ekipmanların yakıt teminleri için ise Acil Durum Hazırlık ve Müdahale Planı kapsamında sızdırmazlık tedbirlerinin ve dökülmelere karşı tedbirlerin alınması.

### IX.2.2. Gürültü ve Titreşim

Hazırlık faaliyetleri sırasında gürültü ve titreşime neden olan ana etmenler; kazı-yükleme ve nakliyat sırasında oluşan yoğun araç trafiğinin yarattığı gürültü ile delme patlatma sırasında oluşan titreşim ve gürültü olup, hem maden sahasında çalışanları hem de çevredeki yerleşim binalarını ve insanları rahatsız edebilir. Gürültü seviyelerinin değerlendirilmesi için hazırlık faaliyetlerinin kümülatif gürültü seviyeleri gürültü eşik değerleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, hazırlık çalışmaları sırasında sahada bulunan hareketli hazırlık ekipmanları (yükleyiciler, kazıcılar, deliciler, kamyonlar) ile pompalar, havalandırma bacaları vs., kullanımı ile bina ve altyapı inşaatı ve (eğer varsa) cevher hazırlama/zenginleştirme tesislerinin inşaatı aşamasında yürütülen hazırlık faaliyetlerinden kaynaklanan gürültü seviyeleri hesaplanmalıdır.

Bilindiği gibi, gerekli izinler ve tedbirler alınmadan patlatma yapılmamalıdır. Patlatma konusunda ayrıntılı hesaplamalar ayrı bir kılavuz olarak sunulmaktadır (*Bkz. XIV. Patlatma Kılavuzu*).

Maden hazırlık faaliyetlerinde delme-patlatma çalışmaları çevre ve güvenlik açılarından özel önem taşımaktadır. Patlatmanın etkisiyle titreşim, hava şoku oluşumunun etkisi ve taş savrulması ile ilgili hesaplamalar yapılmalı, yerleşim yerleri üzerindeki etkisi hesaplanmalıdır.

#### **Olası Etkiler**

- Geçici trafik yükünden kaynaklanan gürültü,
- Maden alanında mobil iş makineleri (yükleyiciler, kazıcılar, deliciler, kamyonlar) ve pompalar, vantilatörler vb. kullanımı ile bina ve altyapı inşaatı ve (eğer varsa) cevher hazırlama/zenginleştirme tesislerinin inşaatı sırasında (örneğin hazır beton tesisinde) yapılan kırma, yükleme, eleme, taşıma ve boşaltma gibi faaliyetler de dahil olmak üzere açık alanda yürütülen faaliyetlerden kaynaklanan gürültü,
- Binalarda yüzeysel ve/veya yapısal hasarlara, insanlar üzerinde rahatsız edici etkiye neden olan delme-patlatma, kazı-yükleme ve özellikle bozuk zemin üzerindeki kamyon trafiği gibi faaliyetlerin neden olduğu titreşim etkileri.

### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Uygun bir patlatma tasarımı hazırlanması, patlatmaların tasarıma uygun bir plan dâhilinde yapılması ve patlatma planı ile ilgili olarak etki alanındaki yöre halkının düzenli olarak bilgilendirilmesi,
- Tasarımda öngörülenden fazla anlık patlayıcı kullanmamak ve gerektiğinde özel patlatma uygulamak,
- Gecikmeli kapsüller kullanarak anlık patlayıcı miktarı ve böylece titreşimi azaltmak,
- İş makinelerinin düzenli bakımlarının sağlanması,
- Araçların hız limitlerine uymasının sağlanması,
- Nakliye yollarının yerleşim yerlerinden olabildiğince uzakta tasarlanması ve inşaaası,
- Proje alanı yakınındaki yerleşimlerden gelebilecek şikâyetlerin alınması ve değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması,
- Ek titreşime neden olabilecek faaliyetler öncesinde civar yerleşimlerdeki halkın (örneğin patlatma zamanları ve süreleri konusunda) bilgilendirilmesi,
- Gürültü değerlerinin özellikle yerleşimlerde faaliyetler boyunca izlenmesi ve limit aşımı durumunda ek tedbirler alınması,
- Mümkünse patlatma yerine makinalı kazı (riperleme vb.) yapılması.

### **IX.2.3. Hava Kirliliği**

Hazırlık aşamasında hava kirliliğine neden olabilecek temel faktörler; bitkisel toprağın kazılması, örtü kazı (dekapaj) yapılması, yükleme, boşaltma, nakliye ve depolama sırasında iş makinalarının oluşturacağı toz ile maden alanı içindeki yol güzergâhlarındaki diğer araçlardan kaynaklanan toz ve patlatma sonrası çıkan toz ve zararlı gazlar ile makine ve ekipman kaynaklı egzoz emisyonlarıdır.

### **Olası Etkiler**

- Ulaşım ve nakliye yolları, altyapı ve tesis inşaat faaliyetlerinden kaynaklı toz oluşumu,
- Delme-patlatma kaynaklı toz ve zararlı gaz oluşumu,
- Cevher üstü toprak ve örtü kaya kazısı (dekapaj) ve inşaat faaliyetleri kaynaklı toz emisyonları,
- Ocak içinde kazı ve nakliyede kullanılan ekipman trafiği kaynaklı toz ve egzoz emisyonları,
- İş ekipmanları dışındaki trafik araçları egzoz emisyonları (proje boyutuna bağlı, genelde sınırlı düzeyde).

### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Bitki örtüsü kaldırılmış alanlarda uygulanacak erozyon ve tozuma önlemleri,

- Yağışsız günlerde yeterli sıklık ve miktarda ıslatma yapılarak toz bastırma tedbirleri,
- Ocak içi yolların iyileştirilerek tozumanın önlenmesi,
- Ocak dışı yolların gerektiğinde uygun malzeme ile kaplanması,
- Sahaya giriş-çıkış yapan araç trafiğinin minimize edilmesi,
- Kamyonlarla taşınan tozlu malzemelerin ıslatılması ve üzerinin örtülmesi,
- Araçların egzoz sistemlerinin düzenli kontrolü ve bakımı,
- Araçların hız limitlerine uymalarının sağlanması,
- Araç ve ekipmanların düzenli bakımlarının yapılması,
- Ulaşım ve nakliye yolları dışında arazide araç kullanımının kısıtlanması,
- Gereksiz yüzey açmanın engellenmesi,
- Ocak dışına çıkan araçların su havuzundan geçirilmesi.

#### IX.2.4. Sosyal Çevre Üzerine Etkiler

Hazırlık çalışmaları aşamasında, madenin etki alanındaki yerleşimlerde yaşayan yöre halkının maruz kalabileceği çeşitli riskler ve rahatsızlık verici durumlar olabilmektedir. Riskler genellikle, ocak dışında taşıma araçları trafiğiyle ilgili kaza riskleri, titreşim hasarları, gürültü, toz ve egzoz emisyonlarına bağlı oluşabilecek sağlık sorunları gibi konular olabilir.

##### **Olası Etkiler**

- Yerleşimler arası ulaşım yollarının geçici olarak bloke olması,
- Arazi edinimi sonucunda olası yeniden yerleşim,
- Arazi edinimi sebebiyle tarım alanları, mera, yaylak gibi ekosistem hizmeti sağlayan alanların azalması nedeniyle geçim kaynaklarının zarara uğraması,
- Trafik araçlarının ulaşım güzergâhları üzerindeki yollarda tahribata neden olması,
- Hazırlık aşamasında gürültü, hava şoku ve hava kirliliğinden kaynaklı rahatsızlık ve hava yoluyla oluşan hastalıklar (astım, alerji vb.),
- Delme-Patlatmalar nedeniyle oluşan titreşim ve taş savrulması etkileri dolayısıyla güvenlik riskleri ve binalarda hasar riski,
- Ocak dışında da trafiğin artması nedeni ile kaza risklerinin de artması,
- Özel koşullarda taşınması gereken malzeme veya ekipmanın normal trafiği etkileme olasılığı.

##### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Toz emisyonlarının önlenmesi (Bkz. IX.2.3 Hava Kirliliği),
- Hava kalitesinin düzenli olarak izlenmesi (PM10, °T, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>),
- Trafik kazalarının önlenmesi amacıyla Trafik Yönetim Planı hazırlanması

(kullanılacak güzergâhların belirlenmesi, araç hız limitleri, uyarıcı levhalar, halkın bilgilendirilmesi vb.),

- Patlatmaların bir plan dâhilinde ve halkı bilgilendirerek yapılması,
- Patlatma ve diğer titreşim kaynaklarından doğabilecek hasarların önlenmesi,
- İzleme sonuçlarına göre gürültü ve kirlilik azaltıcı önlemlerin gözden geçirilmesi ve gerekli hallerde yeni önlemlerin alınması,
- Arazi edinim sürecinin bir planlama çerçevesinde ve halkın en az etkileneceği şekilde yapılması,
- Arazi kullanım durumuna göre proje başlamadan önce, yöre halkının geçim kaynaklarının belirlenmesi ve projeden etkilenebilecek unsurlara istinaden bir "geçim kaynakları yönetim planı" hazırlanması, gerekli durumlarda yöre halkının geçim kaynaklarının düzenlenmesi,
- Coğrafi öncelik sırasına göre (proje alanının bulunduğu yöre öncelikli olmak üzere) istihdam politikaları uygulanması,
- Bölgede yeni ekonomik faaliyetlerin geliştirilmesinin teşvik edilmesi (sosyal sorumluluk projeleri vb.).

Yeniden yerleşim içeren projelerde:

- Etkilenen halkın düzenli olarak bilgilendirilmesi;
- Etkilenen halka adil ve yeterli imkânlar sağlanması, halkın sosyal ilişkilerini, ekonomik faaliyetlerini ve yaşam standartlarını devam ettirebilmesi için yeni yerleşim alanlarının uygun şekilde seçilmesi, geçim kaynaklarının yaratılması;
- Oluşturulan yeni yerleşimlerin peyzaj, su, elektrik, kanalizasyon gibi fiziki altyapı ihtiyaçları ile okul, ibadethane, sosyal tesisler gibi ihtiyaçlarının karşılanması.
- Etkilenen halka geçimini sürdürebilmesi amacıyla mesleki eğitimlerin verilmesi.

#### **IX.2.5. Yüzey ve Yeraltı Suyuna Etkiler**

Hazırlık çalışmaları aşamasında çalışan personelin kullanım suyu temini genellikle çevrede bulunan ve halk tarafından kullanılan kaynaklar ve/veya çevredeki yeraltı suyundan izin alınarak temin edilir. Yine de kullanım suyu kaynaklarının azalması bir sorun oluşturabilir. Kullanım suyu kaynaklı atık sular bir diğer sorundur. Pasa malzemesinin (dekapaj) depolanacağı alanların yeraltı ve yüzey su kaynaklarını engellemesi/kirletmesi de mümkündür ve önleyici tedbirler alınmalıdır. Maden alanındaki tesislerde aşırı su kullanımı yerel kullanıcılar üzerinde baskı oluşturabilir. Yağmursuyu ve erozyon yoluyla kirleticilerin ve sedimanların yüzey suyu kaynaklarına taşınması ve onları kirlenmesi de mümkündür.

#### **Olası Etkiler**

- İşletilecek maden yatağı çevresinde ve üst katmanlarında bulunabilecek yeraltı su akiferlerinin işletmeye hazırlık faaliyeti sırasında zarar görmesi,

- Çalışan işgücü kaynaklı evsel atıksuların yüzey sularına deşarjı,
- Bina inşaatları sırasında beton karıştırma gibi işlerin yapıldığı alanlardan yüzeysel akış yoluyla yüzey sularının etkilenmesi,
- Dekapaj malzemesinin hatalı depolanması sonucu toprak ve yeraltı suyunda kirlilik riski oluşması,
- Kazı, depolama, nakliye gibi faaliyetler sırasında çevredeki dere yataklarına malzeme ve pasa dökülmesi,
- İnşaat alanında kullanılan yakıtların ve kimyasalların su kaynaklarına veya toprağa kazara dökülmesinden kaynaklı kirlilik oluşması,
- Yağış (yağmur, kar) suyu ve erozyon yolu ile ocak alanındaki kirleticilerin ve sedimanların yüzey suyu kaynaklarına taşınması.

#### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Hidrojeolojik etüdlerle işletilecek maden yatağı çevresinde işletme öncesinde yeraltı su seviyesi saptanmalı, akifer bulunup bulunmadığı tespit edilmeli ve hazırlık süresince akiferlerin zarar görüp görmediği izlenmelidir,
- Yağış suyunun kirlenmeden tahliye edilmesi (çıplak zemin yüzeylerinde erozyonun önlenmesi, drenaj sistemlerinde sedimantasyonun önlenmesi, kirlenmiş sahaların yağışlara maruz kalmasının engellenmesi),
- Su kenarı bitki alanları veya sulak alanlar oluşturularak kirliliğin tutulması ve arıtılması,
- Havzadaki diğer kullanıcıların kullanımını riske sokmadan izin verilen su çıkarma oranları belirlenmesi ve su seviyesinin izlenmesi,
- Alanda kurulu beton santrali vb. ünitelerin inşaat/hazırlık safhasında kullanılması durumunda, çökeltme havuzları inşa edilerek akarsu akışında değişime neden olmadan ve toprak ve tortular tutulduktan sonra suyun havzalara verilmesinin sağlanması,
- Evsel nitelikli atıksuların arıtılması ve alıcı ortama deşarjının düzenli olarak izlemeye tabi tutulması,
- Varsa beton tesislerinde çökeltme ve nötralizasyon gibi işlemlerin uygulanması ve sediman içeren yüzeysel akışın kontrol edilmesi (örneğin dinlendirme havuzları, drenaj hendekleri yapmak),
- Saha içi Katı Atık Yönetimi ve Atıksu Yönetimi planlarının hazırlanması ve uygulanması,
- Dere yataklarına malzeme ve pasa dökülmemesi, dere yataklarına müdahale edilmemesi (Bkz: 2006/27 sayılı "Dere Yatakları ve Taşkınlar" ile ilgili Başbakanlık Genelgesi hükümleri),
- Kontrol dışı dökülme olması durumunda anında giderici/düzeltilici önlem alınması, kirlenici maddelerin suyollarına girmesinin önlenmesi(Tehlikeli Maddeler Yönetim Planı ve Acil Durum Müdahale Planı kapsamında ele alınmalı).



Deniz ortamına yakın projelendirilen maden tesislerinde, kıyı dolgusunun deniz ortamına yayılmasına izin verilmemelidir. Deniz kirliliğine karşı tedbirlerle birlikte su kalitesi, sediman(tortu) ve deniz ekosistemi izlemeleri yapılmalıdır. İzleme sonuçlarına göre ek tedbirler alınmalı veya mevcut tedbirler artırılmalıdır.

Drenaj suları ve evsel atıksu arıtma tesislerinin dışında alıcı ortamlara deşarj söz konusu olmamalıdır. Evsel atıksu arıtma tesisleri ile prosesatıksu arıtma tesisi çıkış suları SKKY'nin ilgili tablolarında verilen sınır değerleri sağladıktan sonra deşarj edilebilir veya nemlendirme ve toz bastırma gibi işlemlerde kullanılabilir.

#### **IX.2.6. Bitkiler ve hayvanlar, ekosistemler, korunan alanlar ve peyzaj**

Madenler, buldukları yere göre karasal ve sulak alanlardaki ekosistemleri etkileyebilmektedirler. Hazırlık aşamasında üst bitkisel toprak tabakasının sıyrılması, bitki örtüsünün temizlenmesi, morfoloji ve hidrolojideki değişimler, kazı, dolgu, yükleme, nakliyat gibi faaliyetlerden dolayı proje alanlarındaki bitki örtüsü ve habitat zarar görmekte ve/veya kaybolmaktadır. Ayrıca; emisyonlar, gürültü ve su kirliliği gibi nedenlerle çevredeki vahşi yaşam olumsuz etkilenebilmektedir.

##### ***Olası Etkiler***

- Ormanların, meraların ve diğer doğal yaşam alanlarının bütünlüğünün bozulması,
- Nadir, tehdit altında veya nesli tükenmekte olan türlerin yuvalama yerlerinin ve/veya yüksek biyoçeşitliliğin/hassas yaşam alanlarının kaybedilmesi.

##### ***Etki Azaltıcı Olası Önlemler***

- Maden işletme alanının izdüşümünün minimize edilmesi,
- Geçici yolların en aza indirilmesi,
- Doğal ormanların korunması,
- Kesilen çalı ve ağaçların yaşam alanı oluşturduğu fauna bileşenlerinin izlenmesi,
- Nadir, tehdit altında veya nesli tükenmekte olan türlerin yuvalama yerlerinin saptanması, izlenmesi ve taşınması,
- Türlerin üreme, yavrulama, kışlama gibi hassas mevsimlerinde veya günün bazı saatlerinde inşaat faaliyetlerinin önlenmesi veya bu dönemleri dikkate alarak programlanması,
- Gürültü, araç trafiği, ışık gibi rahatsız edici unsurlar ile ilgili olarak personelin bilgilendirilmesi,
- Araçların mümkün olduğunca dikkatli ve yavaş gitmeleri,
- Proje alanı ve yakın çevresinde tespit edilen ve CITES ve BERN Sözleşmeleriyle koruma altına alınan türler ve diğer yaban hayatı türlerine, projeden ayrı olarak ticari kaygı güdülmesi, avlanması, ticaretinin yapılması, kasıtlı olarak öldürülmesi veya alıkonması, yumurtalarına veya yavrularına zarar verilmesinin engellenmesi,
- Kuşların yuvalama mevsiminin başlangıcı öncesinde "kuş kovucu şerit" gibi zararsız yöntemlerle inşaat alanlarından uzaklaştırılması,

- *Testudograeca (tosbağa)* gibi kısıtlı hareket özelliğine sahip fauna türleri olması durumunda, yakın bölgede tahrip olmamış benzer sahalara taşınması,
- Ulaşım ve nakliye yollarının inşaatında habitatın parçalanmasını engellemek üzere, sürüngenler ve özellikle tosbağalar tarafından kullanılacak menfezler yapılması,
- Ulaşım ve nakliye yolları üzerine hız sınırı ve hayvan geçiş işaretleri yerleştirilmesi,
- Yabani hayvanlar için geçiş yerleri/yolları bırakılması/inşa edilmesi,
- Çalışanların hassas türlerle ilgili bilgilendirilmesi,
- Yabancı türlerin ve istilacı türlerin yayılmasının saptanması durumunda, uygun bir imha programı geliştirilmesi,
- Kullanılmayan alanların aşamalı restorasyonunun yapılması,
- Maden sahasının etrafının engelle (çit vb)çevrilmesi.

#### **IX.2.7. Atıklar**

Hazırlık aşamasındaki faaliyetler sonucunda beklenen atıklar; dekapaj malzemesi, inşaat kaynaklı atıklar, çalışanlardan kaynaklanacak olan evsel atıklar, kullanılmayacak duruma gelen malzemeler ile kullanılan iş makineleri ve araçların bakım ve onarımı sırasında açığa çıkacak olan boş yağ tenekeleri, yağlı bezler, filtreler vb. malzemelerden ibarettir.

#### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

:

- Biyolojik olarak bozunabilir yemek artıkları gibi organik atıklardan oluşan evsel nitelikli atıklar diğer atıklardan ayrı olarak üstü kapalı bir şekilde geçici olarak konteynırlarda biriktirilmeli ve ilgili belediye tarafından düzenli olarak toplanması ve düzenli depolama alanında bertarafı sağlanmalıdır.
- Malzeme, parça ve ekipmanlardan kaynaklanacak tehlikesiz nitelikteki ambalaj atıkları diğer atıklardan ayrı olarak toplanarak saha içinde ayrılmış geçici bir alanda biriktirilmeli, Ambalaj Atıklarının Kontrol Yönetmeliği hükümlerine uygun şekilde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan lisansı bulunan yetkilendirilmiş kuruluş veya firmalar tarafından toplanması sağlanmalıdır.
- Atık Yönetimi Yönetmeliği eklerine göre tehlikeli atık olarak değerlendirilen sınırlı miktardaki atıklar saha içinde oluşturulacak geçici depolama alanında tehlikesiz atıklardan ayrı olarak toplanmalı ve Atık Yönetimi Yönetmeliği hükümlerine uygun şekilde lisansı bulunan araçlarla alınarak lisanslı tesislerde geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.
- Şantiye binası ve zenginleştirme tesisi gibi binaların temel kazısı çalışmaları ve arazinin hazırlanması ve inşaat aşamasında hafriyat atığı oluşacaktır. Hafriyat atıkları eş zamanlı olarak saha içi yollarda ve peyzaj düzenleme sırasında dolgu çalışmalarında kullanımı yapılamıyorsa ilgili belediye tarafından belirlenen alanda depolanmalıdır; maden alanında depolama yapılmasından kaçınılmalıdır.
- Açık ocak işletmelerinde cevher üzerinde bulunan ve ekonomik değeri olmayan

toprak/kaya gibi örtü malzemesi kazılmakta ve belirlenen pasa ve dekapaj malzemesi depolama alanında (dökü harmanı) depolanmaktadır. Eğer asit kaya drenajı (AKD) tehlikesi oluşturmuyorsa bu malzemelerin, daha sonra üretimi sona eren alanların ocak kapatma planına uygun olarak arazi düzenlenmesi ve doğaya geri kazandırma işlemlerinde kullanılması mümkündür.

