



Sivil amaçlı kullanılan patlayıcı maddelerin karakteristikleri, çevresel etkileri ve önlemler

Characteristics of explosives used for civilian purposes, their effects on the environment and measures

Mehmet Gümüşçü¹, Ayşe Cebe¹, Abdullah Erdinç², Sinan Uyanık¹

¹Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

²Şanlıurfa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Şanlıurfa

MAKALE BİLGİSİ

Geliş Tarihi: 27 Mart 2015
Revizyon Tarihi: 08 Mayıs 2015
Kabul Tarihi: 13 Ekim 2016
Elektronik Yayın Tarihi: 23 Kasım 2016
Basım: 23 Aralık 2016

Ö Z E T

Sivil amaçlı kullanılan patlayıcı maddeler, gelişmekte olan ülkemizin madencilik, inşaat, sulama projelerinin kısa sürede gerçekleşmeleri için gerekli olan maddelerdir. Bu makalede sivil amaçlı kullanılan patlayıcı maddeler tanıtılmakta ve kullanılmaları esnasında ortaya çıkabilecek çevresel sorunlar ortaya konulmaktadır. Patlayıcı maddelerin kullanılmasında ortaya çıkabilecek sorunlar; patlatma esnasında taş savrulması, hava şoku ve gürültü, yer sarsıntısı (vibrasyon) ve toz emisyonu olarak sınıflandırılabilir. Belirtilen bu çevresel sorunların minimize edilebilmesi için alınması gerekli önlemler de bu makalede belirtilmektedir.

Anahtar sözcükler: Sivil patlayıcı maddeler, Çevresel etkiler, Önlemler

A B S T R A C T

Explosives for civil use are substances required for the realization of mining, construction, irrigation projects in our developing country in a short time. In this paper, explosives for civil use are introduced and environmental problems which may arise during their use are revealed. Environmental problems during the use of explosives can be classified as; flying stones, air shock and noise, ground shaking (vibration) and dust emission during the explosion. To minimize these environmental problems mentioned, measures required to be taken are stated in this paper.

Keywords: Civilian explosives, Environmental effects, Measures

1. Giriş

Ani bir kimyasal reaksiyon sonucu gaz haline gelen, bu reaksiyon suretiyle büyük oranlarda tahribata yol açabilen kimyasal madde ve bileşikler patlayıcı madde olarak tanımlanmıştır. Kimyasal reaksiyonun olması için bir ateşleme düzeneği veya başlatıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. İnşaat, madencilik, petrol arama faaliyetlerinin hızlı, verimli ve ekonomik yapılabilmesi için sivil amaçlı kullanılan patlayıcı maddeler büyük önem arz etmektedir. Sivil amaçlı kullanılan patlayıcı maddelerin depolanması, taşınması ve patlatma amaçlı sahada kullanılması

esnasında; deneyimli, yetkili ve eğitimli personel harici kullanımı, yaralanmalı ve ölümlü kazalara yol açabilir. Bu maddelerin depolanması, nakli, kullanılması ve imhası esnasında, 87/12028 sayılı “Tekel dışı bırakılan patlayıcı maddelerle av malzemesi ve benzerlerinin üretimi, ithali, taşınması, saklanması, depolanması, satışı, kullanılması, yok edilmesi, denetlenmesi usul ve esaslarına ilişkin tüzük” hükümlerine uyulmalıdır. Güvenlik amaçlı bu tüzük, tüm gereklilikleri belirlemekte olup bu çalışma, çevresel etkiler açısından alınması gereken önlemleri ortaya koymaktadır.

2. Patlayıcı Madde Cinsleri ve Özellikleri

Sivil amaçlı patlayıcı maddeler ülkemizde aşağıdaki projeler için kullanılmaktadır.

- Sert kayaçların patlatılması projeleri,
- Ulaşım projeleri,
- Su yapıları projeleri,
- HES projeleri,
- Taşocağı projeleri,
- Tünel ve kanal projeleri,
- Petrol arama projeleri.