- İnşaat alanındaki araçların bakım ve onarımlarının en yakın yetkili servislerde yapılması; diğer sabit ekipmanların bakım ve onarımlarının faaliyet alanı içerisinde, yetkili firma tarafından yapılması esastır. İşletme alanında yapılmasının zorunluluk arz ettiği durumlarda sızdırmazlık tedbirleri alınacaktır. Atık yağlar "Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği" hükümlerince ağız kapalı variller içerisinde toplanarak sızdırmaz zeminde geçici olarak depolanmalı ve lisanslı bertaraf veya geri kazanım tesislerine ulaştırılmak üzere lisanslı firmalara teslim edilmelidir.

### IX.3. İşletme Aşaması

İşletme (üretim), yer kabuğunda bulunan ve ekonomik değeri olan cevherlerin üretilerek (çıkartılarak) zenginleştirme tesisine veya doğrudan pazara sunulması işlemidir. Üretim işlemleri de hazırlık aşamasında olduğu gibi benzer faktörlerden etkilenir. Bunlar; yatağın konumsal durumu, jeolojik ve hidrojeolojik faktörler, jeoteknik faktörler, ekonomik faktörler, teknolojik faktörler, çevresel faktörler (fiziksel-sosyal-politik-ekonomik) dir.

Madenlerin işletme aşamasındaki etkileri hazırlık aşaması ile büyük benzerlik göstermekle birlikte işletme dönemine has bazı özel etkiler söz konusudur. Bunların yer altı işletmesinde uygulanan göçertmeli yöntemlere bağlı tasmanlar (yeryüzü çöküntüleri), açık ocaklarda duraylılık(şev kayması) sorunları ve en önemlisi de cevher hazırlama/zenginleştirme işlemleri sırasında kullanılan kimyasallar ve tesis atıkları ile hazırlık aşamasında da olduğu gibi, AKD oluşumu söylenebilir.

Göçertmeli yer altı maden metodunun uygulandığı durumlarda (çoğunlukla kömür madenciliğinde) oluşan tasman; yeraltından cevherin üretilmesi sonucu kazılan cevher kalınlığı, panonun boyu, ayak ilerleme miktarı ve cevher yatağının derinliği gibi faktörlere bağlı olarak kazılan kısmın üzerinde ve civarında oluşan yüzey hareketleridir. Düşey oturma, pano kenarlarında eğimler ve birim deformasyon şeklinde izlenir. Yeraltı metal madenciliğinde genellikle dolgulu sistemler uygulanır ve tasman etkisi en aza indirilebilir. Şartların uygun olması durumunda göçertmeli sistemler uygulanırsa tasman oluşur.

#### IX.3.1. Jeoloji ve Topografya

##### ***Olası Etkiler***

- Bitkisel üst toprak tabakasının depolanmadığı veya tekrar kullanılmadığı durumlarda kalıcı toprak kaybı ve erozyon,
- Bakım amaçlı depolanan kimyasalların kaza sonucu dökülmesi, sızıntıların toprak bünyesine geçmesi,
- Yüzey toprağının sıkışması,

- Yeraltı ocaklarında, özellikle kömür ocaklarında, tasman riski oluşması,
- Açık ocak madenlerinde büyük çukurların oluşması,
- Açık ocak şevlerinde duraylılığın sağlanamaması.

#### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Hazırlık aşamasında uygulamaya alınan erozyon ve sediman kontrolü amaçlı yönetim planının işletme aşamasında sürdürülmesi (işletme aşamasına yönelik erozyon kontrol tedbirleri içerecek şekilde),
- Kimyasal depolama alanı ve atık depolama alanı koşullarının mevzuat çerçevesinde dökülme ve sızıntıları engelleyecek şekilde düzenlenmesi ve yönetimi,
- Yüzeysel akış suyunun kirlenici içeren yüzeylerle temas etmesinin önlenmesi, temas etmiş ise kirlenmiş yüzeysel suyun ayrı bir drenaj sistemiyle bir havuzda toplanması,
- Toprağın sıkışmasını önlemek üzere araç ve yaya trafiğinin belirlenen yollar dışına çıkmasının engellenmesi,
- Açık ocak kömür madenciliğinde olduğu gibi, açık ocak metal madenciliğinde de dekapaj malzemesinin, olanaklı ise, cevheri alınmış ocak çukuruna doldurulması,
- Yeraltı metal madenlerinde pasa malzemesi veya cevher zenginleştirme tesis atıklarının, çimento ve su ilave edilip, üretimi tamamlanmış yeraltı panoları ve galerilerine dolgu yapımında kullanılması.
- Şev duraylılığı analizi ve tasarımı yapılması

Erozyon ve yüzey suyu kontrolü için; yüzey suyu toplama ve drenaj kanallarının yapılması ve suyun drene edilmesi, kazı alanına su girişini engellemek için kuşaklama bariyer veya hendeklerinin yapılması, şev açılarının heyelana yer vermeyecek şekilde tasarlanması, şev duraylılığını artırmak için gerektiğinde ocak susuzlaştırması yapılması ve tasman ve şevlerin sürekli izlenmesi yapılmalıdır.

#### **IX.3.2. Gürültü ve Titreşim**

Madenin işletme aşamasında araç trafiği ve delme-patlatmalar etki alanındaki yerleşimlerde yaşayan halk üzerinde gürültü ve titreşim kaynaklı olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Patlamalardan önce çevre sakinlerinin planlanan patlatma zamanları ve planlamadaki olası değişiklikler konusunda bilgilendirmesi önemlidir.

Maden üretim faaliyetlerinde delme-patlatma çalışmaları çevre ve güvenlik açılarından özel önem taşımaktadır. Patlatmanın etkisiyle titreşim, hava şoku oluşumunun etkisi ve taş savrulması ile ilgili hesaplamalar yapılmalı, yerleşim yerleri üzerindeki etkisi hesaplanmalıdır.

#### **Olası Etkiler**

- Patlatma kaynaklı titreşim, hava şoku ve gürültü,
- Delici, ekskavatör, dozer, greyder, silindir, kamyon, kompresör, jeneratör vb. araç ve ekipmanın çalışmasından kaynaklanan yüksek gürültü seviyeleri,
- Yeraltı madenlerinde havalandırma bacalarından kaynaklanan gürültü,
- Doğal taş ocaklarında kırma-eleme tesisi ve mermer ocaklarında tel kesme makinesinin ürettiği gürültü,
- Cevher hazırlama/zenginleştirme tesislerinde kırma-eleme ve çalışan birimlerin ürettiği gürültü,
- Cevher/konsantre yükleme, boşaltma ve nakliyesinden kaynaklanan gürültü.

### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Uygun bir patlatma tasarımı hazırlanması, patlatmaların tasarıma uygun bir plan dâhilinde yapılması ve patlatma planı ile ilgili olarak etki alanındaki yöre halkının düzenli olarak bilgilendirilmesi,
- Tasarımda öngörülenden fazla anlık patlayıcı kullanılmaması ve gerektiğinde özel patlatma uygulanması,
- Patlayıcı maddelerin yeterince gömülmesi, bu amaçla yeterli yük (delik-ayna) mesafesi uygulanması, kırma taş kullanarak yeterli (yük mesafesine eşit) uzunlukta delik ağız sıkılama yapılması, böylece hava şoku/gürültünün azaltılması,
- Gecikmeli kapsüller kullanılarak anlık patlayan miktarın ve böylece titreşimin azaltılması,
- Ekipman seçiminde ses ve güç seviyesi daha düşük olanların tercih edilmesi,
- Fanlarda, motor egzoz sistemlerinde ve kompresörlerde susturucu kullanılması,
- Ses yayan ekipmanın akustik kaplama ile ses izolasyonu sağlanması,
- Mekanik ekipmanlarda titreşim yalıtımı yapılması,
- Makine ve araçların faaliyet dışında rölantide çalışmasının sınırlandırılması,
- İş makinelerinin düzenli bakımının sağlanması,
- Kırıcılara madenin yüksekte beslenmesinin önlenmesi, mümkünse kırıcıların kapalı alan içine yerleştirilmesi,
- Değirmen ve eleklerde lastik/kauçuk malzeme kullanılması,
- Cevher hazırlama/zenginleştirme tesislerinde ses izolasyonu yapılması,
- Nakliyeden kaynaklanan gürültüden etkilenen yerlerde ses bariyerleri konulması,
- Kişisel koruyucu malzeme kullanılması.

### **IX.3.3. Hava Kirliliği**

Açık işletmelerde hava kirliliği, cevherin üst örtü toprağı ve kayalarının parçalanarak kazılması, yüklenmesi, taşınması, boşaltılması ve depolanması; cevherin de benzer şekilde üretilmesi, taşınması; cevher hazırlama/zenginleştirme tesislerinde kırılması, taşınması, boşaltılması/aktarılması, yığılması/depolanması, zenginleştirme işleminin kuru yöntemlerle yapılması sırasında oluşur. Patlatma sonrasında zararlı gaz oluşumu ve özellikle yer altı madenlerinde etkili olması da beklenir. Kullanılan makine ve ekipmanın çalışması sırasında çıkan toz ve egzoz gazları da hava kirliliğini etkileyen

faktörler arasındadır.

Toz oluşumu, ürün depolama-nakliye işlemleri, pasa yükleme-nakliye-boşaltma ve kırma-eleme tesisinde de söz konusudur. 21 Eylül 2017 tarihli Maden Yönetmeliği Madde 26'da belirtildiği üzere, "Kırma-eleme tesislerinde toz indirgeme sistemi olacak şekilde bunkerler, kırıcılar, elekler, bantlar ve malzeme dökülme noktalarının en az ünite bazında kapatılması yönünde işletme projesi hazırlanması ve işlenmesi esastır. Maden Kanunu kapsamında daha sonra geçici tesis yapılması durumunda toz indirgeme sistemi olacak şekilde ve bunkerler, kırıcılar, elekler, bantlar ve malzeme dökülme noktalarının kapatılması zorunludur. Aksi halde tesisin faaliyetleri durdurulur".

İşletme aşamasında NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> emisyonlarından kaynaklanacak etkileri azaltmak amacıyla hazırlık aşamasında alınan tedbirler genellikle yeterli olmaktadır: düşük kükürt içerikli dizel yakıt kullanılması; araç ve makinelerin üretici kılavuzlarına uygun olarak kullanılması ve bakımlarının yapılması; eskien araç ve makinelerin değiştirilmesi vb. İşletme aşamasında yakındaki yerleşim alanlarında (aylık ölçümler de dahil) NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> izleme programı uygulanmalıdır.

#### **Olası Etkiler**

- Hava kalitesinin düzenli olarak izlenmesi (PM10, oT, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Hg, Cd, Tl, As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, ),
- Delme işleminde uzun süre, patlatma sırasında kısa süre ile toz oluşumu,
- Cevher ve katı atıkların kamyonlara yüklenmesi, boşaltılması ve taşınması sırasında toz emisyonu,
- Kırma-eleme(kuru), öğütme-sınıflandırma ve zenginleştirme tesislerinde toz oluşumu,
- Yığınlarda (liç yığını, dekapaj yığını, stok sahası vb.) oluşan tozumalar,
- Makine ve ekipmanda kullanılan yakıtın yanmasından kaynaklanan gaz emisyonları ve patlatma sırasında çıkan zararlı gazlar,
- Yeraltı havalandırması sonucu atmosfere salınan sülfürlü, hidrokarbonlu gazlar,
- Cevher zenginleştirme tesislerinden çıkabilecek (sızabilecek) metan, HCN, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S gibi gazlar,
- Isısal işlem gerektiren süreçlerden çıkacak gaz ve tozlar.

#### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygun emisyonların sağlanması,
- Yükleme-boşaltma işlemlerinin tozumaya sebep olmayacak şekilde yapılması,
- Nakliye araçlarının üzerlerinin (branda ile) örtülmesi,
- Tozumayı önleyecek şekilde sulama veya kimyasal kullanarak toz bastırma,
- Bant nakliyesinde bantın üzerinin kapatılması,

- Yükleme ve transfer noktalarının olabildiğince düşük yükseklikte yapılması ve kapatılması,
- Gerekli yerlerde (kırıcı ve delicilerde) uygun toz tutma teknolojilerinin kullanılması,
- Nakliye araçların tozumaya sebep vermeyecek şekilde hızlarının kontrol edilmesi,
- Kırma-eleme tesislerindeki işlemlerin kapalı ortamda yapılması ve toz emisyonunun önlenmesi amacıyla basınçlı pulverize su püskürtme ve/veya toz tutma sistemlerinin uygulanması,
- Erozyon olabilecek yerlerde bitkilendirme yapılması.

#### IX.3.4. Sosyal Çevre Üzerine Etkiler

Maden projeleri ile yöredeki ekonomik aktivitenin canlanması söz konusu olacak ve yöre halkı için proje süresince iş imkânları ortaya çıkacaktır. Ancak, işgücünün madencilğe kayması sonucu geleneksel üretim alanları olumsuz etkilenebilecektir.

##### **Olası Etkiler**

- Yerleşim birimlerinin yerinin değiştirilmesi,
- Arazi edinimi nedeniyle tarım alanları, mera, yaylak gibi ekosistem hizmeti sağlayan alanların azalması ve/veya işgücünün madencilğe kayması nedeniyle yerel üretimde azalma,
- Tasman, tozlaşma vb nedenlerin etkisiyle yerleşimler ve tarım alanları üzerinde olası etkiler,
- İnsanların göç etmesi.

##### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Arazi edinim sürecinin bir planlama çerçevesinde ve halkın en az etkileneceği şekilde yapılması,
- Proje başlamadan önce yöre halkının geçim kaynaklarının belirlenmesi ve projeden etkilenebilecek unsurlara istinaden bir "geçim kaynakları yönetim planı" hazırlanması, gerekli durumlarda yöre halkının geçim kaynaklarının düzenlenmesi,
- Coğrafi öncelik sırasına göre (proje alanının bulunduğu yöre öncelikli olmak üzere) istihdam politikaları uygulanması,
- Bölgede yeni ekonomik faaliyetlerin geliştirilmesinin teşvik edilmesi (sosyal sorumluluk projeleri vb.).

Yeniden yerleşim içeren projelerde:

- Etkilenen halkın düzenli olarak bilgilendirilmesi;
- Etkilenen halka adil ve yeterli imkânlar sağlanması, halkın sosyal ilişkilerini, ekonomik faaliyetlerini ve yaşam standartlarını devam ettirebilmesi için yeni yerleşim alanlarının uygun şekilde seçilmesi, geçim kaynaklarının yaratılması;



Oluşturulan yeni yerleşimlerin peyzaj, su, elektrik, kanalizasyon gibi fiziki altyapı ihtiyaçları ile okul, ibadethane, spor ve sosyal tesisler gibi ihtiyaçlarının karşılanması. Etkilenen halkın madencilik sırasında ve sonrasında sürdürülebilir bir yaşama sahip olması için meslek eğitimleri verilmesi.

### IX.3.5. Yüzey ve Yeraltı Suyuna Etkiler

İşletme aşamasında yüzey ve yeraltı suyunu kirleten potansiyel kaynaklar, geniş alanlara sahip açık ocak yüzeyleri, alanda toplanan suların yeraltı suyuna karışarak onu kirletmesi, pasa/dekapaj yığınları ve cevher zenginleştirme katı atık alanları, atık barajlarından taşacak, çatlaklarından kaçacak veya tabanından sızacak atık sular, ulaşım ve nakliye yolları, doğal taş ocaklarında uygulanan sulu kesme işleminde kesilen kırıntılarının oluşturduğu çamurlaşma sonucu kirlenme, her türlü katı ve sıvı atıktan su ile tepkime sonucu gelebilecek çamur, AKD, ağır metal vb. kirleticilerin yüzey ve/veya yeraltı suyunu kirletmesi ve su kullanımının yüzey ve yeraltı suyunun debi ve kalitesini etkilemesi mümkündür.

#### **Olası Etkiler**

- Yağışlardan kaynaklı suların toprak kirleticilerle yüzeylerle pasa depolama alanı, yığın içi tesisi ve açık ocaklarda ocak duvarlarıyla temas ederek (temas suyu) yeraltı suyu ve yüzey sularına karışması ve kirlilik yayması,
- İşletilen maden yatağı çevresinde ve üst katmanlarında bulunabilecek yeraltı su akiferlerinin maden üretim faaliyetinden dolayı zarar görmesi,
- Yeraltı suyu temini durumunda miktarın azalması,
- Yer altı suyu tablasının aşağılara çekilmesiyle su üretiminin zorlaşması,
- Pasa depolama alanında sızıntı suyu oluşumu,
- Tozumu önleme amaçlı ıslatma işleminden kaynaklı sızıntı suyu,
- İşletme aşamasında çalışan işgücü kaynaklı evsel atıksuların yüzey sularına deşarjı,
- Atıkların hatalı depolanması sonucu toprak ve yeraltı suyunda kirlilik riski oluşması,
- Atık barajlarının tabanından sızma, çatlaklarından kaçak ve savaklardan veya üzerinden taşmanın oluşması,
- AKD oluşumu ve ağır metallerin çözünmesi,
- Cevher hazırlama, zenginleştirme ve işlemede kullanılan reaktifler (siyanür, asit, baz, tuz vb.).

#### **Etki Azaltıcı Olası Önlemler**

- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre deşarj yapılması,
- İşletme süresince su bütçesi yapılarak çalışmaların yürütülmesi,
- Temas suyunun toplama havuzlarına ve çamur havuzlarına yönlendirilerek dinlendirilmesinden sonra yeniden kullanım için cevher hazırlama/zenginleştirme

tesisine geri gönderilmesi,

- Liç uygulanan yığınların tabanlarının geçirimsiz malzeme (kil ve/veya jeomembran) ile kaplanması,
- İşletme öncesinde sızıntı suyu drenaj ve yeniden kullanım sistemi oluşturulması,
- Açık ocaklarda ocak şevlerinden gelen yağışı toplamak üzere çamur havuzu yapılması ve tekrar kullanılmak üzere geri çevrimi,
- Hidrojeolojik etüdlerle işletme öncesinde tespit edilmiş yeraltı su seviyesi ile varsa akiferlerin üretim süresince zarar görüp görmediği izlenmelidir,
- Yeraltı suyu seviyesinin düzenli olarak izlenmesi, eğer su çekilmesi tahmin edilenden daha yüksek ise farklı yerlerde yeni kuyular açılması,
- Endüstriyel atıksu arıtma tesisinde üretim kaynaklı tüm atıksuların arıtılması,
- Evsel nitelikli atıksuların arıtılması ve alıcı ortama deşarjının düzenli olarak izlemeye tabi tutulması,
- Saha içi Katı Atık Yönetimi ve Atıksu Yönetimi planlarının hazırlanması ve uygulanması,
- Üretilen atıklardan kaynaklanabilecek AKD'ni belirlemek için, asit-baz denge hesapları yapılmalı, AKD'nin etkisini giderecek uygun depolama yeri ve yöntemleri seçilmelidir,
- Mevzuatın emrettiği biçimde işletme içinde ve çevresinde, su çıkış veya deşarj noktalarında uygun yöntemlerle izleme yapılması; su kalitesinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygun hale getirilmesi,
- Altın madenciliğinde siyanür yönetim planı hazırlanması.

### IX.3.6. Bitkiler ve hayvanlar, ekosistemler, korunan alanlar ve peyzaj

Kara ve su yaşam alanları madencilik faaliyetlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir.

#### ***Olası Etkiler***

- Yeni ulaşım ve nakliye yolları, üretim alanları, yerleşim birimleri ve altyapı nedeniyle yaşam alanı kaybı veya bütünlüğünün bozulması,
- Gaz emisyonu, gürültü ve titreşim, toprak ve yüzey suyu kirliliği,
- Topografya değişimi, hidrolojik yapı değişimi,
- Taşıt trafiği artışı.

#### ***Etki Azaltıcı Önlemler***

- Çitle çevrili özel alanlar ayrılarak toprak ve bitki örtüsünün korunacağı ve erişime

izin verilmeyeceği zarar görebilir flora türlerinin ve tehdit altındaki habitatların yerinde korunması,

- Çalışanların eğitilerek maden alanında ve çevresindeki vahşi hayvanların avlanması ve toplanmasının yasaklanması,
- Zarar görebilir fauna türleri için uygun geçiş yollarının (menfez vb.) yapılması,
- Vahşi hayvanların temiz suya sürekli erişiminin sağlanması,
- Vahşi hayvanların kirli/toksik sulardan uzak tutulması,
- Kritik türler ve habitatlar saptanarak tür ve habitat bazında özel tedbirler uygulanacaktır (yerinde koruma, tohum toplama, benzer habitata taşıma, vb.).

### IX.3.7. Maden Atıkları

Maden işletmelerinde en önemli atık kaynakları; pasa/dekapaj (atık kayalar/ekonomik olmayan cevherler) ile cevher zenginleştirme atıklarıdır. Pasa/dekapaj depolama alanları (dökü harmanı) ve maden atığı bertaraf tesisleri, bir taraftan Asit Kaya Drenajı (AKD) potansiyeli taşımaları diğer taraftan ise yığınlarda duraysızlık (kayma) oluşması olasılığı nedeniyle özel öneme sahiptir.

Her tür maden katı atık yığınları, yığınlarda duraysızlık (yığının kayması) olasılığı ve kayması durumunda kaplayacağı alanları tahrip etme tehlikesini de içerebilir. Bu nedenle katı atık yığınlarının duraylılık analizleri yapılmalı ve duraylılığın sağlanması için gerekli önlemler alınmalıdır ve katı atık yığınlarının ne kadar alan kaplayacağı gerçekçi olarak saptanmalıdır. Asit üretme potansiyeli olmayan çamur (pülp/sulu atık) şeklindeki atıklar içerdikleri partikül madde nedeniyle kirletici etki yaratabilir. Bu nedenle sulu atık miktarına bağlı olarak ya atık barajı yapılmalı veya çöktürme havuzlarında partikül maddeler çökertilmelidir. Sulu atık barajlarının/havuzlarının duraylılığı da dikkate alınmalıdır.