Bu amaçlarla kullanılan patlayıcı maddeler ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

2.1. Yemlemeye Duyarlı Patlayıcılar

Bu tür patlayıcılar kapsülle direkt patlatılamaz. Patlatılabilmeleri için kapsüle duyarlı bir patlayıcı ile yemlenmesi gerekir. Bu kapsamdaki patlayıcılar iki türdür.

- ANFO
- Emülsiyon ANFO

2.1.1. ANFO

Ağırlıkça %5,7 oranında Fuel- Oil'in ve %94,3 oranında gözenekli granüler amonyum nitratın en etkili ve dengeli biçimde birleştirilmesi ve homojen biçimde karıştırılması suretiyle elde edilir (Şekil 1). Günümüzde motorin, Fuel-Oil'e alternatif olarak kullanılmaktadır.

ANFO, bünyesinde nitrogliserin ile nitroglikol içeren patlayıcılara göre sürtünme ve darbeye karşı çok daha duysız ve güvenli olma özelliği taşır. Bünyesinde nit-



Şekil 1. ANFO.

rogliserin bulundurmadığından stoklama veya kullanım sırasında ciddi sağlık sorunları oluşturmaz.

ANFO, dinamit emülsiyonda olduğu gibi kapsüle duyarlı patlayıcılarla ateşlenir. En efektif ateşlemenin elde edilebilmesi için delik çapına en yakın kapsüle duyarlı patlayıcının kullanılması gerekir. Dahası, kullanılan kapsüle duyarlı patlayıcının boyunun çapına oranla 5 katı olması durumunda patlatma performansı artar.

Suya dirençli bir patlayıcı madde olmayan ANFO'nun özellikle nemi düşük ortamlarda kullanılması tavsiye edilir. Susuz veya nemsiz deliklerde dinamitle birlikte de kullanılabilir.

Kullanım Alanları

- HES projelerinde,
- Cevher hazırlama tesislerinde,
- Kanal patlatmalarında,
- Ulaşım projelerinde,
- Madencilikte kullanılır.

Avantajları

- İş güvenliği sağlar.
- Maliyeti düşüktür.
- Hazırlanan deliklere kolayca doldurulur.
- Dış etkenlerden (darbe) etkilenmez.
- İyi malzeme çikartır.
- Ciddi sağlık sorunları oluşturmaz.

2.1.2. Emülsiyon ANFO

ANFO ve emülsiyonun karışımıyla üretilen bir patlayıcı olup neme dirençlidir (Şekil 2). Yemlemeye duyarlı patlayıcı teknolojisindeki en gelişmiş üründür. Jelimsi ve neme dirençli bir yapıya sahiptir. Bu özelliğiyle sulu deliklerde ekonomik olarak çok iyi performans sağlar. Delik çapına ve kayaç koşullarına uygun olarak belirlenen patlayıcılar, dinamit gibi kapsüle duyarlı patlayıcılarla ateşlenir. Deliklere doldurulması esnasında dinamitlerin yandan çizilmesi durumunda patlayıcı delik içine yayılır ve patlatma performansı artar.

Emülsiyon ANFO' lar, standart PE ambalajda, tek taraflı klipslenmiş kartuşlar şeklinde üretilir. Kartuş boyutlarının istenilen şekilde, ihtiyaca göre üretimi yapılır.

Kullanım Alanları

Sert kayalar, madenleri ve deliklerinde su bulunan taş ocaklarını patlatmak için kullanılır.

Avantajları

- Neme dirençlidir.
- Kristallenme yapmaz.
- Granül ANFO ile beraber kullanılır.
- Güvenilirdir.
- Kolay kullanımlıdır.

2.2. Kapsüle Duyarlı Patlayıcılar

2.2.1. Dinamit (Emülsiyon Dinamit)

Emülsiyon bazlı patlayıcılar, kapsüle duyarlıdır ve tünel, yeraltı ve yerüstü madencilik çalışmaları için tasarlanmıştır. Bu patlayıcılar ANFO ve yemlemeye duyarlı patlayıcılar için eşsiz bir yemlemedir. Bünyesinde nitrogliserin ya da nitroglükol içeren maddeler bulundurmaz ve jelatinit patlayıcılara göre daha güvenlidir. Aynı zamanda neme dirençli bir patlayıcıdır (Şekil 3). Nitrogliserin bazlı patlayıcılarla eşdeğer detonasyon ve performans özelliği göstermekle birlikte iş güvenliği de sağlar.

Emülsiyon bazlı patlayıcıların bünyesinde nitrogliserin ya da nitroglükol bulunmadığından stoklama veya kullanım sırasında ciddi sağlık problemlerine neden olmaz. Bütün çaplardaki kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcıların kullanılmasında özellikle elektrik kapsül kullanımını tavsiye edilir.

Kullanım Alanları

- ANFO' nun yemlenmesinde,
- Dekapaj çalışmalarında,
- HES projelerinde,
- Cevher hazırlama tesislerinde,
- Kanal patlatmalarında,
- Ulaşım projelerinde,



Şekil 2. Emülsiyon anfo.

- Madencilikte ve
- Özel patlatma uygulamalarında, dip ve kolon şarjında esas patlayıcı olarak yaygın biçimde kullanılır.

Avantajları

- Neme ve aşınmalara dirençlidir.
- Yüksek derecede mukavemetiyle komşu patlatma deliklerinin ateşlenmesinde oluşabilecek dinamik basınç ile duyarsızlaşmaya karşı çok dayanıklıdır.
- Granül ANFO ile beraber kullanılabilir.
- Güvenilirdir.
- Kolay kullanımlıdır.

2.2.2. Sismik Dinamit

Sismik patlatmalar için üretilmiştir. Emülsiyon bir patlayıcı olup plastik kartuşta yeni nesil kapsüle duyarlıdır (Şekil 4A,B). Normal kullanımda nitrogliserin bazlı patlayıcılara göre; sürtünmeye, mekanik darbelere ve şoka karşı daha güvenilir olma özelliği taşır. Dahası, sismik dinamitler neme de dirençlidir. Birbirine monte edilebilen ve birbiriyle eşlenebilen plastik kartuşlar şeklindedir. Özel sismik kapsüllerle kullanıldığında etkili sonuçlar verir.

Ateşleme ve Uygulama

Standart ebatlarda ve plastik eşlenebilir kartuşlarla üretilir. Sahip olduğu kapsül haznesi ile, kapsül bu kartuşların içerisine kolayca monte edilebilir. 8 numaralı kapsül gücüyle ateşlenebilir.

Kullanım Alanları

- Doğalgaz, petrol, termal su kaynakları ve sondaj çalışmalarında,
- Sulu ortamların patlatılmasında,
- Petrol aramalarında,



Şekil 3. Farklı çaplarda emülsiyon dinamit.



Şekil 4: A,B) Sismik dinamit.

- Nemi yüksek ortamların patlatmalarında kullanılır

Avantajları

- Yüksek detonasyon hızına sahiptir.
- Neme ve darbeye direnci yüksektir.

2.2.3. Jelatin Dinamit

Jelatin dinamit, çapı küçük olan alanların patlatmalarını gerçekleştirir. Performansı yüksek, enerjisi yüksek bir üründür (Şekil 5A,B). İçeriğinde alüminyum bulunur. Bu nedenle gri renkli ve katı kıvamlıdır. Üretim sonrası parafinli kâğıda sarılır.

Ateşleme ve Uygulama

Jelatin dinamit hem elektrikli ve hem de elektriksiz kapsüle duyarlıdır.

Kullanım Alanları

- Kanal işlerinde,
- Sulu ortamların patlatılmasında,
- Taş ocaklarında,



Şekil 5: A,B) Jelatin dinamit.

- Şaft çalışmalarında kullanılır.

Avantajları

- Yüksek enerjiye ve yüksek detonasyon hızına sahiptir.
- 8 numara kapsül hassasiyetlidir.
- NOx salınımı düşüktür.
- Kokusuzdur.