AKD oluşumu; sülfürlü minerallerin hava ve su ile (genellikle bir bakterinin katalizörlüğünde) birlikte reaksiyona girerek oksitlenmesi sonucu oluşur. İşletme projesi hazırlanırken, işletme sahasında bulunan kayaçların asit oluşturma, nötürleştirme ve metal özütleme potansiyelleri statik ve kinetik kimyasal testler yapılarak belirlenmelidir. Bu testlerden çıkan sonuçlar ile asit-baz denge hesabı yapılmalı; AKD'yi önleyecek veya en aza indirecek bir üretim/atık depolama planı yapılmalıdır.

Cevher zenginleştirme atıkları, cevherde bulunan fakat ekonomik değeri olmadığı için alınmayan minerallerden ve az miktarda da kazanılamayan değerli minerallerden oluşur. İşlenen cevherin türüne göre, atıktaki değersiz ve değerli mineral oranları değişebilir. Uygulanan zenginleştirme tekniğine göre, boyutları birkaç 10 cm ile birkaç mikron arasındadır; kuru veya sulu olarak çıkabilir; özellikle flotasyon ve liç tekniği ile yapılan işlemlerde atık, çamur (pülp/sulu atık) şeklinde olur ve içinde çeşitli kimyasallar (asit, baz, tuz, siyanür, flotasyon kimyasalları vb.) bulunabilir. Çamur şeklinde çıkan atıklar, doğrudan veya koyulaştırılarak atık barajlarına atılabileceği gibi, filtrelenerek de depolanabilirler. Son yıllarda, katı atıklardan macun dolgu yapılarak yeraltı boşluklarının doldurulması yaygınlaşan bir uygulamadır.

Maden projelendirme aşamasında, her tür maden atıkları için bir atık yönetim planı hazırlanması yanısıra AKD tehlikesi varsa bir AKD Yönetim Planı hazırlanması da gerekli ve önemlidir. Yönetim Planı; hazırlık aşamasında başlayarak işletme aşamasında sürecek asit üretimi ve nötralizasyon

potansiyellerinin ve sızıntı suyu üretiminin modellenmesi üzerine kurulmalıdır. Alınacak kaya örnekleri üzerinde statik ve dinamik testler yapılmalı, asit üretme ve nötralizasyon potansiyelleri belirlenmelidir.

AKD potansiyeli bulunan pasaların hava ve su ile teması kesilerek AKD üretmeleri önlenebilir veya nötrleştirme kapasitesi bulunan pasalarla tamponlanarak üretilen AKD'nin yerinde nütürleştirilmesi sağlanabilir ya da AKD toplanarak arıtıldıktan sonra kalan arıtma çamurları uygun bir biçimde depolanabilir. AKD'nin yüzey ve yer altı suyuna etkileri gözlem noktaları ve gözlem kuyularından alınacak su numuneleri ile izlenir. AKD oluşumu maden kapandığında da devam edeceği için AKD yönetiminde, pH nötralizasyonu ve sülfatın çöktürülmesini esas alan pasif arıtma yöntemleri (lagünler, doğal ve suni bataklıklar, anoksik kireçtaşı drenleri, ardışık alkali üreten sistemler, kireçtaşı havuzları ve açık kireçtaşı kanalları vb.) öncelikle değerlendirilmelidir. Gerektiğinde, arıtma sistemlerinin kurulması da düşünülmelidir. En doğru yöntem, pasanın asit/baz denge hesabına göre oluşturulacak bir yönetim planı çerçevesinde tanımlanmalıdır.

Maden atıklarının depolandığı tesislerin tabanı ve yan yüzeylerinde sızıntı suyunun yer altı suyuna karışmasını önleyecek şekilde bir geçirimsizlik tabakası olması önemlidir.

Tehlikeli maden atıklarının depolanacağı tesislerin ve yığın liçi tesislerinin tabanında oluşturulacak geçirimsizlik tabakası, en az iki tabaka olarak sıkıştırılmış ve uygun koşullarda nemlendirilmiş minimum 50 cm kalınlığında ve geçirimsizliği en fazla  $10^{-9}$  m/sn olan kil grubu mineral serilerek ve bu tabaka HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) jeomembran ile güçlendirilerek oluşturulur (Bkz. Maden Atıkları Yönetmeliği).

#### **Olası Etkiler ve Önlemler**

- Etki azaltmada; atıkların kaynaktan azaltılması ve önlenmesi esastır. Atıklar üretildikleri noktada ayrılmalı, mümkünse geri dönüşüme tabi tutulmalı, mevzuata uygun olarak bertarafı sağlanmalıdır,
- Tüm atıklar sınıflandırılarak atık kodlarını ve üretim miktarlarını içeren bir atık envanteri oluşturulmalıdır,
- İşletme aşamasında bakım faaliyetleri sırasında açığa çıkabilecek elektrikli ve elektronik ekipman atıkları, atık pil ve akümülatörler ve atık yağlar için ilgili yönetmeliklere göre gerekli tedbirler alınmalıdır,
- Yeraltı/açık ocak işletmelerinden, pasa sahalarından olan deşarjlar izlenerek AKD'nin erken tespit edilmesi ve yönetimi sağlanmalıdır,
- Dekapaj yığınının duraylılığı deplasman ölçümleri ile sürekli kontrol edilmelidir,
- Bölgenin depremselliğinin duraylılık (stabilite) üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır.

#### **IX.4. İlgili Etki Hesaplama Yöntemleri**

- AKD potansiyeli belirleme,
- Asit oluşturma potansiyeli modelleme,

- Potansiyel kirleticilerin belirlenmesi,
- Su bütçesi hesaplamaları,
- Jeolojik ve hidrojeolojik değerlendirmeler,
- Ekosistem değerlendirme raporu,
- Hava kalitesi modelleme,
- Akustik rapor (gürültü ve titreşim modelleme),
- Patlatma tasarımı ve titreşim, havaşoku, taş savrulması hesaplamaları.

Ayrıca herhangi bir ürün, sistem ya da prosesin “beşikten mezara” çevresel etkilerini belirleyen Yaşam Döngü Değerlendirmesi madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerinin ve hammadde kullanımının tespit edilmesinde de kullanılabilir. Bu metodla analiz edilebilen etki kategorileri abiyotik kaynakların tüketimi, iklim değişikliği, küresel ısınma, stratosforik ozon tüketimi, asit oluşturma potansiyelleri, ötrofikasyon, fotokimyasal smog, karasal toksisite, su toksisitesi, insan sağlığı, arazi kullanımı ve su kullanımı olarak sıralanabilir.

## **IX.5. Kaynak talepleri**

### **IX.5.1. Su tüketimi**

Maden arama, çıkarma, yıkama (lavvar tesisleri) ve cevher zenginleştirme işlemleri su yoğunluklu proseslerdir.

### **IX.5.2. Hammadde Tüketimi**

Elde edilen maden kaynakları bölgeye göre değişmekte ve madenin türüne göre farklı hammaddeler gerektirmektedir. Madencilik sektörü doğası gereği hammadde yoğun bir sektördür.

### **IX.5.3. Enerji Tüketimi**

Madenlerin çıkarılması, taşınması, temizlenmesi, işlenmesi ve dağıtılması için enerji tüketildiği kadar atıkların yönetimi için de enerji tüketilmektedir. Altın gibi bazı maden çıkarma işlemleri enerji-yoğun ısıll işlemler (termal prosesler) gerektirmektedir.

## X. MADEN KAPATMA VE İZLEME

### X.1. Maden Kapatma

Madencilik faaliyetleri ekonomik, jeolojik, teknik vb. nedenlerle sona ermekte ve madenler öngörülen ya da öngörülmeleyen nedenlerle proje süresi sonunda kapatılmaktadır. Maden kapatma madencilik faaliyetlerinin son aşamasıdır. Nedeni ne olursa olsun bir maden kapatılmak zorunda kalınmışsa maden kapatma prensipleri doğrultusunda kapatılmalıdır.

Uygun bir şekilde kapatılmayan, terkedilen maden işletmeleri; sağlık ve güvenlik tehlikelerine, arazinin bozulmasına, olumsuz çevresel etkilere (ör. asit kaya drenajı), rehabilitasyonun zorlaşmasına ve halkın negatif tepkisi gibi olumsuz koşullara yol açmaktadır.

Maden kapatma sırasında arazinin fiziksel ve kimyasal duraylılığı, arazi ıslahı ve kullanımı konularında belirlenen madencilik faaliyetleri öncesindeki arazi özelliklerine geri dönülmesi amaçlanmalıdır. Bunların dışında maden kapatmanın asıl amaçları toplumun sağlık ve güvenliğini korumak, çevresel zararları en aza indirmek, arazinin verimli kullanımına olanak vermek ve araziye olabildiğince doğal veya uygun bir hale dönüştürmektir.

Maden kapatma disiplinlerarası bir bakış açısıyla, madencilik faaliyetleri başlamadan önce planlanması gereken ve mutlaka üretim faaliyetleri ile eş zamanlı olarak yürütülmesi ve gerekli durumlarda onaylı bir biçimde yenilenmesi ve sonrasında da izlenmesi gereken bir süreçtir.

### X.2. İşletme Faaliyete Kapandıktan Sonra Olabilecek Etkiler ve Alınacak Önlemler

Kapatma aşaması, maden projesi ile eşgüdümlü olarak, jeoteknik etüt raporunu da içeren kapatma projesi ile projelendirilmelidir.

#### X.2.1. Toprak ve Jeoloji

- Ünitelerin kaldırılmasıyla açığa çıkacak su ve toprak, erozyona maruz toprak yüzeyler,
- Makine ve ekipmandan sızan veya kaza sonucu dökülen yağ ve kimyasalların neden olabileceği toprak kirliliği,
- İşletme döneminde başlayan tasman riskinin devam etmesi.

Söküm ve yıkıntıların bertaraf süreçlerini takiben alanın restorasyonu sağlanmalıdır. Maden alanı, proje öncesindeki durum ve çevre arazi kullanımları ve peyzaj özellikleri ile uyumlu olacak şekilde terk edilmelidir.

#### **X.2.2. Gürültü ve Titreşim**

- Proje bileşenlerinin sökümü sırasında kazı işlemlerinde kullanılan makinelerden gelen gürültü,
- Söküm işlemleri ile ilgili araç trafiğinden kaynaklı gürültü,
- Söküm için kullanılan makinelerden gelen gürültü,
- Açık ocaklarda şev açılarını düşürmek için yapılan patlatma kaynaklı titreşim.

#### **X.2.3. Hava Kirliliği**

- Toprak kaplı zeminlerin, rüzgâra ve/veya hizmetten çıkarma ile ilgili trafiğe maruz kalmasının bir sonucu olarak kaçak toz emisyonu,
- Söküm işlemleri için kullanılan makinelerin neden olduğu kirleticilerin emisyonları,
- Toz emisyonlarının yaratacağı geçici sürede su püskürtme uygulanmalıdır.

Projenin büyüklüğüne bağlı olarak trafik kaynaklı emisyonların önemi değerlendirilmeli; bu bağlamda gerekli görüldüğü takdirde kapatma işlemleri bir trafik yönetim planı dâhilinde uygulanmalıdır. Trafik yönetim planı; araç trafiğine ilişkin güzergâh, zamanlama, hız limitleri, sürücü eğitimi, araç bakım standartları ve yakıt ikmal prosedürleri gibi konuları içermelidir.

#### **X.2.4. Atıklar**

Ekonomik değeri olmayan yıkıntı atıkları, hafriyat toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında yıkıntı atıklarının sahadan uzaklaştırılması sağlanmalıdır.

Diğer atıklar "tehlikeli atık" nitelikleri olup olmadığına göre değerlendirilmeli ve ilgili mevzuat hükümleri uygulanmalıdır.

Maden Atıkları Yönetmeliği Madde 12'de belirtildiği gibi, "Maden atıklarının depolandığı tesislerde, atık depolama işlemi tamamen bittikten sonra depolama alanında üst örtü teşkil edilmeden önce, alan kurutularak susuzlaştırıldıktan sonra tampon tabaka olarak kazı toprağı veya asit üretme potansiyeli olmayan pasalar serilerek tesviye edilir. Kapatma işlemine başlamadan önce, atıkların veya yapının kayma ve çökme riskine karşı, depolanan atık kütesinin yeterince oturduğu tespit edilir. Yağmur sularının drenajı için yağış/buharlaştırma verileri dikkate alınarak kuşaklama kanalları inşa edilir. İnfiltrasyonun en aza indirgenmesi ve drenajın sağlanması amacıyla, uygun kalınlıkta ve geçirimsizlikte doğal veya jeosentetik malzemeler kullanılır. Tehlikeli ve tehlikesiz maden atıklarının depolandığı tesislerde, üst örtü sisteminde tampon tabakanın üzerinde geçirimsizliği sağlamak amacıyla kil gurubu mineraller ya da jeosentetik kil tabakası kullanılır. Bu durumda, tampon tabaka kalınlığı en az bir metre olmalıdır. Bu tabakaların üzerine yağmur sularını drene edecek uygun kalınlıkta ve özellikte doğal ya da jeosentetik drenaj malzemesi uygulanır. Üst örtü toprağı yöreye özgü bitki türlerinin yetiştirilmesini sağlayabilecek şekilde uygun kalınlıkta serilir ve bitkilendirme yapılır."



### **X.2.5. Yüzey ve Yeraltı Suyuna Etkiler**

Maden ömrünün tamamlanması üzerine kapatma aşamasında temas suyu kontrolü önemli olacaktır. Potansiyel kirlenici yüzeylere sahip olan açık ocaklar, cevher stok alanları, (varsa) yığın liçi, pasa depolama alanları ve atık depolama tesisleri üzerine düşen yağmur suyunun kirlenmeden uzaklaştırılması esas bu aşamada da devam etmelidir. Madenin kapatılması aşamasında söz konusu potansiyel kirlenici yüzeylere sahip birimlerin üzeri düşük geçirgenliğe sahip malzeme ile örtülerek temas suyu oluşumunun sınırlandırılması önemlidir.

Yüzeysel sular ve yeraltı sularında izleme faaliyetleri, başta AKD olmak üzere, buralardan kaynaklanacak olumsuz etkilerin giderilmesi, kapatma sonrasında da devam ettirilmelidir.

### **X.2.6. Görsel Etkiler ve Peyzaj Unsurları**

Maden alanı ve ünitelerinin, yoğun olarak kullanılan bakı noktalarında neden olduğu görsel kirliliğin giderilmesi için toprak seddeler ve bitki perdesi gibi yöntemler kullanılabilir.

Madenin işletmeye kapanması aşamasında, projenin başlangıcında hazırlanmış ve işletme sırasında oluşan koşullar doğrultusunda yenilenecek onaylanmış ve uygulanmaya başlanmış plan dahilinde doğaya yeniden kazandırma işlerine devam edilmelidir. Doğaya yeniden kazandırma faaliyeti sadece görsel unsurları değil aynı zamanda işletme sonrası olası olumsuz etkileri de dikkate alınmalıdır. Doğaya kazanım planı, proje ömrü boyunca uygulanmalı; halk sağlığına ve güvenliğine, çevresel etkilerin en aza indirilmesine, toprağın yeniden kullanılabilir bir hale getirilmesine ve alan kullanımı için gerekli durumlarda yeni fonksiyonlar getirmeye odaklanmalıdır.

### **X.3. İzleme**

Madencilik projelerinin işletme aşamasında en önemli ve sürekli etkileri yüzey suları ve yeraltı suları üzerindeki miktar ve kalite bozulması baskıları olmaktadır. Kapladıkları geniş alanlar nedeniyle ekosistemler ve türler üzerindeki etkileri de önemli ölçüde olmaktadır. ÇED raporunda tanımlanan etkileri en aza indirmek için alınması gerekli önlemlerin uygulamasını sistemli bir şekilde takip etmek üzere, projelerin arazi hazırlık, işletme ve kapatma aşamalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir.

İzleme, madencilik faaliyetleri ile bozulan arazinin doğaya yeniden kazandırılması ve iyileştirilmesi sırasında, atık barajlarının, atık harmanlarının, çevredeki su, toprak ve hava kalitesinin, arazideki erozyon, sedimentasyon ve duraylılığın ve bitkilerin gelişiminin niteliksel ve niceliksel olarak izlenmesi, periyodik aralıklarla denetlenmesi ve yapılan işlerin tutanakla belirlenmesidir. İzleme faaliyetleri maden kapatma sonrasındaki 5 yıl içerisinde düzenli aralıklarla yapılmalıdır. İzleme programları her bir projeye özgü olarak hazırlanmalı ve mümkün olduğunca ölçülebilir kriterlere (su analizi, arka plan gürültü ölçümü vb.) dayandırılmalıdır.

Madencilik projelerinin hazırlık ve işletme aşamalarında, yukarıda anlatılan etki ve önlemler göz önünde bulundurularak, izleme çalışmalarının yürütülmesi beklenmektedir. İzleme programında kullanılması önerilen izleme matrisi aşağıda sunulmaktadır. İzleme çalışmalarının sıklığı ve izlenecek parametreler projenin karakteristiğine ve konumuna bağlı olacaktır. ÇED çalışmalarından elde edilecek bulgular doğrultusunda projeye özgü bir izleme programı hazırlanmalıdır. Özellikle şevlerin duraylılığı, su kalitesini belirleyen kimyasal (ör. pH) ve fiziksel özellikler (ör. sediman), flora ve fauna özelliklerini belirleyen bitki çeşitliliği ve sayıları ve hayvan sayıları ve çeşitleri izlenmeli ve işletme faaliyetleri öncesindeki orjinal durumla karşılaştırılmalıdır.

Yürütülecek izleme çalışmalarında ÇED raporunda önerilen önlemlerin yeterli olmaması durumunda yatırımcı tarafından ilave tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

**Tablo 4. Örnek İzleme Programı**

Konu	İzleme Yapılacak Yer	İzlenecek Parametre	İzleme Yöntemi	İzleme Sıklığı
<b>HAZIRLIK AŞAMASI</b>				
Tarihi, kültürel ve arkeolojik varlıklar	Etki alanı	Buluntular ve rastlantısal buluntu prosedürünün uygulanması	Görsel değerlendirme	Kültür varlığına rastlanıldığında
Bitkisel üst toprak	Proje alanı	Bitkisel toprağın sıyırılması ve geçici depolamasının uygun şartlarda yapılması	Görsel değerlendirme	Günlük
Toprak erozyonu	Proje alanı	Azaltıcı önlemlerin uygulanması	Görsel değerlendirme	Aylık veya şiddetli, yağmurlu ve rüzgarlı havalarda ertesi gün
Hava kalitesi	Proje alanında ve etki alanındaki yerleşimler	Hava kalitesini etkileyen Toz (PM10), SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> vb. kirleticiler.	Alıcı ortamda PM10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> ölçümleri	Aylık
Evsel atık su	Şantiye binası	Atıksu miktarı, özellikleri, toplama ve deşarj sistemi	Su kalitesi ölçümleri	Aylık veya şikayet olması durumunda
Dekapaj malzemesi, hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları	Proje alanı (yükleme-taşıma sırasında)	Dekapaj malzemesi ile hafriyat toprağı ve inşaat/yıkıntı atıklarının öncelikle kaynağında azaltılması, ayrı toplanması, tekrar kullanılması ve geri kazanılması; tekrar kullanımlarının mümkün olmaması durumunda depolanarak bertaraf edilmesi	Görsel değerlendirme	Haftalık
Gürültü ve titreşim	Etki alanındaki yerleşimler	Gürültü ve titreşim seviyesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>En yakın yerleşim biriminde gürültü ölçümü</li> <li>Binalarda ve yollarda hasar gözlemleri</li> </ul>	Aylık veya şikayet olması durumunda Her patlatma sırasında veya ertesinde
Yerel ve ekonomik aktiviteler	Etki alanındaki yerleşimler	Yerel ekonomik değişimler	Etkilenen halk ile görüşmeler	6 aylık veya şikayet olması durumunda
Atıklar	Proje alanı	İlgili yönetmeliklere göre gerekli uygulamalar, kayıtlar, lisanslı taşıma araçları firmaları ve lisanslı bertaraf tesisleriyle sözleşmeler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kayıtların ve sözleşmelerin kontrolü</li> <li>Atık depolama alanlarının yönetmeliklere uygunluğuna ilişkin görsel incelemeler ve/veya ölçümler</li> </ul>	6 aylık Haftalık
İş Sağlığı ve Güvenliği	Proje alanı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risk Analizi</li> <li>ADM Planları ve Ekipleri</li> <li>İş araçları/ekipmanların periyodik kontrolleri</li> <li>İSG izleme planı</li> <li>Yıllık Çalışma Planı</li> <li>İSG Eğitimleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İç denetim</li> <li>Bağımsız denetim</li> </ul>	Günlük/ Haftalık/ Aylık

**Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi**

Konu	İzleme Yapılacak Yer	İzlenecek Parametre	İzleme Yöntemi	İzleme Sıklığı
		<ul style="list-style-type: none"> <li>İSG Kurulu/Toplantılar</li> <li>İSG Ölçümleri</li> </ul>		
Halkın Güvenliği	Proje alanı ve etki alanındaki yerleşimler	<ul style="list-style-type: none"> <li>İkaz levhaları, güvenlik şeritleri, işaretleri ve personeli</li> <li>Harici Acil Durum Eylem Planı</li> <li>Taşınır /taşınmaz varlıklardaki hasar</li> <li>Trafik kazaları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görsel incelemeler</li> <li>Kayıtlar</li> </ul>	Günlük Şikâyet veya talep üzerine
Toprak kirliliği	Proje alanı ve etki alanı	Toprağın kimyasal özellikleri, depolama alanlarında sızıntı, dökülme olup olmadığı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toprak kirliliğine neden olan kimyasalların analizi</li> </ul>	Altı aylık veya kaza sonucu kirlenme olduğunda
Sular	Proje alanı ve etki alanındaki yüzey ve yeraltı suları, akarsu, göl ve denizler	Suların kimyasal özellikleri, debi veya seviyesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Su kirliliğine neden olan parametrelerin analizi</li> </ul>	Haftalık veya kaza sonucu kirlenme olduğunda

Konu	İzleme Yapılacak Yer	İzlenecek Parametre	İzleme Yöntemi	İzleme Sıklığı
<b>İŞLETME AŞAMASI</b>				
Flora	Proje alanı ve etki alanı	<p>Bitkisel toprağın yayılacağı alanların belirlenmesi ve peyzaj için alana uygun bitki türlerinin seçilmesi</p> <p>Sınırlan Bitkisel toprağın uygun bir şekilde ve uygun yerlere yayılması, uygun bitki türlerinin tesis dışındaki alanlara dikilmesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görsel değerlendirmeler</li> <li>Hassas türler için çiçeklenme döneminde izleme</li> </ul>	Yılda 1 kez Hassas türler tespit edilmesi durumunda yılda iki kez(tohumlanma ve çiçeklenme dönemlerinde)
Fauna	Proje alanı ve etki alanı	Tesisler ve çevresindeki alanlara tekrar geri dönen fauna unsurlarının belirlenmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çevredeki mevcut fauna elemanlarına ilişkin izlerin takibi</li> </ul>	Türlerin üreme/kışlamadönemlerine göre
Evsel Nitelikli Sıvı Atıklar	Deşarj noktası	Alıcı ortama deşarj edilecek suların özellikleri.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Su kirliliğine neden olan parametrelerin analizi</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta
Hava kalitesi	Proje alanı ve etki alanı	Hava kalitesini etkileyen Toz (PM10), SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> vb. kirleticiler.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Online/anlık sürekli/kesikli emisyon ölçüm sistemi</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta
Toprak kirliliği	Proje alanı ve etki alanı	Toprağın kimyasal özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toprak kirliliğine neden olan kimyasalların analizi</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta
Sular	Proje alanı ve etki alanındaki yüzey ve yeraltı suları, akarsu, göl ve denizler	Suların kimyasal özellikleri, debi veya seviyesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derinlik ölçümü</li> <li>Debi ölçümü</li> <li>Su kalitesi analizi</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta

**Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi**

Konu	İzleme Yapılacak Yer	İzlenecek Parametre	İzleme Yöntemi	İzleme Sıklığı
Gürültü ve titreşim	Etki alanındaki yerleşimler	Gürültü ve titreşim seviyesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>En yakın yerleşim biriminde gürültü ve titreşim ölçümü</li> <li>Binalarda ve yollarda hasar gözlemleri</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta veya şikâyet olması durumunda
Mineral Olmayan Atıklar	Proje alanı ve etki alanı	İlgili yönetmeliklere göre gerekli uygulamalar, kayıtlar, lisanslı taşıma araçları firmaları ve lisanslı bertaraf tesisleriyle sözleşmeler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kayıtların ve sözleşmelerin kontrolü</li> <li>Atık depolama alanlarının yönetmeliklere uygunluğuna ilişkin görsel incelemeler ve/veya ölçümler</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta veya şikâyet olması durumunda
Maden atıkları ve liç yığınları	Proje alanı	<p>Atık bertaraf yapılarının ve liç yığınlarının stabilitesi</p> <p>Atıklardan ve yığınlardan sızıntı ve gaz veya toz emisyonu</p> <p>Jeokimyasal özellikler (asit/baz dengesi, AKD oluşturma potansiyeli), Atık yönetimi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görsel değerlendirme ve topografik ölçümler. Maden atık envanteri</li> <li>AKD jeokimyasal testler</li> <li>Analizler</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta veya şikâyet olması durumunda
İş Sağlığı ve Güvenliği	Proje alanı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risk Analizi</li> <li>ADM Planları ve Ekipleri</li> <li>İş araçları ve ekipmanlar periyodik kontrolleri</li> <li>İSG izleme planı</li> <li>Yıllık Çalışma Planı</li> <li>İSG Eğitimleri</li> <li>İSG Kurulu Toplantıları</li> <li>İSG Ölçümleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İç denetim</li> <li>Bağımsız denetim</li> </ul>	Günlük/Haftalık/Aylık/Yıllık
<b>KAPATMA VE DOĞAYA GERİ KAZANDIRMA AŞAMASI</b>				
Flora ve fauna	Proje alanı ve etki alanı	Çeşitlilik, yoğunluk	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görsel inceleme, ölçüm, sayım.</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta ve süresince
Sular	Etki alanındaki yüzey ve yeraltı suları, gözlem kuyuları, akarsu, göl ve denizler	Suların kimyasal özellikleri, debi veya seviyesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derinlik ölçümü</li> <li>Debi ölçümü</li> <li>Su kalitesi analizi</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta ve süresince veya talep durumunda
Toprak	Proje alanı ve etki alanı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arazi kullanımı</li> <li>Toprak kaybı ve toprağın kimyasal özellikleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gözlem ve ölçümler</li> <li>Toprak kirliliğine neden olan kimyasalların analizi</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta ve süresince
Sosyoekonomi	Projeden etkilenen yerleşim birimleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nüfus değişimi</li> <li>İstihdam yapısı</li> <li>Üretim faaliyetleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sayım, anket, istatistikler</li> </ul>	Yönetmelikle belirlenen aralıkta ve süresince

## XI. UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Madencilik projeleri için yürütülen ÇED sürecinde kümülatif etkilerin incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Halihazırda mevcut bulunan veya planlama aşamasında olan projelerin ortak etkilerinin çevre üzerinde oluşturacağı toplam yük hesaplanmalıdır.

ÇED Raporu, projenin gerçekleştirildiği alan çevresindeki diğer benzer etkilere sahip tesislerin özellikleri ve kapasiteleri dikkate alınarak nihai bir değerlendirme yapılması tavsiye edilmektedir. Gerekli durumlarda, modelleme çalışmaları yürütülerek toplam etki değerlendirilmeli, projenin toplam içindeki payına bakılarak gerekliyse alınması gerekli tedbirler artırılmalıdır.

## XII. KAYNAKLAR

- International Finance Corporation, Environmental, Health, and Safety Guidelines for Mining.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED Rehberi – Ocak İşletmeciliği ve Cevher Hazırlama - Zenginleştirme Tesisleri.
- Sustainable Gold Mining in Europe.
- euromines.org
- BREF for Extractive Waste.
- Hoek, E, Bray, J.W., (1981), Rock Slope Engineering, The Institution of Mining and Metallurgy, London, Third Edition, 358 pages.
- ISEE Blasters' Handbook, (2011), International Society of Explosives Engineers, Stiehr, J.F.(Ed.), Cleveland, Ohio, USA, 18th Edition, 1030 pages.
- Olofsson, S.O., (1991), Applied Explosives Technology for Construction and Mining, Arla, Sweden, 2nd Edition, 304 pages.
- Siskind, D.E., (2000), Vibrations from Blasting, International Society of Explosives Engineers, Cleveland, Ohio, USA, 120 pages.

## XIII. İLETİŞİM BİLGİLERİ

Petrol ve Metalik Madenler Şube Müdürlüğü  
Agrega ve Doğaltaşlar Şube Müdürlüğü  
Endüstriyel Yatırımlar ÇED Dairesi Başkanlığı  
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı – ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9.km No: 278 Çankaya/ANKARA

## XIV. EK-1 PATLATMA KLAVUZU

### XIV.1. Patlayıcı Madde ve Patlatma Tanımları ve Önemi

Maden işyerleri ve yol yapımı vb.her türlü kazı işlerinde iş makinaları ile kayaların parçalanması ve gevşetilmesi teknik ve/veya ekonomik nedenlerle mümkün olamadığında, kaya parçalama işi kimyasal patlayıcı maddeler kullanılarak patlatma yöntemi ile yapılır. Ancak patlatma bir berhava etme, yok etme işi olmayıp kontrollü biçimde gerçekleştirilmesi gerekli, zorunlu ve tehlikeli bir işlemdir.

**Patlayıcı madde veya patlayabilir karışım:** Başlıca hidrojen, oksijen, karbon ve azot (başka elementler de olabilir) elementlerinden oluşmuş kimyasal bir bileşik veya birden fazla bileşiğin karışımı olup; ısı, darbe, şok veya sürtünme ile uyarıldığında(kışkırtıldığında), yüksek hızla reaksiyona girip (bozunup) muazzam miktarlarda şok, ısı ve gaz ürünler ortaya çıkaran maddelerdir. Örneğin bir kg ANFO, patladığında 900 kilokalori ısı ve yaklaşık 970 litre gaz açığa çıkarır. Ağzı sıkılanmış ve deliğe hapsedilmiş olan patlayıcının çıkardığı bu gazlar, atmosfere çıkamaz ve ısı ile genleştiklerinden dolayı patlatma deliği duvarlarına (kayaya) yüksek basınç uygular.

Patlayıcı maddenin kompozisyonuna bağlı olarak salınan ısı nedeniyle delik içi sıcaklığı 4000<sup>0</sup>C'ye ve basınç 100.000 atmosfer değerine ulaşabilir. Patlayıcının patlama sırasında yarattığı şok, patlatma deliğini çevreleyen kayalarda yüksek gerilmeler (2.000 MPa-24.000 MPa'a varan basınçlar) yaratır ve kaya basınç dalgaları ile parçalanır, parçalanmış bölgenin dışında kalan kayada ise çatlaklar oluşur. Gerek patlama ile yaratılan çatlaklara ve gerekse kayanın yapısında bulunan doğal çatlaklara doluşan ve yüksek basınç altında olan gaz ürünler bu çatlakları genişletir ve uzatır. Böylece kaya parçalanır, ötelenir ve gevşer.

Patlayıcı maddelerin patlama hızları, kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak, 1500 m/s (metrebölüsaniye) ile 9000 m/s arasında değişir. Örneğin 89 mm çapındaki deliğe konulmuş ve uygun biçimde yemlenmiş ANFO 3200 m/s hızla patlar. Bir örnek vererek bir delikteki patlamanın süresini açıklayalım. Delik derinliği 11 m, delik ağzı sıkılama boyu 3 m kabul edilirse, bu deliğe 8 m yükseklikte ANFO yerleştirilmiş (şarj edilmiş) olduğu anlaşılır. Bu durumda tüm ANFO'nun patlaması için geçen süre;  $8 \text{ m} / 3200 \text{ m/s} = 1/400 \text{ s}$  (saniye) veya 2,5 ms (milisaniye) olduğu anlaşılır. Bilindiği gibi dünya ve olimpiyat şampiyonu Hussein Bolt 100 m'yi 9 saniye koşmuştur. Buna göre Bolt bir saniyede 11 m koşmaktadır. Oysaki patlayıcı bir saniyede 3200 metre koşmaktadır. Şu halde istem dışı ve kontrolsüz biçimde patlama olması halinde dünyanın en hızlı atleti dahi kaçamaz ve hayatını kaybeder. Patlayıcı maddelerin birinci tehlikesi buradan kaynaklanır.

Patlayıcı maddelerin kompozisyonunda oksijen bulunduğundan, yapısındaki yakıtın (hidrojen ve karbon gibi) yanması/patlama için dışarıdan(atmosferik) oksijen almasına gerek yoktur. Bir başka deyişle, kaza ile (istem dışı biçimde) darbe, ısı vb. etki altında kaldığında kendiliğinden patlar. Çünkü yakıtı da, yakıcısı da içindedir ve patlamak için bir uyarı (bir sebep/bahane) aramaktadır. Bu husus patlayıcı maddelerin tehlikeli madde olmasının ikinci nedenidir. Bu nedenle patlayıcı maddeler, yüklenirken, taşınırken, indirilirken ve depolanırken çok dikkatli olmak ve bu konuda eğitim almak önemlidir.



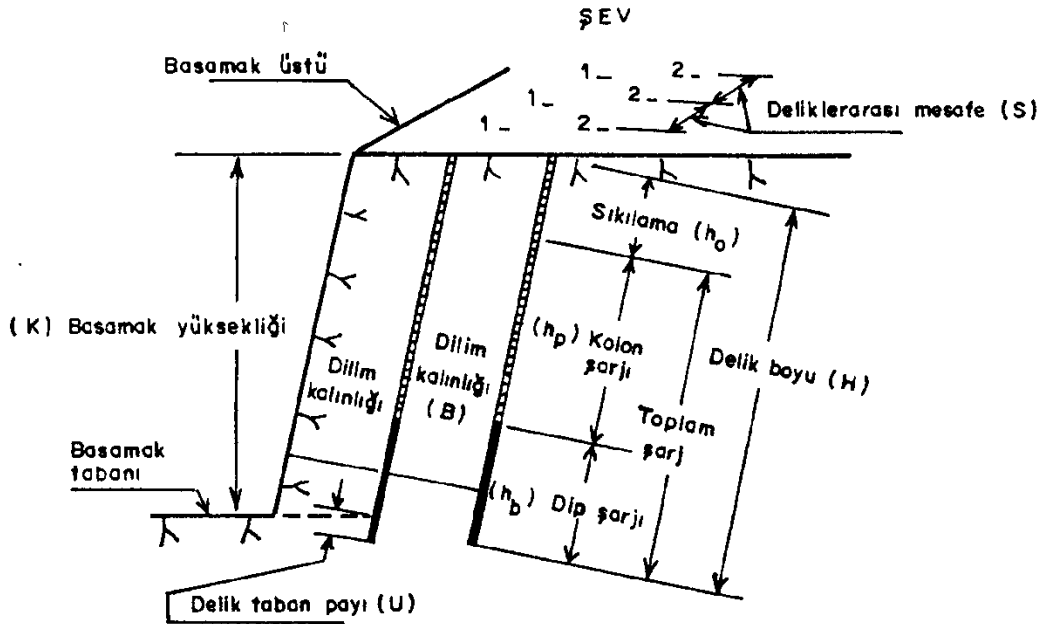
**Patlatma:** kayaları parçalamak için açılmış delikler içine patlayıcı maddelerin hapsedilmek/gömülmek sureti ile ve belirli bir sıra ile ateşlenerek, önceden belirlenmiş miktarda ve sınırları belirli alan içinde bulunan kayaların parçalanması ve kazı sınırları dışında kalan can, mal ve kaya kütlelerine hasar ve zarar verilmemesi anlamını taşır. Bu nedenle patlatma kontrollü olarak yapılması gereken bir işlemdir.

Ne var ki, patlayıcının yetersiz gömülmesi/hapsedilmesi durumunda aşırı taş savrulması, hava şoku ve gürültü sorunlarına yol açılabildiği gibi; yük (delik-ayna) mesafesinin ve/veya delik derinliğinin fazla olması ve bu sebeplerle patlayıcının aşırı gömülmesi veya gecikme başına (anlık) belirli bir miktardan fazla patlatılması halinde yer titreşimi yolu ile yakın çevrede bulunan her türlü yapıda yapısal hasarlar, kişilerde ise rahatsızlık, endişe veya korku yaratabilmektedir. Patlatmanın kontrollü yapılabilmesi için teknik esaslar ve tecrübeye dayalı olarak geliştirilmiş formüller kullanılarak patlatma tasarımı yapılması gerekli ve zorunludur.

Her ÇED raporunda patlatma tasarım bölümü mutlaka bulunmalıdır. Sadece tasarım ile yetinilmeyip, en kötü senaryoya göre, maden ocağından uzaklığı bilinen herhangi bir yerde yaratabileceği yer titreşimi, hava şoku ve taş savrulması kaynak kitaplarda verilen formüller kullanılarak hesaplanmalı ve öngörülmelidir. Böylece patlatma işleminin önceden belirlenmiş uzaklıktaki yapılarda hasar, kişilerde rahatsızlık ve can ve mal güvenliği sorunları yaratıp yaratmayacağı ortaya konulabilecek ve patlatma kaynaklı çevre sorunları oluşup oluşmayacağı, raporu değerlendirecek makam tarafından değerlendirilebilecektir.

#### XIV.2. Açık Ocak Patlatma Terimleri

Açık maden ocakları basamaklar (kademeler) oluşturularak işletilir. Bu nedenle buralarda yapılan patlatmalara basamak patlatması tabir edilir. Basamak patlatması terimleri aşağıda Şekil 1'de açıklanmıştır. Dilim kalınlığı (yük mesafesi) delik ile ayna (basamak ön yüzü) arasındaki mesafedir.



Şekil 1 Basamak patlatması terimleri

### XIV.3. Patlatma Tasarımı (Olofsson Yöntemi)

Patlatma tasarımına, duraylılık (stabilite) analizinin izin verdiği basamak yüksekliği ve delik çapının seçimi ile başlanır, azami yük mesafesi saptandıktan sonra ise diğer parametrelerin hesabı ile devam edilir. Uygulamadan edinilen tecrübeler basamak yüksekliği (K), yük mesafesi (B) ve delik çapı (d) arasında önemli ve hayati oransal ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Bunlar;

$B=25 - 40 d$  (yük mesafesi, delik çapı "d"nin en az 22 katı, en çok 45 katı olmalıdır).

İnç birimi cinsinden delik çapı "d" biliniyorsa, yük mesafesi B metre cinsinden delik çapı kadar alınır ( $B,m=d(\text{inç})$ ).

Yük mesafesi B, basamak yüksekliği K'nin 5'te biri ile 2,5'ta biri arasında değişmelidir ( $B=K/2,5-K/5$ ).

Bu bölümde sadece açık ocak patlatma tasarımı anlatılmıştır. Yeraltı maden galerileri, tünel vb. patlatma tasarım yöntem ve yaklaşımları için "Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi" eğitim notlarından, eğitim programına katılmış kişiler ile eğitim sırasında çözülmüş örnek problemlerden veya kaynak kitaplardan yararlanılabilir.

Açık ocak patlatma tasarımı için çok sayıda kaynak kitap bulunmaktadır. Bu konuda kaynak kitap yazmış bulunan uluslararası ünlü uzmanların kitaplarında verilen formül ve yaklaşımlar ya da Maden Mühendisleri Odası tarafından yayınlanmış "Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı" (2005) Eskikaya, Karpuz, Hindistan, Tamzok (Editörler) TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara isimli kitap Bölüm 5'ten yararlanılabilir. Bu bölümde açık ocak patlatma tasarımı için Olofsson yaklaşım ve formülleri anlatılacak ve bir tasarım örneği verilecektir.

Bu bölümde Olofsson yaklaşımı ve formülleri verilecek olsa da, Ash, Konya, Langefors ve Kihlström, Gustafsson veya başka uluslararası uzmanların açık ocak patlatma tasarım yaklaşım ve formülleri de ÇED raporlarının (veya PTD) patlatma tasarım bölümünün hazırlanmasında kullanılabilir. Başka yaklaşım ve formül kullanıldığı takdirde, formüllerde geçen semboller, bu sembollerin anlamları, yaklaşımın esas aldığı kabuller vb. tüm açıklayıcı notlar ÇED raporunda verilmelidir.

Olofsson esasen Langefors ve Kihlström yaklaşımını kullanmış olup, onların vermiş olduğu temel, ancak biraz karmaşık formülü kolay kullanılabilir ve basit üç ayrı formül haline getirmiştir. Bu basit formülleri, madende kullanılmak üzere seçilen patlayıcı cinsine ve kudretine (enerjisine) göre bir çarpım katsayısı ile seçilen delik çapında o patlayıcının dolum (şarj) yoğunluğunun ( $I_b$ , kg/m) karekökünün çarpımı şeklinde ifade etmiştir. Bu üç formül aşağıda verildiği gibidir ve **azami yük** (delik-ayna) **mesafesi** ( $B_{max}$ ) hesabında kullanılır.

$$\begin{aligned} B_{max} &= 1.47 \sqrt{I_b} && \text{Dynamex M için} \\ B_{max} &= 1.45 \sqrt{I_b} && \text{Emulite 150 için} \\ B_{max} &= 1.36 \sqrt{I_b} && \text{ANFO için.} \end{aligned}$$

İsveç'te üretilen ve nitro-gliserin içeren "Dynamex M" dinamiti ülkemizde MKE tarafından üretilen "jelatin" dinamite benzer ve yakın kudrete (enerjiye) sahip bir patlayıcı maddedir. Emulite 150 ise ülkemizde farklı ticari patlayıcı madde üreticisi şirketler tarafından üretilen yemlemeye duyarlı (kapsüle duyarsız) emülsiyon patlayıcı cinsidir. ANFO ise dünyanın her tarafında aynı kimyasal kompozisyonda

üretilebilen yemlemeye duyarlı (kapsüle duyarsız) standart bir dökme patlayıcı karışımdır. Dolayısı ile bu formüller ülkemizde üretilen patlayıcı cinsleri için de kullanılabilir.

Dynamex M bir tür dinamit olduğundan genellikle yeraltı maden galeri ile tünel patlatmalarında, çapı 50 mm veya daha küçük deliklerde ve çapı 51 mm-102 mm arasında değişen deliklerde yeraltı madeni üretim (pano ya da katarası) patlatmalarında ana patlayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Dynamex M veya onun yerli eşdeğeri **jelatin dinamit** açık ocaklarda ve yerüstü patlatma uygulamalarında genellikle ana patlayıcı madde olarak kullanılmaz, yemleme olarak kullanılır. Benzer biçimde ülkemizde üretilen dinamit eşdeğeri, **kapsüle duyarlı** emülsiyon patlayıcılar da ana patlayıcı madde olarak sadece yeraltı patlatmalarında kullanılır, açık ocaklarda ise yemleme olarak kullanılır.