2.3. Kapsüller

2.3.1. Elektrikli Kapsüller

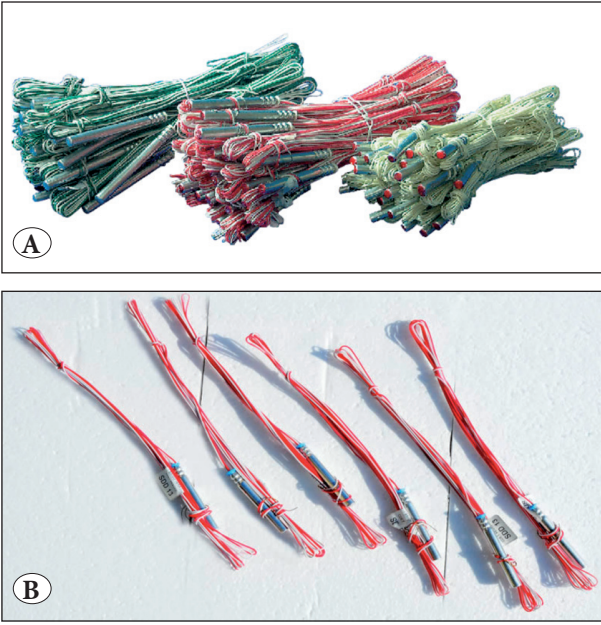
Elektrikli kapsüllerin dış gövdesi bakır ve alüminyumlu malzemeden üretilir. Gecikmeli ve gecikmesiz olmak üzere iki türdür. Dinamitin ateşlenmesi amacıyla kullanılır (Şekil 6A,B).

Elektrikli kapsüllerden bakır gövdeli olanlar, grizu patlamalarını engellemek için genelde kömür madenlerinde kullanılır.

Alüminyum kapsüller, yeraltı ve yerüstü madenlerde ve dinamit gibi kapsüle duyarlı ürünlerin ateşlenmesinde kullanılır.

Patlayıcı maddelerin çok kullanıldığı patlatmalarda titreşimi azaltmak, düzgün kırılma ve kaliteli malzeme elde etmek ve patlatma verimini arttırmak amacıyla dinamit gibi kapsüle duyarlı patlayıcıların ateşlenmesi için gecikmeli olanlardan kullanılır.

8 no'lu tahrip gücüne sahip kapsüller 1,5m ve 2,5m



Şekil 6: A,B) Elektrikli kapsül.

kablo boylarında üretilmekle birlikte, ihtiyaca göre arzu edilen boylarda üretimleri yapılabilmektedir.

Avantajları

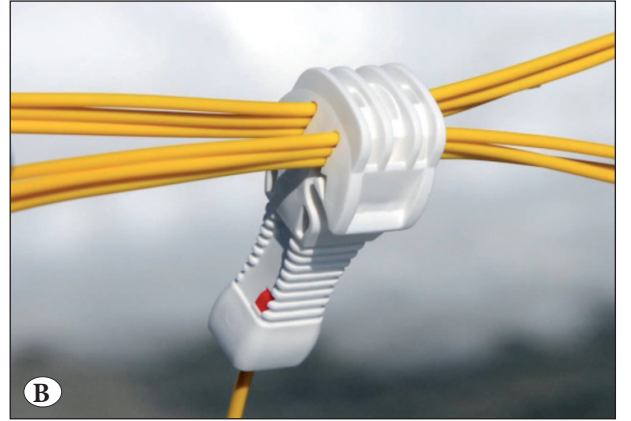
- Güvenilirdir.
- Kolay kullanımlıdır.
- Doğru gecikme zamanı bulunmaktadır.
- Neme dirençlidir.
- Basınç durumlarına dirençlidir.
- Gecikme etiketi vardır.
- Kapsüle duyarlı tüm patlayıcıları ateşleyebilecek 8 numaralı kapsüle sahiptir.

2.3.2. Elektriksiz Kapsüller

Diğer adı NONEL (Non- Electric) kapsül olan elektriksiz kapsül, (3L) 3 katmanlı şok tüp teknolojisine sahip olduğundan eşsiz performansa sahiptir. Elektriksiz kapsül sınırsız gecikme olanağı sunar. Elektriksiz ateşleme sisteminde enerji şok tüp içinden geçerek kapsülü infilak ettirir. Bu sırada infilaklı fitil zarar görürken şok tüp zarar görmez ve delikteki patlayıcıyı sağırlandırılmaz.