Buna karşın tüm dünyada olduğu gibi, açık maden ocaklarında ana patlayıcı madde olarak yemlemeye duyarlı (kapsüle duyarsız) dökme patlayıcılardan ANFO **kuru deliklerde**, emülsiyonlar ise **sulu deliklerde** kullanılır. Dolayısı ile yukarıda verilen üç formülden ikinci ve üçüncü formüller açık ocak patlatma tasarımında kullanılabilir.

Olofsson'un söz ettiği bu üç tür patlayıcı maddenin dolum (şarj) yoğunlukları Tablo.1'de verilmiştir.

**Tablo 1** Değişik patlayıcı cinslerinin farklı delik çaplarında dolum (şarj) yoğunlukları, ( $I_b$ , kg/m)

Delik Çapı (mm)	51	64	76	89	102	127	152
ANFO, kg/m	1.6	2.6	3.6	5.0	6.5	10.1	14.5
Emulite 150 ( plastik kartuş kesilip deliğe bırakılan ), kg/m	2.3	3.7	5.0	7.1	9.3	—	—
Dökme emulite, kg/m	2.4	3.9	5.3	7.5	9.9	15.3	21.9
Dynamex M ( Havah şarj makinası veya ROBOT ile deliğe doldurulan ), kg/m	2.6	4.0	5.6	7.8	10.2	—	—

Olofsson'un verdiği üç formülden ikincisi ve üçüncüsünü bir açık ocak basamak patlatma tasarımında azami yük mesafesi belirlemek için örneklendirelim. Madende kullanılacak delik çapı 89 mm ve delikler kuru ise fiyatı daha ucuz olduğundan olağan olarak ANFO ticari isimli patlayıcı madde seçilecektir. Bu durumda dolum yoğunluğu Tablo 1'den 89 mm çap için  $I_b=5.0$  kg/m okunur. Azami yük mesafesi, üç numaralı formüle göre  $B_{max}=1,36 \times \sqrt{5,0} =1,36 \times 2,23=3,04$  m bulunur. Delikler sulu ise, ANFO suya dayanıksız ve suda çözünen bir patlayıcı olduğundan fiyatı daha pahalı olsa da yemlemeye duyarlı emülsiyon kullanılacaktır. Bu durumda Tablo 1'den plastik kartuşu çakı ile kesilip deliğe bırakılan Emülite 150 satırından 89 mm çap için  $I_b=7.1$  kg/m okunur. Azami yük mesafesi, iki numaralı formüle göre  $B_{max}=1,45 \times \sqrt{7,1} =1,45 \times 2,66=3,86$  m hesaplanır.

Olofsson,patlatma tasarım yöntemini bazı kabullere dayandırmıştır. Bu kabuller;

1. Olofsson patlatma deliklerinin Şekil 1'de gösterildiği gibi eğimli delineceği ve delik eğiminin 3:1 olması gerektiğini kabul etmektedir. Bir başka deyişle, delikler düşey 3 birim, yatay 1 birim olmak üzere eğimli delinecektir. Eğer delikler düşey (dik) veya 3:1'den farklı eğimde delinecekse, formülde  $R_1$  düzeltme çarpanı kullanılmasını önermektedir. Olofsson'un verdiği  $R_1$  düzeltme çarpanları farklı eğimler için Tablo 2'de sunulmuştur.

- Olofsson birim hacimdeki kayayı parçalamak için gerekli olan en az birim patlayıcı miktarını kaya sabiti (*rock constant*) olarak adlandırmaktadır. Kaya sabiti esasında bir metreküp kayayı parçalamak için gerekli olan ve ülkemizde yaygın olarak "özümlü şarj" tabir edilen bir parametredir. Olofsson İsveç'teki olağan koşullar için kaya sabitini 0,4 olarak kabul etmektedir. Eğer patlatma tasarımı yapılacak ocakta mevcut olan kaya daha düşük veya daha fazla birim patlayıcı miktarı gerektiriyorsa, bu durumu düzeltmek ve formülde kullanılmak için  $R_2$  düzeltme faktörü kullanılmasını önermekte ve formüle eklemektedir.
- Olofsson'un üçüncü kabulü, verimli bir patlatma için basamak yüksekliği (K), azami yük mesafesinin 2 katına eşit veya 2 katından büyük olmalıdır ( $K \geq 2 \times B_{max}$ ). Bir başka deyişle, azami yük mesafesi basamak yüksekliğinin yarısına eşit veya yarısından az olmalıdır.

**Tablo 2** Farklı delik eğim durumları için  $R_1$  düzeltme faktörleri

Eğim ve Düzeltme Faktörü	DİK Delik	10:1	5:1	3:1	2:1	1:1
$R_1$	0.95	0.96	0.98	1.00	1.03	1.10

**Tablo 3** Farklı kaya sabitleri (katsayıları) için  $R_2$  düzeltme faktörleri

c	0.3	0.4	0.5
$R_2$	1.15	1.00	0.90

Olofsson,  $R_1$  ve  $R_2$  düzeltme faktörlerini Langefors ve Kihlström formülünü basitleştirerek oluşturduğu ilk formüllerine yerleştirdiğinde, azami yük mesafesini hesaplamak için kullanılacak kendi formüllerini aşağıdaki şekilde vermektedir.

$$\begin{aligned} \text{Dynamex M için} & \quad B_{max} = 1.47 \sqrt{l_b} \times R_1 \times R_2 \quad (\text{m}) \\ \text{Emulite 150 için} & \quad B_{max} = 1.45 \sqrt{l_b} \times R_1 \times R_2 \quad (\text{m}) \\ \text{ANFO için} & \quad B_{max} = 1.36 \sqrt{l_b} \times R_1 \times R_2 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

**Yukarıdaki formüllerde:**

$l_b$  = Dolu (şarj) yoğunluğu, kg/m

$R_1$  = Delik eğiminin 3:1'den farklı olması halinde düzeltme faktörü

$R_2$  = Kaya katsayısının 0,4'den farklı olması halinde düzeltme faktörü

Azami yük mesafesi; seçilen delik çapı, delik çapına bağlı olarak delik dolu yoğunluğu ( $l_b$ , kg/m), Tablo 1'den, delik eğimi düzeltme faktörü ( $R_1$ ) Tablo 2'den, 0,4 kg/m<sup>3</sup>'ten farklı kaya sabiti (özümlü şarj) Tablo 3'ten bulunduktan sonra yukarıdaki formüller arasından kullanılan patlayıcı cinsi için verilen formül ile hesaplanır. Azami yük mesafesi ( $B_{max}$ ) hesaplandıktan sonra basamak patlatması tasarımı aşağıda verilen sıra ile devam eder.

**Alt-delme** ya da delik taban payı,  $U=0,3 \times B_{max}$ ,

**Delik derinliği**, (H), deliğin **dik** (düşey) delinmesi halinde basamak yüksekliği (K) ile alt-delme (U) toplamına eşittir,  $H=K+U$ .

Patlatma delikleri eğimli deliniyor ise eğim derecesine bağlı olarak delik derinliği (uzunluğu) artacaktır. Bu durumda delik derinliği (uzunluğu) hesabında K+U toplamının bir katsayı (**k**) ile çarpılması gereklidir. Delik eğimine bağlı olarak "**k**" katsayıları Tablo 4'te sunulmuştur. Bu durumda delik derinliği;

$H = k (K + U)$  formülü ile hesaplanır.

**Tablo 4** Farklı delik eğim durumları için delik boyu hesabında kullanılacak "**k**" düzeltme faktörleri

Eğim ve Açısı	Dik (90°)	10/1 (84°)	5/1 (79°)	4/1 (76°)	3/1 (62°)	2/1 (63°)	1/1 (45°)
k	1.0	1.005	1.02	1.03	1.05	1.12	1.41

İyi ve başarılı bir patlatmanın önkoşulu, delikleri doğru yerde, uygun eğimde ve tasarımda öngörülen yük mesafesi ve delik ara mesafeleri sağlanacak biçimde düzenli delmektir. Bu nedenle delikler delinmeden önce delik yerleri, şerit metre kullanılarak ölçüm yapılmak sureti ile (tercihen sprej boya ile boyanmış işaret taşları veya kazıkları ile işaretlenerek) belirlenmelidir. Buna rağmen uygulamada, delik ağzının işaretlenen yerden 10 cm geride, veya 5 cm önde veya 15 cm yan tarafta delinmesi mümkündür. Buna "**delik ağzı hata payı**" denir. Ayrıca delme esnasında delgi dizisinin, jeolojik sebeple veya operatör hatası nedeniyle sapması, deliğin istenen doğrultuda tam bir doğru çizgi oluşturacak biçimde delinememesi, bir başka deyişle az veya çok "**delik sapması**" oluşması kaçınılmazdır. Bu hataları telafi etmek ve başarılı bir patlatma gerçekleştirmek için "**delme hatası, (E)**" hesabı yapılmalı ve bu "delme hatası" azami yük mesafesinden düşülmelidir. Olofsson tarafından önerilen "delme hatası" formülü aşağıda verilmiştir.

**Delme hatası** aşağıdakilerden oluşur:

\* Delik ağzı (matkap konumlandırma hatası) = d (in mm)

\* Delik sapma hatası = 0.03 m/m

$$E = \frac{d}{1000} + 0.03 \times H \quad (m)$$

**Uygulanacak yük mesafesi hesabı formülü:**  $B = B_{max} - E$

**Delik aralığı (S):**

Aynı sırada bulunan ya da aynı gecikmede patlayacak olan delikler arasında bulunması ve eşit olması gereken uzaklığa delik aralığı denir. İsveç'te uygulanan düzende delik aralığı, uygulama yük mesafesi 1,25 katsayısı ile çarpılarak belirlenir. Bu durumda delik aralığı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

**Delik aralığı, S = 1,25 x B**

**Özgül delme (b):**

Özgül delme, bir metreküp kaya parçalamak için kaç metre delik delinmesi gerektiğini belirler. Daha çok patlatılan birim kaya hacmi başına delik delme maliyetini hesaplamak için kullanılan bir parametredir. Patlatma tasarımı ile ve patlatmanın başarısı ile doğrudan ilişkisi olmayan bir

parametredir. Özgül delme aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$b = \frac{H}{B \times S \times K} \quad (\text{m/cu.m})$$

Yukarıdaki formülde B x S x K çarpımı, metreküp birimi ile ifade edilen ve bir delikten elde edilen kaya hacmini ( $V_d$ ) vermektedir.

Olofsson deliğe patlayıcı maddenin, Şekil 1'de gösterildiği gibi "dip şarjı" ve "kolon şarjı" olarak iki bölüm halinde doldurulmasını (şarj edilmesini) kabul etmektedir. Bunun nedenini, deliğin dip tarafında kayanın daha sıkışık durumda ve parçalanmasının güç olduğu, bu karşın basamak orta ve üst bölümlerindeki kayanın daha serbest ve kolay parçalanabilir olması olarak açıklamaktadır. Bu gerekçe ile dip şarj uzunluğunun aşağıdaki formül ile hesaplanmasını önermektedir.

**Dip şarj uzunluğu:**  $h_b = 1,3 \times B_{\max}$

Bu durumda **dip şarj miktarı:**  $Q_b = I_b \times h_b$  formülü ile hesaplanır.

Olofsson, patlayıcı enerjisinin tümüyle kayaya yönlenebilmesi ve iyi bir parçalanma sağlanması, delik ağzından taş savrulması ve hava şoku oluşmasının önlenmesi için patlatma deliklerinin ağız kesiminin 4 mm-9 mm boyut aralığında kırmataş kullanılarak ve yeterli uzunlukta sıkılanmasını önermektedir. Sıkılama uzunluğunun ( $h_0$ ), uygulama yük mesafesine eşit alınacağını ve  $h_0 = B$  formülü ile hesap edileceğini belirtmektedir.

Basamak orta ve üst bölümlerinde kayanın daha serbest ve kolay parçalanabilir olması gerekçesi ile kolon şarj yoğunluğunun düşük ve dip şarj yoğunluğunun yüzde ellisine eşit (veya %40-%60 x  $I_b$ ) alınmasının yeterli olacağını belirtmektedir. Bu durumda deliğin kolon bölümünde, delik dibine konulan patlayıcı maddeden daha zayıf (daha düşük enerjiye sahip) farklı bir patlayıcı madde kullanılması ya da delik dibine konulan aynı cins patlayıcı madde kolon bölümünde de kullanılacak ise daha az miktarda konulması gerekmektedir. Oysaki ülkemizdeki uygulamada delik dibinde de, kolon bölümünde de aynı cins ve kudrette patlayıcı kullanılmaktadır. Bu konu aşağıda "örnek tasarım"da ele alınacaktır.

Kolon şarj yoğunluğu:  $I_c = \% 40-60 \times I_b$

Kolon şarj yüksekliği:  $h_c = H - h_b - h_0$

Kolon şarjı miktarı:  $Q_c = I_c \times h_c$

Toplam şarj miktarı,  $Q_{\text{top}} = Q_b + Q_c$

Olofsson, birim hacim kaya parçalamak için kullanılan patlayıcı miktarını özgül şarj olarak tanımlamakta ve özgül delmeye benzer biçimde hesaplandığını söylemektedir.

Özgül şarj:  $q = Q_{\text{top}} / B \times S \times K$

Yukarıdaki formülde B x S x K çarpımı, metreküp birimi ile ifade edilen ve bir delikten elde edilen kaya

---

hacmini ( $V_d$ ) vermektedir.

## OLOFSSON FORMÜLLERİ İLE ÖRNEK PATLATMA TASARIMI

### Veriler:

Kaya cinsi:	Kireçtaşı
Basamak yüksekliği, K = 10 m	
Delik çapı :	d = 89 mm
Kaya sabiti :	c = 0,35
Delik eğimi :	5/1
Patlayıcı madde :	ANFO
Delik koşulu :	Kuru

### 1. Azami yük mesafesi, $B_{max} = 1,36 \sqrt{I_b R_1 R_2}$

Tablo 1'den 89 mm çap için ANFO satırından dolun yoğunluğu  $I_b=5,0$  kg/m bulunur. Delik eğimi 5:1 için Tablo 2'den eğim düzeltme faktörü 0,98 olarak okunur. Tablo 3'ten 0,35 kaya sabiti için düzeltme faktörü orantılama yöntemi ile 1,075 olarak bulunur. Bu değerler yukarıda verilen formüle yerleştirilerek  $B_{max} = 1,36 \times \sqrt{5,0 \times 0,98 \times 1,075} = 3,20$  m hesaplanır.

### 2. Alt delme, $U=0,3 \times B_{max} = 0,3 \times 3,20 = 0,96$ m

### 3. Delik Derinliği, $H = k (K + U)$

5/1 delik eğimi için delik boyu hesabında kullanılacak "k" düzeltme faktörü Tablo 4'ten 1,02 olarak okunur ve diğer parametrelerle birlikte formüle yerleştirilir ve 5/1 eğimli delik derinliği (uzunluğu)  $H = 1,02 (10 + 0,96) = 11,18$  m hesaplanır.

### 4. Delme hatası, $E = (d/1000) + 0,03 \times H$

89 mm delik çapı ve 11,18 m delik uzunluğu formüle yerleştirilerek  $E=(89/1000)+0,03 \times 11,18=0,42$  m ( $\approx 0,4$ m) hesaplanır. Bu durumda uygulama yük mesafesi  $B= B_{max}-E = 3,20$  m – 0,40 m = 2,80 m bulunur.

### 5. Uygulama delik aralığı, $S = 1,25 \times B = 1,25 \times 2,80 = 3,50$ m hesaplanır.

### 6. Bir delikten elde edilecek kaya hacmi, $V_d = B \times S \times K$

$V_d = 2,80\text{m} \times 3,5\text{m} \times 10\text{m} = 98$  m<sup>3</sup> hesaplanır.

### 7. Özgül delme, $b = H / B \times S \times K = H/V_d = 11,18$ m / 98 m<sup>3</sup>=0,114 m/m<sup>3</sup> bulunur.

### 8. Dip şarj uzunluğu, $h_b = 1,3 \times B_{max} = 1,3 \times 3,20$ m = 4,16 m hesaplanır.

### 9. Dip şarj miktarı, $Q_b = I_b \times h_b = 5,0$ kg/m x 4,16 m =20,8 kg hesaplanır.

### 10. Sıkılama uzunluğu, $h_0 = B = 2,80$ m bulunur.

### 11. Kolon şarj dolun yoğunluğu, $I_c = \% 40-60 \times I_b$

Olofsson, dip şarj yoğunluğunun yaklaşık %50'sini önermektedir. Buna göre  $I_c = 0,5 \times 5,0 = 2,5$  kg/m olarak hesaplanır. Bununla birlikte ülkemizde, dünyada da olduğu gibi, kolonda da dipte uygulanan patlayıcı cinsi ve dip şarj yoğunluğu uygulanmaktadır. Bu nedenle,  $I_c = I_b = 5,0$  kg/m alalım.

### 12. Kolon şarj yüksekliği, $h_c = H - h_b - h_0 = 11,18 - 4,16 - 2,80 = 4,22$ m bulunur.

### 13. Kolon şarj miktarı, $Q_c = I_c \times h_c = 5,0$ kg/m x 4,22 m = 21,10 kg hesaplanır.



14. **Toplam şarj miktarı,  $Q_{top} = Q_b + Q_c = 20,8 \text{ kg} + 21,10 \text{ kg} = 41,90 \text{ kg}$**  bulunur.

15. **Özgül şarj,  $q = Q_{top} / B \times S \times K$**

$q = Q_{top} / B \times S \times K = Q_{top} / V_d = 41,90 \text{ kg} / 98 \text{ m}^3 = 0,427 \text{ kg/m}^3$  hesaplanır. Bu değer öngörülen kaya sabiti  $0,35 \text{ kg/m}^3$ 'den yüksektir. Aşırı ince parçalanma ve parçalanmış kitlenin fazla ileri hareketine hatta basamak aynasından (ön yüzünden) ocak içine doğru taş savrulması benzeri fazla ötelemeye yol açabilir. Eğer ince parça boyutu isteniyor ve taş savrulması sorunu bulunmuyorsa  $0,427 \text{ kg/m}^3$  değeri kabul edilebilir. Nitekim 15 Eylül 2017 günü Baştaş Çimento fabrikası taş ocağına Bakanlık personeli ile yapılan teknik gezideki patlatma uygulamasında özgül şarj  $0,490 \text{ kg/m}^3$  dolayında saptanmıştır.

Ülkemizdeki kireçtaşları için özgül şarj değerinin  $0,30 - 0,35 \text{ kg/m}^3$  aralığında değiştiği ve makul düzeyde parçalanma için yeterli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle eğer yukarıda hesaplanan  $0,427 \text{ kg/m}^3$  değeri, öngörülen kaya sabiti değeri olan  $0,35$  değerine yaklaştırılmak istenirse, aşağıdaki gibi bir düzeltme yapılabilir.

Düzeltilme için bir delikten alınacak kaya hacmini artırmak, bir başka deyişle uygulama yük mesafesi ve uygulama delik aralığını %7 dolayında artırmak gereklidir. Buna göre  $B = 1,07 \times 2,80 \text{ m} = 3,0 \text{ m}$ ;  $S = 1,25 \times 3,0 \text{ m} = 3,75 \text{ m}$  alınabilir. Bu durumda bir delikten elde edilecek kaya hacmi;

$V_d = B \times S \times K = 3,0 \text{ m} \times 3,75 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 112,5 \text{ m}^3$  hesaplanır. Buna göre özgül şarj hesaplandığında  $q = Q_{top} / V_d = 41,90 \text{ kg} / 112,50 \text{ m}^3 = 0,372 \text{ kg/m}^3$  bulunur. Hesaplanan bu değer öngörülen  $0,35$  kaya sabiti değerine yakın ve makul bir değerdir.

Esasen patlatma tasarımı, aynı maden veya agrega ocağı içerisinde dahi kaya malzemesi ve kaya kitle yapısı az veya çok değişkenlik gösterdiğinden sabit ve değiştirilmez değildir. Bu nedenle patlatma sonuçlarını oluşturan parça boyutu, ötelenme mesafesi, yığın profili vb. açılardan değerlendirmek ve memnun kalınıp kalınmadığı dikkate alınarak, tasarımı deneme yanılma (*trial and error*) yöntemi ile sürekli değiştirmek, geliştirmek ve değişen kaya malzemesi ve kaya yapısı koşullarına uyarlamak gereklidir.

#### XIV.4. Yer Titreşimi Tahmin Formülleri ve Örnek Problem Çözümü

Bu bölüm Uluslararası Patlayıcı Mühendisleri Derneği (International Society of Blasting Engineers) tarafından 18. Basımı yapılmış bulunan Patlatma El Kitabı (Blasters' Handbook) isimli kitaptan yararlanarak hazırlanmıştır. Gerek ABD ve gerekse diğer ülkelerde yapılmış binlerce ölçüm, izleme ve istatistik analiz sonucunda patlatma kaynaklı yer titreşimi tahmin formülünün genel formü sözü edilen Patlatma El Kitabında aşağıda sunulan formül şeklinde verilmektedir.

$$PPV = k (D/\sqrt{W})^{-\beta}$$

Bu formülde;

**PPV** : Tahmin edilecek olan (veya ölçülen) en yüksek (tepe) titreşim seviyesidir. Birimi metrik sistemde mm/s (milimetrebölüsaniye)'dir. PPV kısaltması İngilizce tanım (**PeakParticleVelocity**) sözcüklerinin baş harflerinden oluşmaktadır.