Elektriksiz ateşleme sistemi olduğundan manyetik alanlardan ve diğer elektrik kaynaklarından etkilenmez. Güvenli bir ateşleme sistemidir (Şekil 7A,B,C).

Patlatma kaynaklı çevresel etkileri minimize etmek için elektriksiz kapsül ideal bir çözümdür.



Şekil 7: A,B,C) Elektriksiz kapsül.

Kullanıldığı Yerler

- Yerüstü ve yeraltı patlatmalarında,
- Yerüstünde kömür madenciliğinin üretim ve dekapaj çalışmalarında,
- Yerüstü ve yeraltında metal madenciliğinin üretim ve dekapaj çalışmalarında,

- Taş ocaklarındaki patlatmalarda,
- Otoyol ve baraj çalışmalarında yapılan kazılarda,
- Çimento ve kireç fabrikalarına hammadde sağlayan ocaklarda,
- Özel patlatma uygulamalarında kullanılır.

Avantajları

- Son derece emniyetli bir ateşleme sistemidir.
- Kolay kullanımlıdır.
- Patlatma deliği boyunca yemlemeye duyarlı ürüne zarar vermez.
- Kapsül tüpleri istenilen uzunluğa göre üretilebilir.
- Gecikme tam kontrollüdür.
- Statik elektriğe karşı güvenlidir.
- Patlatmadan kaynaklanan çevresel etkileri en aza indirir.
- Sürtünmeye, kopmaya karşı dayanıklıdır.
- Sulu deliklerde kolaylıkla kullanılır.
- Diğer ateşleme sistemlerine göre %30 ila %35 daha fazla ilerleme sağlar.

2.3.3. Adi Tahrip Kapsülleri

Madenler, baraj ve ulaşım ağlarında kullanılan dinamit ve diğer patlayıcı maddelerin ateşlenmesi için ilk ateşleyici olarak adi tahrip kapsülleri kullanılır. Adi tahrip kapsülleri, kapsülün ağzına özel bir aygıt ile eklenen fitilin tutuşturulması ile ateşlenir. Fitilin yanmasından dolayı gecikmeyle patlar (Şekil 8A,B).

2.4. Fitiller

2.4.1. İnfilaklı Fitiller

Esas olarak, kapsüle duyarlı ticari patlayıcıların ateşlenmesinde, ön kesme- son kesme gibi özel uygulamalarda ve elektriksiz kapsüllerin yüzey bağlantılarında kullanılır (Şekil 9). Çekirdeğinde PETN (Pentaeryhtrol tetranitrate) bulunur. Çevresi sentetik iplerle örülüdür ve dışı da suyu geçirmeyen PVC ile kaplanmış esnek özellikte bir fitildir. Bir kapsül yardımıyla ateşlenirse fitil uzunluğu boyunca 6300m/sn ila 7000m/sn hızla infilak eder. İnfilak hızı patlayıcı çekirdeğindeki patlayıcı miktarı ile doğru orantılıdır. Kullanıldıkları alana göre her bir metredeki Pentaeryhtrol tetranitrate miktarına göre sınıflandırılır (5gr/m- 80gr/m). 10gr/m'lik infilaklı fitil, kapsüle duyarlı patlayıcıları patlatmak için kullanılır.



Şekil 8: A,B) Adi tahrip kapsül.

Yararları ve Özellikleri

İnfilaklı fitili, ticari patlayıcılardan yararlanılan ortamlarda karşılaşılabilen her türlü fiziksel şartlardan etrafındaki koruma tabakası korur. Bu tabaka ona mükemmel bir çekme dayanımı sağlarken esnekliğe, sürtünmeye, aşırı ısıya, aşırı soğuğa, neme ve yağa karşı da direnç kazandırır.

Elektrikli kapsül kullanımı için uygun hava koşullarının olmadığı durumlarda infilaklı fitiller güvenli bir şekilde kullanılabilir. Sürtünme ve çarpma gibi durumlara karşı hassas değildir ve statik elektrikten etkilenmez.