**k** : Patlatma sonucu oluşan ses (sismik) dalgaların inceleme konusu zeminde yayılması ile ilgili bir katsayıdır. Bu katsayı, herhangi bir maden işletmesinde yapılacak çok sayıda (örneğin 20 veya 30 adet) titreşim ölçümü sonucunda ölçülen PPV değeri ile ölçülen mesafe ve uygulamada anlık (gecikme başına) patlayan patlayıcı madde miktarını esas alan istatistik analiz sonucunda, o madendeki zemin

koşulları için geçerli bir katsayı olarak saptanır. İstatistik analiz ile çizilen logaritmik grafikte, saptanan doğrunun y-eksenini kestiği değer “k” katsayısını verir.

**D** : Patlatma noktası ile sözkonusu inceleme noktası (veya ölçüm noktası veya hasar görmesi olası ve incelenen yapı) arasındaki fiziki uzaklık olup, metrik sistemde birimi metre'dir. D sembolü İngilizce tanım (**D**istance) sözcüğünün baş harfidir.

**W** : Patlatma yapılan madende anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde miktarı olup, metrik sistemde birimi kilogram (kg) dır. Formüle yerleştirilirken **karekökü** alınır.W sembolü İngilizce tanım (**W**eight) sözcüğünün baş harfidir.

**β**: İstatistik analiz sonucu saptanan doğrunun eğimidir. Patlatma sonucu oluşan ses (sismik) dalgaların inceleme konusu zeminde sönümlenmesi ile ilgili bir katsayıdır. Bu katsayı, herhangi bir maden işletmesinde yapılacak çok sayıda (örneğin 20 veya 30 adet) titreşim ölçümü sonucunda ölçülen PPV değeri ile ölçülen mesafe ve uygulamada anlık (gecikme başına) patlayan patlayıcı madde miktarını esas alan istatistik analiz sonucunda, o madendeki zemin koşulları için geçerli bir katsayı olarak saptanır.

Ölçekli mesafe (**Scaled D**istance) tanımı, fiziki mesafe (**D**)'nin uygulamada anlık patlatılan miktar (**W**)'in **kareköküne** bölümü ile elde edilir. Kısaca SD (İngilizce tanımının baş harfleri ile) sembolü ile ve aşağıdaki gibi gösterilir.

$$D/\sqrt{W}$$

Bir örnek ile açıklamak gerekirse, uygulamada anlık olarak (gecikme başına) 25 kg patlatılıyor ve patlatma noktası ile inceleme konusu bina arasındaki uzaklık 200 m ise;  $SD = 200/\sqrt{25} = 40$  olarak bulunur.

ABD'nde, şimdi lağvedilmiş olan Birleşik Devletler Maden Genel Müdürlüğü (USBM) ve halen faal olan Açık Ocak Madencilik Rehabilitasyon ve Denetim Ofisi (OSMRE) tarafından yapılan veya yaptırılan veya yararlanılan çok sayıda titreşim ölçüm sonuçlarının analizi sonucunda bazı madencilik türleri ve patlatma yapılan işkollarında geçerli, yer titreşimi tahmin formülleri Blasters' Handbook isimli kitapta verilmiş olup; aşağıda Tablo 5'te sunulmuştur. Burada verilen formüller **metrik** ölçü sistemi için geçerlidir. Çünkü formüllerde yer alan “k” ve “β” katsayıları metrik sisteme göre uyarlanmıştır.

Bazı örnekler vererek Tablo 5'te sunulan eşitliklerin, yer titreşim hızı tahmini için kullanımını açıklayalım. Patlatma yeri ile inceleme altındaki bir bina arasındaki fiziki uzaklığı  $D=100$  m alalım. Anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde miktarını  $W=38$  kg kabul edelim. Bu durumda ölçekli mesafe,  $SD = 100 \text{ m} / \sqrt{38 \text{ kg}} = 16,2221$  olacaktır.

Bu patlatmanın **herhangi bir yerde** yapıldığı varsayılır ise, Tablo 5 ilk satırında yer alan “Genel” formül kullanılacaktır. Bu formül  $PPV = 1140 \times SD^{-1,6}$  şeklindedir.  $k=1140$ ,  $\beta=-1,6$ 'dır. SD, k ve β değerleri formüle yerleştirildiğinde  $PPV = 1140 \times (16,2221)^{-1,6} = 13,20$  mm/s bulunur. Oluşan sismik dalgaların hakim (baskın) frekansı, mesafenin kısa (100 m) ve zeminin sert, sağlam kaya olması durumunda, 4 Hz (Hertz) veya daha yüksek oluşması halinde ülkemiz yönetmeliği 19 mm/s titreşim hızına izin verdiğinden ve hesaplama öngörülen (veya ölçülen) değer 13,20 mm/s; yönetmelikte aşılmaması istenilen değerden düşük olduğundan binada hasar oluşmayacaktır tahmininde bulunulur.

Bu patlatmanın herhangi bir yerde değil de bir baraj inşaatı (otayol veya bina temel kazısı inşaatı)

işyerinde yapıldığı ve titreşim hızının en yüksek değerinin ne olabileceği sorusuna cevap arandığında Tablo 5, 3. Satırda verilen  $PPV = 1730 \times SD^{-1,6}$  formülü kullanılacaktır. Bu durumda, değerler formüle yerleştirildiğinde  $PPV = 1730 \times (16,2221)^{-1,6} = 20,04$  mm/s bulunur. Bu değer yönetmeliğin izin verdiği 19 mm/s değerinden yüksek olduğundan bina da sıva çatlağı gibi kozmetik (görünüm bozucu) ve eşik düzeyde bir hasar oluşabileceği anlaşılır. Bu eşik (kozmetik) hasar tehlikesi giderilmek istenirse anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı miktarını düşürmek gerekir. Patlatma yerinden 100 m uzaklıkta bulunan bina içindeki kişilerin rahatsız olmaması için ABD Federal Tüzüğü günde bir patlatma yapılıyor ise 12,70 mm/s; günde iki ile oniki adet arasında patlatma yapılıyor ise 6,35 mm/s titreşim hızının bina zemininde aşılmaması şartını koymuştur. Patlatma sırasında kişilerin rahatsız olmaması için aşılmaması gereken titreşim hızı  $PPV=12,70$  mm/s, patlatma yeri ile bina arasındaki uzaklık  $D=100$  m alınırsa, aşağıda verilen formül ile anlık patlatılabilecek güvenli patlayıcı miktarını bulmak mümkündür.

$$W = \left[ \frac{D}{\left( \left( \frac{PPV}{1730} \right)^{1/-1,6} \right)} \right]^2$$

$D=100$  m uzaklık ve aşılmaması gereken  $PPV=12,70$  mm/s değerlerini formüle yerleştirdiğimizde

$$W = \left[ \frac{100}{\left( \left( \frac{12,70}{1730} \right)^{1/-1,6} \right)} \right]^2 = 21,48 \text{ kg bulunur}$$

Bir başka deyişle, anlık patlatılan miktar 21 kg'ı aşmadığı takdirde 12,70 mm/s hız sınırı aşılmaz.

**Tablo 5** Farklı madencilik türleri ve patlatma yapılan işkolları için geçerli titreşim tahmin formülleri

PATLATMA TÜRÜ	METRİK FORMÜL, mm/sec	GÜVENİRLİK DERESESİ	KAYNAK
Genel	$P = 1140 \times SD^{-1,6}$	En iyi uyum (%50 güvenilirlik)	Dupont
İnşaat	$P = 173 \times SD^{-1,6}$	Alt sınır eşitliği (%50'den az güvenilirlik)	Oriard
İnşaat	$P = 1730 \times SD^{-1,6}$	Üst sınır eşitliği %95 güvenilirlik)	Oriard (2005)
İnşaat	$P = 4320 \times SD^{-1,6}$	Üst sınır- yüksek hapsedme/patlayıcı fazla gömülmüş (%95 güvenilirlik)	Oriard (2005)
İnşaat	$P = 53 \times SD^{-1,09}$	En iyi uyum (%50 güvenilirlik)	USBM RI 8507
Taş ocağı	$P = 1090 \times SD^{-1,82}$	En iyi uyum (%50 güvenilirlik)	USBM Bülten 656
Kömür madeni	$P = 905 \times SD^{-1,52}$	En iyi uyum (%50 güvenilirlik)	USBM RI 8507
Kömür madeni	$P = 3330 \times SD^{-1,52}$	Üst sınır eşitliği (%95 güvenilirlik)	USBM RI 8507
Kömür (düşük frekanslı sahalar)	$P = 1252 \times SD^{-1,31}$	En iyi uyum (%50 güvenilirlik)	USBM RI 9226

Başka bir patlatmanın düşük frekansa sahip dalgaların olduğu bir kömür madeninde yapıldığını, anlık patlatılacak miktarın  $W=100$  kg ve patlatma yapılacak yer ile en yakın köy evi arasındaki fiziki

uzaklığın 800 m olduğunu kabul edelim. Bu durumda ölçekli mesafe  $SD = 800 / \sqrt{100} = 80$  hesap edilir. Düşük frekanslı sismik dalgalar için Tablo 5 son satırındaki formül kullanılacaktır. Değerleri formüle yerleştirdiğimizde  $PPV = 1252 \times (80)^{-1.31} = 4,02$  mm/s bulunur. Ülkemiz yönetmeliği 1 Hz frekansa sahip dalgalar için 5 mm/s titreşim hızının aşılması şartını getirdiğinden ve hesaplanan 4,02 mm/s değeri yönetmeliğin izin verdiği değerden düşük olduğundan köydeki binada eşik düzeyde hasar oluşmayacağı anlaşılır.

04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmış ve halen yürürlükte olan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" Madde.25 aşağıda aynen verilmiştir.

"Yapılarda çevresel titreşim kriterleri

MADDE 25 – (1) Çeşitli titreşim kaynaklarının neden olacağı çevresel titreşimin kontrol altına alınmasına ilişkin esaslar aşağıda belirtilmiştir:

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki çok hassas kullanımlarda oluşturduğu zemin titreşim seviyesi bu Yönetmeliğin ekindeki Ek-VII'de yer alan Tablo-6'da verilen sınır değerleri aşamaz."

Yönetmelik Ek-VII'de yer verilen Tablo-6 aşağıda sunulmuştur.

"Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri

Titreşim Frekansı(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)"

Tablo-6'nın altında sözel olarak ifade edilen logaritmik grafik çizilmiş ve Tablo-6'da verilen frekanslar dışındaki değişik sismik dalga frekansları için yer titreşim hızı tepe (en yüksek) değerinin kaç mm/s değerini aşmaması gerektiği hesaplanmış ve Tablo 7'de sunulmuştur.

Elbette Tablo'7'ye göre değerlendirme yapabilmek için, inceleme konusu maden işletmesinde titreşim ölçümü yapılmış, sismik dalgalar kaydedilmiş ve incelenmiş, sismik dalganın hakim (baskın) frekansı tespit edilmiş olması gerekir.

"Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" Madde 25 sadece hassas kullanımlardan söz etmekte ve bunlar için aşılması gereken üst sınır değerleri vermektedir. Hassas kullanımlar; konut, okul, hastahane, kütüphane, ibadethane vb. yapılarıdır. Ancak yönetmelik, bina içinde bulunan kişilerin titreşimden rahatsız olmaması için üst sınır değer vermemektedir. Bu konuda ABD Federal Tüzüğünde günde bir patlatma yapılması halinde izin verilen 12,70 mm/s ve günde iki ile oniki adet arasında patlatma yapılması durumunda izin verilen 6,35 mm/s üst sınır değerlerinin aşılması şartları, kişilerin rahatsız olmaması için ölçüt (kistas) olarak ülkemizde de kullanılması

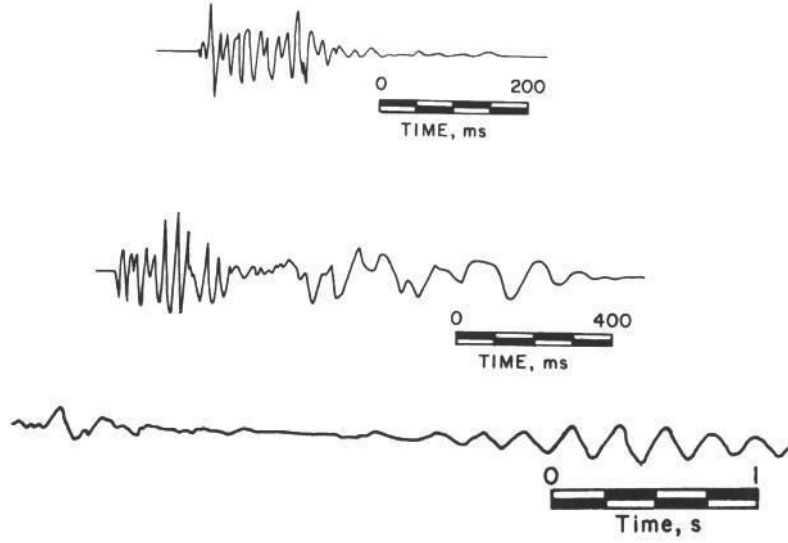
önerilir.

Patlatma sonucu oluşan tipik sismik dalga formu örnekleri Şekil 2'de verilmiştir (Siskind, 2000). Bir doğal taş (agrega) ocağında yapılan bir patlatmanın kaydı örnek olarak Şekil 3'te; bu ocak patlatmaları için hesaplanmış ölçekli mesafe değerleri ve ölçülen titreşim hızı değerlerini dikkate alarak çizilen ve bu sahada titreşim dalgalarının sönümlenme formülünü veren logaritmik grafik Şekil 4'te sunulmuştur.

**Tablo 7** Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek-VII, Tablo-6 altında yer verilen sözel ifade uyarınca hesaplanmış ve Tablo-6'da belirtilenden farklı dalga frekansları için izin verilen (aşılmaması gereken) üst sınır zemin titreşim hızları

Sismik Dalga Hakim Frekansı, Hz	Bina Zemininde İzin Verilen Yer Titreşim Hızı, mm/s
1,0	5,00
1,5	6,95
2,0	9,35
2,5	11,60
3,0	13,86
3,5	16,40
4-10	19,00
12	24,10
14	26,00
16	29,85
18	32,35
20	35,05
25	42,90
30 – 100	50,00

CHAPTER 5: VIBRATION AMPLITUDE AND FREQUENCY VERSUS DISTANCE



**FIGURE 2.** Vibration waveforms from a construction blast at 75 ft, a coal mine blast at 2,290 ft, and a low-frequency coal mine at 7,520 ft (top to bottom). The construction blast is above 40 Hz. The middle record has both high and low frequencies, and the long-duration bottom record is dominated by a low-frequency surface wave of about 4 Hz.

**Şekil 2** Üstte inşaat patlatması, ortada 698 m ve altta 2292 m mesafelerde bir yerüstü kömür ocağında kaydedilmiş dalga formları (Siskind, 2000)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi



Event Report

Date/Time Vert at 17:27:29 August 2, 2017  
Trigger Source Geo: 0.508 mm/s  
Range Geo: 31.75 mm/s  
Record Time 2.0 sec at 1024 sps  
Job Number: 1

Serial Number BE21287 V 10.72-1.1 Minimate Blaster  
Battery Level 5.9 Volts  
Unit Calibration November 29, 2016 by InstanTEL  
File Name W287H088.HT0

Notes

Location:  
Client:  
User Name:  
General:

Post Event Notes

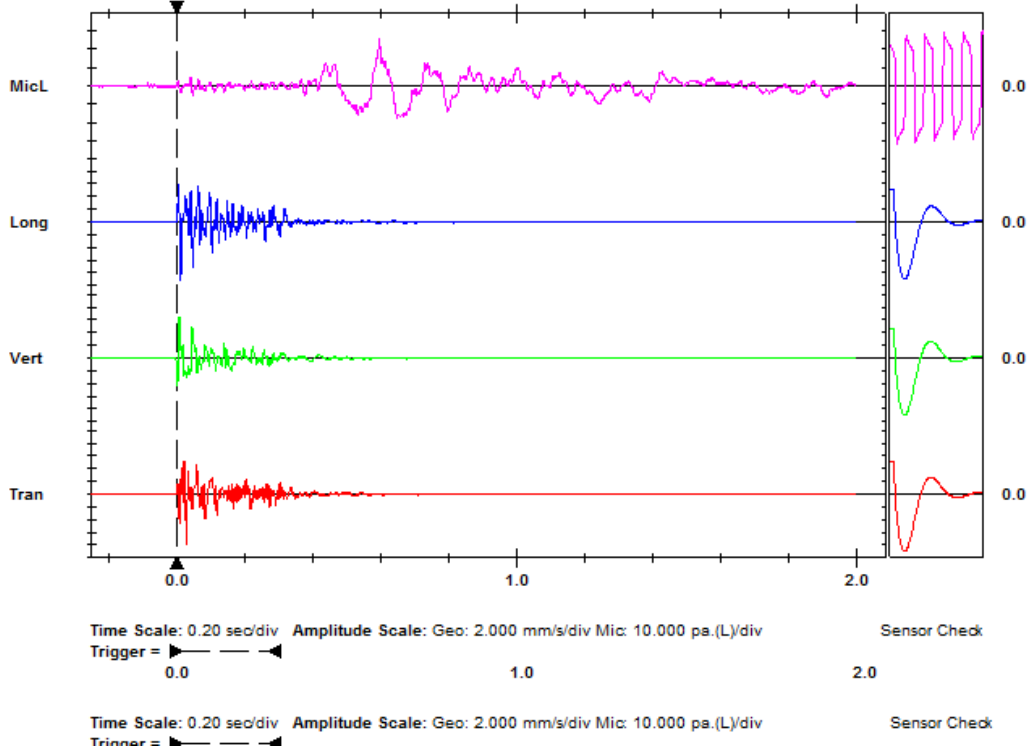
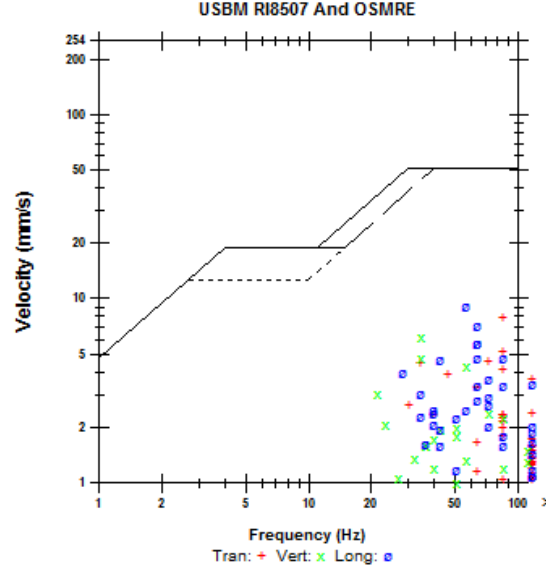
Doğal mağaraya 167,01 m yatay uzaklıkta, 31,50 kg/gecikme  
patlayıcı patlatıldığında; mağara ağzında alınan titreşim kaydı

Extended Notes

Microphone Linear Weighting  
PSPL 122.1 dB(L) at 0.597 sec  
ZC Freq 8.3 Hz  
Channel Test Passed (Freq = 20.1 Hz Amp = 458 mv)

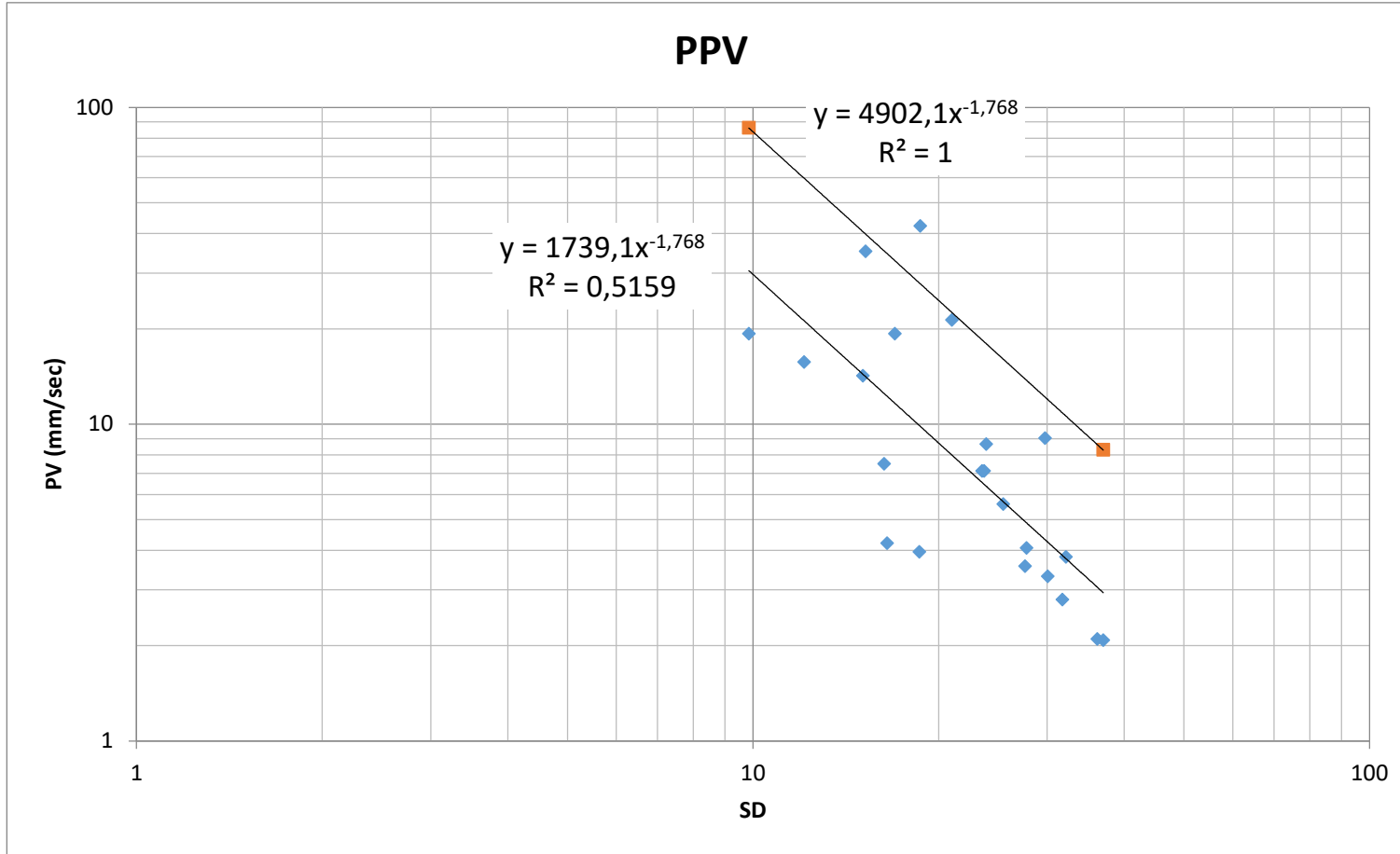
	Tran	Vert	Long	
PPV	7.922	6.255	9.033	mm/s
ZC Freq	85	34	57	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.030	0.009	0.013	sec
Peak Acceleration	0.373	0.323	0.411	g
Peak Displacement	0.015	0.024	0.023	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.4	7.5	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.7	3.6	3.9	

Peak Vector Sum 9.430 mm/s at 0.013 sec



Şekil 3 Bir doğaltaş (agrega) ocağında doğal mağara ağzına 167,01 m uzaklıkta, 31,50 kg/gecikme  
anlı patlayıcı patlatıldığında mağara ağzı zemininde alınmış titreşim ve gürültü kaydı





**Şekil 4** Bir doğaltaş (agrega) ocağında 31.07.2017 ile 04.08.2017 günleri arasında yapılmış 6 adet patlatmada kaydedilmiş 22 adet titreşim verisi kullanılarak çizilen logaritmik grafik ve  $PPV=4902,1xSD^{-1,768}$  biçiminde saptanmış %95 güvenilir sönümlenme formülü

#### XIV.5. Hava Şoku Tahmin Formülleri ve Örnek Problem Çözümü

Patlatma sonucu oluşan ve atmosferde ilerleyen basınç (ses) dalgaları normal hava basıncından daha yüksek basınç oluşturur, bu nedenle hava şoku (*air-blast*) olarak adlandırılır. Havada oluşan basınç dalgaları havada önce bir sıkıştırma (pozitif basınç) oluşturur, bunu bir çekme (negatif basınç) etkisi takip eder. Hava adeta bir akordiyon (müzik aleti) gibi sıkıştırılıp, çekiştirilir.

Bu bölüm Uluslararası Patlayıcı Mühendisleri Derneği (International Society of Blasting Engineers) tarafından 18. Basımı yapılmış bulunan Patlatma El Kitabı (Blasters' Handbook) isimli kitaptan yararlanarak hazırlanmıştır. Gerek ABD ve gerekse diğer ülkelerde yapılmış binlerce ölçüm, izleme ve istatistik sonucunda patlatma kaynaklı hava şoku tahmin formülünün genel formu aşağıda sunulan formül şeklinde verilmektedir.

$$P = k (D/W^{1/3})^{-\beta}$$

Bu formülde;

**P** : Tahmin edilecek olan (veya ölçülen) en yüksek (tepe) hava şoku (hava basıncı) seviyesidir. Hava şoku (ya da hava yüksek basıncı), bir basınç birimi olan **Paskal** (sembolü, **Pa** veya **N/m<sup>2</sup>**), veya diğer basınç birimleri olan **milibar** (sembolü, **mb**) veya libre/inçkare (**psi**) ile ifade edilir. P kısaltması İngilizce tanım (**P**ressure) sözcüğünün baş harfinden oluşmaktadır.

Patlatma kaynaklı yüksek hava basıncı; **ses eşdeğeri** olarak **desibel** birimi ve **dB** sembolü ile de ifade edilebilir. Ses eşdeğeri **desibel** cinsinden, patlatma sırasında ölçülmüş yüksek basınç, P'nin, patlatma öncesinde ölçülmüş normal hava basıncı, P<sub>0</sub>'a, oranının logaritmasının 20 ile çarpımı şeklinde ve aşağıda sunulan formül ile hesaplanabilir.

$$P_s = 20 \times \log \left( \frac{P}{P_0} \right)$$

Milibar cinsinden ölçülmüş hava şoku değerini desibele çevirmek için **SPL<sub>dB</sub>=20 x Log P<sub>mb</sub> + 134,1** Paskal cinsinden ölçülmüş hava şoku değerini desibele çevirmek için **SPL<sub>dB</sub>=20 x Log P<sub>N/m<sup>2</sup></sub> + 94** formüllerinden yararlanılabilir (Siskind, 2000). Esasen patlatma titreşimleri ve hava şokunu ölçmek için özel tasarlanmış ve üretilmiş cihazlar, kullanıcının isteği doğrultusunda hava şoku yüksek basıncını doğrudan ya **Pa** veya **dB** cinsinden verirler. Kullanıcıya sadece cihazın sorduğu seçeneği seçmek kalır. Örneğin sayfa 58'de sunulan kayıta "tepe ses basıncı düzeyi" (PSPL) 122,1 desibel (dB) olarak ölçülmüş bulunmaktadır. Bu bakımdan patlatma uygulamaları için özel olarak tasarlanmamış cihaz kullanılmaması önerilir.

**k** : Patlatma sonucu oluşan sonik basınç dalgalarının inceleme konusu yerde havada (atmosferde) yayılması ile ilgili bir katsayıdır. Bu katsayı, herhangi bir maden işletmesinde yapılacak çok sayıda (örneğin 20 veya 30 adet) hava şoku ölçümü sonucunda ölçülen P değeri ile ölçülen mesafe ve uygulamada anlık (gecikme başına) patlayan patlayıcı madde miktarını (küp kök ölçekli mesafeyi) esas alan istatistik analiz sonucunda çizilen logaritmik grafik ile o madendeki patlatma ve hava koşulları için geçerli bir katsayı olarak saptanır. İstatistik analiz ile çizilen logaritmik grafikte saptanan doğrunun y-eksenini kestiği değer "**k**" katsayısını verir.

**D** : Patlatma noktası ile sözkonusu inceleme noktası (veya ölçüm noktası veya cam kırılması biçiminde veya siva çatlağı vb. biçimde hasar görmesi olası yapı) arasındaki fiziki uzaklık olup, metrik sistemde birimi **metre (m)**'dir. **D** sembolü İngilizce tanım (**D**istance) sözcüğünün baş harfidir.

**W** : Patlatma yapılan madende anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde miktarı olup, metrik sistemde birimi **kilogram (kg)** dir. Formüle yerleştirilirken **küpkökü** alınır. **W** sembolü İngilizce tanım (**Weight**) sözcüğünün baş harfidir.

**β**: İstatistik analiz sonucu saptanan doğrunun eğimidir. Patlatma sonucu oluşan ses dalgalarının (ses dalgalarının) inceleme konusu ocak atmosferinde sönümlenmesi ile ilgili bir katsayıdır. Bu katsayı, herhangi bir maden işletmesinde yapılacak patlatmalar sırasında çok sayıda (örneğin 20 veya 30 adet) ölçülen basınç (P) değerleri ile ölçülen mesafe ve uygulamada anlık (gecikme başına) patlayan patlayıcı madde miktarını esas alarak hesaplanan ölçekli mesafe değerleri arasında gerçekleştirilen istatistik analiz sonucunda, o madendeki patlatma ve hava koşulları için geçerli bir katsayı olarak saptanır.

Ölçekli mesafe (**Scaled Distance, SD**) tanımı, fiziki mesafe (**D**)'nin uygulamada anlık patlatılan miktar (**W**)'in **küpköküne** bölümü ile elde edilir. Kısaca **SD** (İngilizce tanımının baş harfleri ile) sembolü ile ve aşağıdaki gibi gösterilir.

$$D/W^{1/3}$$

Dikkat edilirse; titreşim hesabında anlık miktarın (W) karekökü, **hava şoku** hesabında ise **küpkökü** alınmaktadır. Bu husus önemlidir ve dikkat edilmelidir.

Bir örnek ile açıklamak gerekirse, uygulamada anlık olarak (gecikme başına) 25 kg patlatılıyor ve patlatma noktası ile inceleme konusu yer arasındaki uzaklık 200 m ise;  $200/25^{0,3333} = 68,40$  olarak bulunur.

### **Ağırlık Ölçekleri**

Patlatma sırasında oluşan hava şoku ve ses dalgalarının ikisi de basınç olarak ölçülüyor ve desibel birimi ile ifade edilebiliyorsa da frekansları farklıdır (Blasters Handbook, sayfa 584). **Ses** basıncı **dalgalarının** frekansı 20 Hz (Hertz) ile 20000 Hz arasında değişmekte olup, **işitilebilir** sınıftadır. Ancak **hava şoku** dalgalarının frekansları 20 Hz'den düşük olduğundan **işitilemez** sınıftadır. Buna (kişiler tarafından duyulamamasına) rağmen hava şoku dalgalarının basınç seviyesi yüksek olduğu takdirde işitme kayıplarına, bina camlarının kırılmasına sebep olabileğinden tehlikelidir.

İşitilebilir ses, gürültü olarak da adlandırılır ve ölçümleri genellikle standart ses düzeyi ölçüm cihazları ile yapılır ki, bu cihazların içerisinde filtreler (ağırlık ölçekleri) vardır. Bu filtreler ölçülen gerçek basınç değerini insan kulağının duyma aralığına (20 Hz-20000 Hz) uyarlar ve bu nedenle düşük frekanslı hava sarsıntısını ölçmek için tasarlanmış patlatma sismografları veya manometreler ile aynı veriyi sağlamaz, hava basıncını olduğundan daha düşük gösterir.

Yüksek frekanslı ve insanlar tarafından işitilebilir sesler **gürültü** olarak adlandırılır ki, genellikle farklı ağırlık ölçeklerine karşılık gelen **dB(A)**, bazen **dB(B)** veya **dB(C)** ölçeği ile verilir. Buna karşın patlatma kaynaklı hava basıncı doğrusal (L, Linear) **dB(L)** ölçeği ile ifade edilir. Bu doğrusal sistemler patlatma kaynaklı düşük frekanslı enerji seviyelerini daha uygun, kayıpsız ve doğru ölçer.

Anlam kargaşasını önlemek için, patlatma kaynaklı düşük frekanslı yüksek hava basıncı **desibel ile değil**, doğrusal birimler Paskal (**Pa**), milibar (**mb**) veya libre/inçkare (**psi**) ile ifade edilir. Oysaki, toplum gürültü standartları (**A**) ağırlıklı gürültü seviyesi için geliştirilmiştir, öyle ifade edilir ve

patlatmalardan kaynaklanan yüksek hava basıncına uygulanmaz (Blasters Handbook, sayfa 584). Çünkü A ağırlıklı filtre içeren cihazlar düşük frekanslarda sağlıklı basınç ölçüm değeri vermez. Nitekim **Şekil 3**'te verilen titreşim ve hava şoku kaydında yer alan dalgalardan en üstte ve **MicL** yazısı sağında yer alan pembe renkli dalga hava şoku dalgası olup frekansının düşük olduğu, titreşim dalgaları ile kıyaslandığında kolayca anlaşılır. Hava şoku dalgasının sıfır (referans) çizgisini kestiği noktadaki frekansı 8,3 Hz'tir (Şekil 3). **Şekil 3**'te yer alan bir hava şoku dalgası ile üç titreşim dalgasının hakim frekans analizi **Şekil 5**'te verilmiştir. **Şekil 5**'in alt tarafında yer alan pembe renkli dalga üzerine cihazın otomatik olarak yazdığı "**MicL Dominant Frequency = 7,25 Hz**" yazısı dikkate alındığında hava şoku dalgasının hakim frekansının A ağırlıklı ölçüm yapan cihazların ölçüm alt sınırı olan 20 Hz değerinden çok düşük olduğu ve frekansı 7,25 Hz olan hava şoku basıncını A ağırlıklı cihazların doğru ölçemeyeceği anlaşılacaktır.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği EK-I'de "Gürültü Göstergeleri" başlığı altında öncelikle göstergeler tanımlanmış ve açıklanmıştır. Örneğin Lgündüz TS 9798 (ISO 1996-2)'de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses ortalaması olup, yılın gündüz sürelerinin tamamına göre belirlenir denilmektedir. Oysaki patlatma gürültüsü uzun dönemli olmayan anlık bir gürültüdür. Bu nedenle A ağırlıklı uzun dönem ses ortalamasının kullanılması, yukarıda izah edilen nedenle maddi olarak imkansızdır. Yönetmelik EK-I'in "1.2 ilave gürültü göstergeleri" başlıklı bölümünde; "Bazı hallerde ilave olarak özel gürültü göstergeleri kullanılması yararlı olabilir" denilerek, ilave gürültü göstergelerine bazı örnekler verilmiştir. Verilen bu örnekler arasında;

- İncelenmekte olan gürültü kaynağı, ilgili zaman süresinin sadece çok kısa bir bölümünde faaliyet gösterirse, örneğin bir yılın gündüz süreleri toplamının % 20'sinden daha az olursa denilmekte,
- Gürültü yaratan olay sayısının çok düşük olması, örneğin gürültü yaratan olay sayısının saatte birden daha az olması, gürültü yaratan bir olayın beş dakikadan daha kısa bir süre içinde sona eren gürültü olması denilmekte ve buna örnek olarak geçen bir uçak veya trenin gürültüsü verilmektedir. Patlatma gürültüsü de bunlar gibi anlık bir olaydır.
- Gürültünün düşük frekanslı içeriğinin güçlü olması,

durumları bulunmakta olup, tamamen patlatma gürültüsü olayını kapsamakta ve tanımlamaktadır. Bu nedenle bu klavuzda; patlatma gürültüsünün düşük frekans içeriğinin güçlü olması, patlatma gürültüsünün bir kaç saniye (beş dakikadan çok daha kısa süre) içinde sona ermesi ve yönetmelikte tanımlanan 12 saatlik toplam gündüz süresi içinde % 20'den daha az süreli olması dikkate alınarak, gürültü değerlendirmesinde L cetvelinin ve ABD Tüzüğünde verilen sınır değerlerin esas alınması bilimsel ve teknik esaslara ve yönetmeliğe uygun bulunmuş ve önerilmektedir.

ABD Federal Tüzüğü Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8** ABD Federal Tüzüğünde cihazın düşük frekansları ölçme kabiliyetine bağlı olarak izin verilen en yüksek gürültü düzeyleri

Ölçüm sisteminin düşük frekans limiti (Hz)	Azami gürültü seviyesi (dB)
2 Hz veya daha düşük	En yüksek 133
6 Hz'den düşük (2 Hz'e kadar)	En yüksek 129

Diğer taraftan L ağırlıklı olarak ölçülen patlatma kaynaklı hava şoku hangi düzeye ulaştığında ne tür

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

etkiler yarattığı da literatürde verilmekte (Hoek ve Bray, 1981) olup, Şekil 6'da sunulmuştur.



### FFT Report

Date/Time Vert at 17:27:29 August 2, 2017  
Trigger Source Geo: 0.508 mm/s  
Range Geo: 31.75 mm/s  
Record Time 2.0 sec at 1024 sps  
Job Number: 1

Serial Number BE21287 V 10.72-1.1 Minimate Blaster  
Battery Level 5.9 Volts  
Unit Calibration November 29, 2016 by InstanTEL  
File Name W287H088.HT0

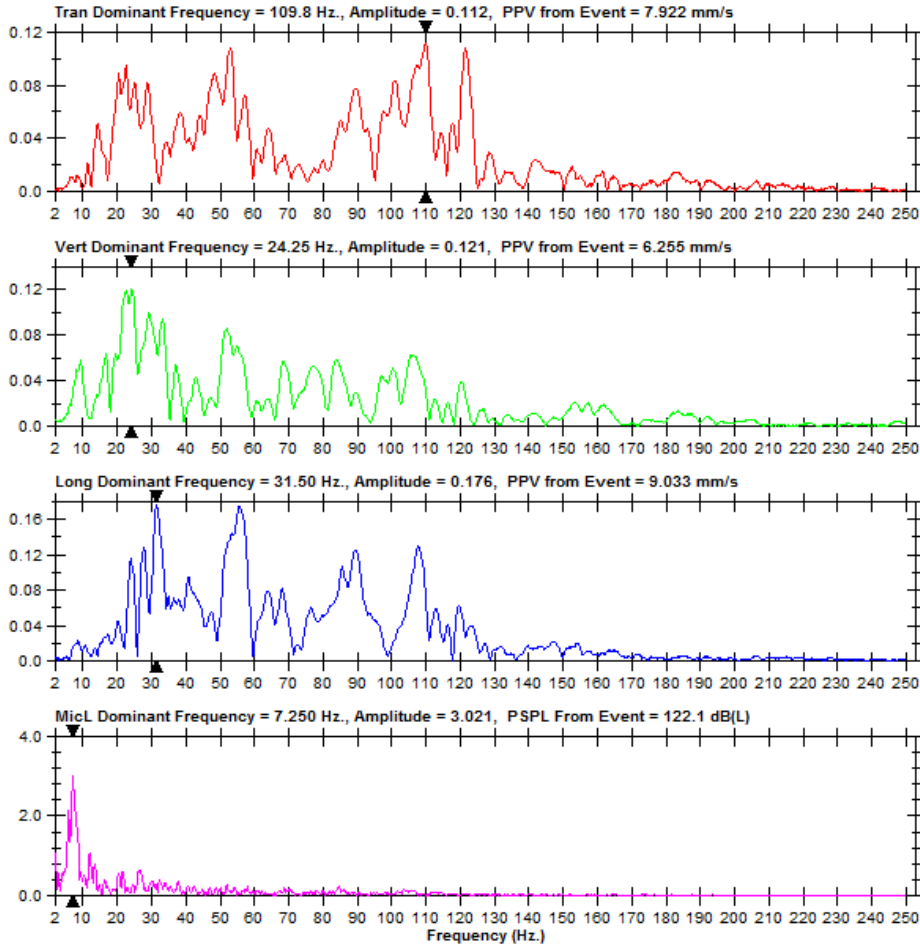
#### Notes

Location:  
Client:  
User Name:  
General:

#### Extended Notes

#### Post Event Notes

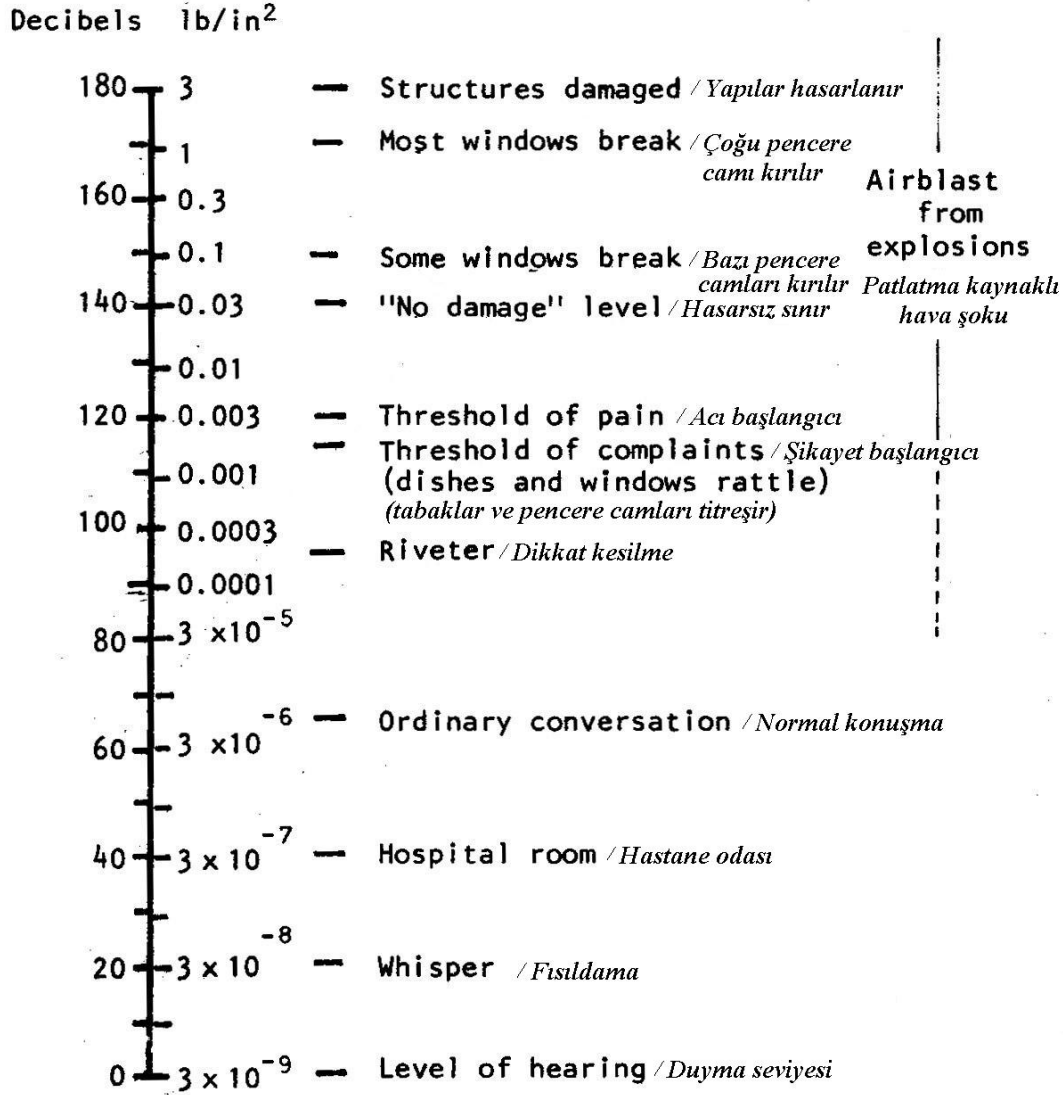
Doğal mağaraya 167,01 m yatay uzaklıkta, 31,50 kg/gecikme patlayıcı patlatıldığında; mağara ağzında kaydedilen sismik dalgaların hakim frekansı



Printed: September 22, 2017 (V 10.72 - 10.72)

Format © 1995-2014 Xmark Corporation

Şekil 5 Sayfa 58'de verilen titreşim ve hava şoku kaydında yer alan dalgaların hakim frekans değerleri



Şekil 6 Gürültünün (ses dalgalarının) farklı seviyelerine insanların ve yapıların tepkileri (Hoek ve Bray,1981)

Şekil 6'da görüldüğü üzere L ağırlıklı ölçülmüş hava şoku 97 dB değerine ulaştığında insanların dikkatini çekmeye başlamakta, 117 dB değerine yükseldiğinde bazı hassas kişilerin şikâyet etmeye başladıkları anlaşılmaktadır.

ABD Federal Tüzük'ünde ölçüm cihazının frekans ölçme kabiliyetine bağlı olarak izin verilen 129 dB veya 133 dB hava şoku seviyelerinde binalarda herhangi bir hasar ve cam kırılması oluşmamaktadır. 140 dB değeri hasarsızlık sınırı olarak kabul edilmektedir. Hava şoku 148 dB değerine ulaştığında bazı pencere camlarının kırıldığı görülmektedir (Şekil 6).

Hava şoku 170 dB değerine yükseldiği takdirde pencere camlarının çoğu kırılmakta, 180 dB hava şoku

düzeyinde bina sıvalarında çatlaklar ve dökülmeler şeklinde izlenen yapısal hasarlar oluşmaktadır. Hava şoku tahmininde kullanılan formüller Blasters' Handbook isimli kitapta verilmiş olup; aşağıda Tablo 9'da sunulmuştur. Burada verilen formüller **metrik** ölçü sistemi için geçerlidir. Çünkü formüllerde yer alan "k" ve "β" katsayıları metrik sisteme göre uyarlanmıştır.

**Tablo 9** Farklı madencilik türleri ve patlatma yapılan işkolları için geçerli titreşim tahmin formülleri

PATLATMA TÜRÜ	METRİK FORMÜL, mbar	GÜVENİRLİK DERECESESİ	KAYNAK
Açıkta Patlama (Hapsedilmemiş)	$P = 3589 \times SD^{-1.38}$	En iyi uyum	Perkins
Kömür Madeni (ArakesmePatl)	$P = 2596 \times SD^{-1.62}$	En iyi uyum	USBM RI 8485
Kömür Madeni (Şev öteleme patlatması)	$P = 5.37 \times SD^{-0.79}$	En iyi uyum	USBM RI 8485
Taşocağı basamak patlatması	$P = 37.1 \times SD^{-0.97}$	En iyi uyum	USBM RI 8485
Metal Madeni	$P = 14.3 \times SD^{-0.71}$	En iyi uyum	USBM RI 8485
İnşaat (ortalama)	$P = 24.8 \times SD^{-1.1}$	En iyi uyum	Oriard (2005)
İnşaat (iyi hapsedilmiş)	$P = 2.48 \times SD^{-1.1}$	En iyi uyum	Oriard (2005)
Gömülü (Tam hapsetme)	$P = 1.73 \times SD^{-0.96}$	En iyi uyum	USBM RI 8485

Bazı örnekler vererek Tablo 9'da sunulan formüllerin hava şoku tahmini için kullanımını açıklayalım. Patlatma yeri ile inceleme altındaki bir bina arasındaki fiziki uzaklığı  $D=200$  m alalım. Anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde miktarını  $W=27$  kg kabul edelim. Bu durumda ölçekli mesafe,  $SD = 200 / 27^{0.3333} = 200/3=66,6740$  olacaktır.

Anlık (gecikme başına) 27 kg patlayıcı madde delik içine yerleştirilmeyip zemin üzerinde açıkta patlatıldığı takdirde Tablo 9 ilk satırında verilen  $P=3589 \times SD^{-1.38}$  formülü kullanılacak ve 200 m uzaklıktaki binada 10,91 milibar basınç oluşturacağı hesaplanacaktır (Tablo 10). Bu değer Siskind (2000)'in verdiği formül ile desibel'e çevrildiğinde 154,85 dB hava basıncı oluşacağı anlaşılır (Tablo 10). Şekil 6 dikkate alındığında binanın tüm veya çoğu camlarının kırılacağı anlaşılacaktır.

Anlık 27 kg patlayıcı madde bir doğaltaş (agrega) ocağında delik içine yerleştirilip patlatıldığı takdirde Tablo 9 dördüncü satırında verilen  $P=37,1 \times SD^{-0.97}$  formülü kullanılacak ve 200 m uzaklıktaki binada 0,631 milibar basınç oluşturacağı hesaplanacaktır (Tablo 10). Bu değer Siskind (2000)'in verdiği formül ile desibel'e çevrildiğinde 130,10 dB hava basıncı oluşacağı anlaşılır (Tablo 10). Şekil 6 ve Tablo 8 dikkate alındığında 130,10 dB değerinin ABD Federal Tüzük'ünde, 2 Hz'den daha düşük frekansları ölçebilen cihaz bulunduğu ve doğru ölçüm yapıldığı takdirde izin verilen 133 dB sınır değeri aşmadığı anlaşılacaktır.

Anlık 27 kg patlayıcı madde bir metal maden ocağında delik içine yerleştirilip patlatıldığı takdirde Tablo 9 beşinci satırında verilen  $P=14,3 \times SD^{-0.71}$  formülü kullanılacak ve 200 m uzaklıktaki binada 0,725



Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

milibar basınç oluşturacağı hesaplanacaktır (Tablo 10). Bu değer Siskind (2000)'in verdiği formül ile desibel'e çevrildiğinde 131,30 dB hava basıncı oluşacağı anlaşılır (Tablo 10). Şekil 6 ve Tablo 8 dikkate alındığında 131,30 dB değerinin ABD Federal Tüzük'ünde, 2 Hz'den daha düşük frekansları ölçebilen cihaz bulunduğu ve doğru ölçüm yapıldığı takdirde izin verilen 133 dB sınır değeri aşmadığı anlaşılabacaktır.

**Tablo 10** Farklı madencilik türleri, patlatma yapılan işkolları ve açıkta patlama durumları için örnek hava şoku hesapları

PATLATMA TÜRÜ	METRİK FORMÜL, mbar	HESAPLANAN P (mbar)	HESAPLANAN P (dB)
Açıkta Patlama (Hapsedilmemiş)	$P = 3589 \times SD^{-1.38}$	10,91	154,85
Kömür Madeni (ArakesmePatl)	$P = 2596 \times SD^{-1.62}$	2,88	143,28
Kömür Madeni (Şev öteleme patlatması)	$P = 5.37 \times SD^{-0.79}$	0,195	119,90
Taşocağı basamak patl.	$P = 37.1 \times SD^{-0.97}$	0,631	130,10
Metal Madeni	$P = 14.3 \times SD^{-0.71}$	0,725	131,30
İnşaat (ortalama)	$P = 24.8 \times SD^{-1.1}$	0,244	121,85
İnşaat (iyi hapsedilmiş)	$P = 2.48 \times SD^{-1.1}$	0,024	101,70
Gömülü (Tam hapsedme)	$P = 1.73 \times SD^{-0.96}$	0,031	103,93

Patlayıcı madde kaya kitlesi içine ne kadar az gömülür, hapsedilirse hava şoku da o denli yüksek oluşur. Aksine patlayıcı madde kaya kitlesi içinde gereğince gömüldüğü takdirde hava şoku makul ve kabul edilebilir düzeyde olur. Bu nedenle patlatma tasarımı iyi yapılmalıdır. Tasarımın iyi yapılması tek başına yeterli değildir, uygulama tasarım doğrultusunda yapılırsa yüksek hava şokunu önlemek mümkün olur.

Yüksek hava şoku oluşumunu önlemek için açık ocak patlatma tasarımında yük mesafesi delik çapının 25 katından az, 40 katından fazla olmamalıdır. Delik ağzında yük mesafesine eşit uzunlukta sıkılama uygulanmalı ve sıkılama malzemesi kırmataş olmalıdır. 102 mm delik çapına kadar 3 mm - 9 mm boyutta kırmataş, daha büyük delik çaplarında 5 mm – 25 mm boyutta kırmataş uygulanmalıdır. Delik makinasının delerken çıkardığı ve çoğunluğu toz ya da birkaç mm ebadında olan kırıntılar kesinlikle sıkılama malzemesi olarak kullanılmamalıdır.

Yüksek hava şoku oluşmasının diğer nedenleri, patlatılacak basamaktaki kaya kitlesinde kil damarları, açık eklemler, ezik zonlar veya başka zayıf tabakalar, küçük mağaralar gibi zayıflıkların bulunmasıdır. Bu nedenle tasarım ne kadar iyi yapılmış olursa olsun uygulamaya da özen gösterilmeli, zayıflık zonlarının bulunduğu basamak kesimlerinde delikler özenli delinmeli, patlayıcı madde miktarı azaltılmalı, kademeli şarj uygulaması yapılmalı ve diğer tedbirler alınmalıdır.

#### XIV.6. Taş Savrulması Formülleri ve Örnek Problem Çözümü

Taş savrulması da, hava şoku sorunu gibi, patlayıcının kaya kitlesi içine yeterince gömülmemesi, hapsedilmemesi durumunda meydana gelir. Yeterince hapsedilmeyen patlayıcı maddenin reaksiyon sırasında açığa çıkardığı yüksek basınç altındaki gazların, yük mesafesinin yetersiz (delik çapının 20 katından az) olması halinde aynadan (basamak önyüzünden) veya sıkılama uzunluğunun yük mesafesinin özellikle %80'inden az olması veya sıkılama malzemesinin tozlu, birkaç mm çapında küçük boyutlu veya ıslak malzeme olması gibi durumlarda delik ağzından püskürmesi sırasında söktüğü veya beraberinde taşıdığı kaya parçalarından oluşur. Bu nedenle patlayıcının yeterince gömülmesi taş savrulmasını önlemenin önkoşuludur.

Patlayıcı madde kaya kitlesi içine yeterince gömülüp hapsedildiğinde kesinlikle taş savrulması meydana gelmez. Buna rağmen kişileri, makineleri ve çevrede bulunan binaları korumak ve hiçbir risk üstlenmemek için patlatma öncesinde kişilerin dışına çıkarılacağı (uzaklaştırılacağı) bir güvenlik ya da koruma bölgesi oluşturulmasına ihtiyaç duyulur. Örneğin kaya kitlesi içinde fark edilemeyen bir jeolojik zayıflık düzlemi veya mağara benzeri boşluk bulunması halinde en kötü senaryo gerçekleşebilir ve taş savrulması oluşabilir. En kötü senaryonun gerçekleşmesi halinde dahi eğer kişiler ve makineler asgari güvenlik bölgesi dışına çıkartılmışsa hiçbir can ve mal güvenliği sorunu oluşmaz. Bu nedenle asgari güvenlik mesafesi (yarıçapı) hesap edilir.

Literatürde sık kullanılan basit bir formül Lundberg ve arkadaşları tarafından 1975 yılında geliştirilmiş olup, bu formülün orijinal hali aşağıda verilmiştir.

$$L_{\max}=260 d^{2/3}$$

Bu formülde;

$L_{\max}$  = en kötü durumda taşların savrulabileceği uzaklık olup metre birimi ile ifade edilir.

d=delik çapı olup, Lundborg formülüne (imperial ölçü birimi) **inç** birimi ile yerleştirilir.

**Örnek Problem-1:** d= 3,5 inç (89 mm) ise  $L_{\max}=260 d^{2/3} = 260.(3,5)^{0,667}=260 \times 2,30=599,6 \text{ m} \approx 600 \text{ m}$  bulunur. Ancak incelediğimiz bazı ÇED raporlarında ya bilmezlikten ya da bilerek delik çapı metre birimi ile formüle yerleştirilmekte ve örneğin  $L_{\max}=260 d^{2/3} = 260.(0,089)^{0,667}=260 \times 0,20=51,8 \text{ m} \approx 52 \text{ m}$  olarak hesap edilmektedir. Bu kesinlikle kabul edilebilir değildir.

Blasters' Handbook isimli kitabın 387. sayfasında Lundborg ve arkadaşlarının formülü metrik sisteme uyarlanmış hali ile  $L_{\max}=30 d^{0,667}$  şeklinde verilmiş olup bu formülde delik çapı d **milimetre** olarak alınmaktadır.

**Örnek Problem-2:** d= 89 mm ise  $L_{\max}=30 d^{0,667} = 30.(89)^{0,667}=30 \times 19,96=598,91 \text{ m} \approx 600 \text{ m}$  hesaplanmaktadır.

Şu halde delik çapını **milimetre** birimi ile esas alan ÇED raporlarında uygulanacak Lundborg formülü  $L_{\max}=30 d^{0,667}$  şeklinde alınmalıdır.

**Örnek Problem-3:** Bilindiği gibi 1 inç=25,4 mm, 4 inç=4 x 25,4=101,6 mm'dir.

Delik çapı 4 inç alınırsa,  $L_{\max}=260 d^{2/3} = 260.(4)^{0,667}=260 \times 2,52=655 \text{ m}$  bulunur.

Delik çapı 101,6 mm alınır,  $L_{max}=30 d^{0,667} = 30.(101,6)^{0,667}=30 \times 21,807=654,21$  m hesaplanır.  
Krater patlatmaları tasarlayıp uygulayarak, bir başka deyişle patlayıcı maddeyi farklı derinliklerde gömerek patlayıcı miktarına da bağlı olarak taş savrulması oluşturma veya oluşturmama amaçlı test patlatmaları yapan Chiepetta ve arkadaşları “ölçekli gömme derinliği” kavramını geliştirilmiştir. Bu kavram azami taş savrulma mesafesi hesabı için ikinci bir yöntem oluşturulması olanağı vermiştir.

**Ölçekli gömme derinliği (SDOB<sub>m</sub>) formülü (Metrik sistem):**

$$SDOB_m = \frac{l_s + 0.0005 \times m \times d}{0.00923 \times (m \times d^3 \times \rho_e)^{0.333}}$$

Bu formülde;

SDOB<sub>m</sub> = metrik sistemde gömme derinliği, birimi (m/kg<sup>0.333</sup>),

l<sub>s</sub> = sıkılama uzunluğu, birimi (m),

d = delik çapı, birimi (mm),

m = katkıda bulunan patlayıcı kolon (şarj) uzunluğu, (aşağıdaki eşitliğe bkz)

ρ<sub>e</sub> = patlayıcı yoğunluğu, birimi (g/cm<sup>3</sup>)

**NOT:**

“m” ‘nin azami değeri, delik çapı 100 mm’den (4 inç’ten) küçük olduğunda 8’dir.

“m” ‘nin azami değeri, delik çapı 100 mm’den (4 inç’ten) büyük veya eşit olduğunda 10’dur.

$$m_m = \frac{1000 \times l_c}{d}$$

Bu formülde;

m<sub>m</sub> = katkıda bulunan patlayıcı kolon (şarj) uzunluğu (delik çapı cinsinden),

l<sub>c</sub> = patlayıcı kolon (şarj) uzunluğu, birimi (m),

d = delik çapı, birimi (mm)

**Azami taş savrulması mesafesi formülü (Metrik sistem):**

$$L_{max} = 11 \times (SDOB_m)^{-2,167} \times d^{0,667}$$

**Örnek Problem-4:**

127 mm çapındaki patlatma deliği içindeki patlayıcı kolonunun (şarjın) uzunluğu 9,10 m, delik ağız sıkılama uzunluğu 2,4 m ve deliğe konulan emülsiyon tipi patlayıcı maddenin yoğunluğu 1,2 g/cm<sup>3</sup> ise, azami taş savrulması mesafesini bulunuz.

Şarj boyu/delik çapı oranı = 9100 mm / 127 mm = 71,65 olup 10’dan büyüktür. (Dikkat: formülle hesap yapıldığında da; m<sub>m</sub>=(1000x9,10)/127=71,65 bulunur).

Bir başka deyişle şarj uzunluğu delik çapının 10 katından büyüktür ve delik çapı 100 mm’den büyüktür. Bu nedenle m=10’dur.

Metrik sistemde ölçekli gömme derinliği hesabı:

$$SDOB_m = \frac{2,4 + 0.0005 \times 10 \times 127}{0.00923 \times (10 \times 127^3 \times 1,2)^{0.333}} = 1,14$$

Azami taş savrulması mesafesi hesabı:

$$L_{max} = 11 \times (1,14)^{-2,167} \times 127^{0,667} = 209,56 \text{ m} \approx 210 \text{ m}$$

Test edilmiş krater patlatması deneylere dayanan ve McKenzie tarafından önerilip Blasters' Handbook kitabında yer alan "ölçekli gömme derinliği" kavramına dayalı azami taş savrulma mesafesi hesabı da güvenilir bir yöntemdir.

Buna rağmen aynı problemi bir kez de Lundborg formülü ile çözersek;

$$\text{Delik çapı 5 inç alınacağından, } L_{max} = 260 d^{2/3} = 260 \cdot (5)^{0,667} = 260 \times 2,9256 = 760,65 \text{ m bulunur.}$$

### **Sonuç ve kanaat:**

Farklı yaklaşım ve farklı formüller kullanıldığında farklı güvenlik uzaklıkları hesaplanabilir. Ancak bu hesaplar en kötü senaryo halinde hiçbir kimsenin canına veya hiçbir mala zarar gelmemesi için bir tür tedbir mesafesidir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi, hesap sonucu 210 metre çıktığı için mutlaka 210 m uzaklığa veya hesap sonucu 760 m çıktığı için 760 m mesafeye taş savrulacaktır anlamı çıkmaz. Yük mesafesini (delik dibi ile basamak önyüzünün dibi arası) delik çapının 22 katından az, 45 (tercihen 40 katından) katından çok uygulamamak, sıkılama uzunluğunu mutlaka yük mesafesine eşit uygulamak, sıkılama malzemesi olarak agrega (kırmataş) kullanmak ve delikler delinmeden önce aynada (basamak ön yüzünde) jeolojik arıza, açık eklem, kil damarı, kırık ve ezik zon bulunup bulunmadığını kontrol etmek ve jeolojik arıza varsa arızalı kesimde bulunan delik veya deliklere olağandan daha az patlayıcı madde yerleştirmek, deliği/delikleri kademeli şarj etmek (arıza olan kesimi ara-sıkılama ile geçmek, bu kesime patlayıcı koymamak, patlayıcı konulan her kademeyi ayrı yemlemek) veya arızalı çıkan deliği iptal etmek gibi gerekli önlemler alındığı takdirde uzak mesafelere taş savrulmaz. Yukarıda sözü edilen önlemler alındığı takdirde patlatma sırasında parçalanmış kayaların fırlayabileceği olağan mesafe, basamak yüksekliğinin azami 4 katı kadar olur. Bir örnek vermek gerekirse, basamak yüksekliği 10 m olması durumunda taşların savrulabileceği azami uzaklık 40 m kadar olur.

Yukarıda 127 mm (5 inç) delik çapı için Örnek Problem-4, "ölçekli gömme derinliği" formülü ile çözüldüğünde azami taş savrulma mesafesi 210 m, Lundborg (1975) formülü ile çözüldüğünde 760 m çıkmaktadır. Burada "bu formüllerden hangisi kullanılmalıdır" sorusu akla gelebilir ve öneri istenebilir. Bilindiği gibi patlatmanın olumsuz çevresel etkileri tasarımın doğru yapılmasına bağlı olduğu kadar doğru uygulanması, bir başka deyişle tasarım ve uygulama parametreleri ile de ilgilidir. Lundborg gözlemler yaparak, patlatma ve uygulama parametrelerinin çoğunluğunu dikkate almadan, formülünü bu parametrelerden sadece delik çapına bağlı olarak geliştirmiştir. Ölçekli gömme derinliği formülü tasarım ve uygulama parametrelerinden delik çapının yanısıra sıkılama uzunluğu, şarj (patlayıcı) kolonu uzunluğu, sıkılama uzunluğunun delik çapına oranı ile patlayıcı madde yoğunluğunu dikkate almaktadır. Ayrıca, "ölçekli gömme derinliği" formülü krater patlatması (delik ağzından püskürme) deneyleri yapılarak geliştirilmiş olup, tasarım ve uygulama parametrelerinin çoğunluğunu dikkate almaktadır. Bu nedenle azami taş savrulması mesafesi hesabında "ölçekli gömme derinliği"

formülünün yeterli olduğu değerlendirilmekte ve bu formülün kullanılması önerilmektedir.