Aynı delikte birkaç bölgeden yemlemenin ihtiyaç duyulduğu çapı büyük ve derin delikler için uygun bir seçimdir.



Şekil 9: İnfilaklı fitil.

Özel yüzey gecikmesi röleleri vasıtasıyla sonsuz bir gecikme sağlanabilmektedir.

2.4.2. Emniyetli Fitiller

Patar atımlarında, 8 no'lu tahrip kapsülünün ateşlenmesinde ve tekli atımlarda kullanılır ve 115 ± 15 m/sn yanma hızına sahiptir. Çekirdeği kara baruttan yapılmıştır ve tekstil örme ile sıkı bir şekilde çevrilmiştir. Dış tarafı da PVC ile kaplıdır (Şekil 10).



Şekil 10: Emniyetli fitil.

3. Patlatmanın Çevresel Etkileri ve Alınması Gereken Tedbirler

Sivil amaçlı kullanılan patlayıcıların ortaya çıkarabileceği çevresel sorunlar ana başlıkları ile şunlardır:

- Patlatma esnasında taş savrulması,
- Hava şoku ve gürültü,
- Yer sarsıntısı (vibrasyon),
- Toz emisyonu.

3.1. Taş Savrulması

Reaksiyon sonucunda oluşan yüksek basınçlı gazların atmosferde erken şarj olması esnasında bazı kayalar kütlelen ayrılır ve uzağa fırlar. Bu olaya taş savrulması denir. Taş savrulması çevredeki yapılar olumsuz etkiler yapabileceğinden, bu etkilerin giderilmesi açısından aşağıdaki bağıntıdan elde edilen değerlerle kontrol altına alınmalıdır.

$$L_m = 260xd^{2/3}$$

L_m : Maksimum taş savrulması (m)

d: Delik çapı (m)

$$Q = 0,1xd^{2/3}$$

Q: Savrulan taş parçalarının boyutu (m)

d: Delik çapı (m)

Taş savrulmasının kontrol altına alınabilmesi için:

Uygun ebatlarda (çap ve boyutlarda) delikler kullanmak suretiyle kaya içindeki patlayıcı maddeler dengeli ve homojen dağıtılmalıdır.

Uygun delik geometrisi hesaplanmalı ve deliklere uygun yük verilmelidir.

En az delik- ayna uzaklığı boyutunda sıkılama boyu bırakılmalı ve uygun bir malzeme kullanılarak ağır sıkılması yapılmalıdır.

Gecikmeli ateşleme metodu uygulanmalıdır.

3.2. Hava Şoku ve Gürültü

3.2.1. Hava Şoku

Patlatma sonucu oluşan kaya çatlaklarından atmosfere boşalan gazlar büyük ölçüde gürültü oluşturur. Gerekli tedbirler alınmazsa gürültü düzeyi ciddi boyutlara ulaşır ve hava şoku dalgalarına dönüşür. Hava şoku basınç dalgası olup atmosferde ses dalgalarına benzer şekilde yayılır. Hava şokunun insan kulağı tarafından duyulabilenine gürültü denilmektedir. Duyulabilen hava şokunun frekansı 20Hz (hertz)'in üzerindedir. Frekansı 20Hz'den düşük olan hava şokları aşırı basınç olarak adlandırılır ve bunlar insan kulağı tarafından duyulmaz. Aşırı basınç atmosferik basıncın üzerinde bir basınçtır (Şekil 11).

Binalarda hava şoklarından en çok pencereler etkilenir. Hava şoklarının şiddetli olması durumunda duvarlarda veya sıvalarda çatlaklar oluşabilir. Normal dinamitleme ve atmosferik şartlarda hava şoklarının konutlarda yapısal tahribata yol açma olasılığı pek yoktur. Hava şoku pencereleri sarsar ve hava şokunun sesi insanları korkutur. Pencerelerin sarsılmasıyla ve hava şokunun sesiyle ev sakinleri evin her tarafı şiddetli bir şekilde sarsılıyormuş gibi hisseder. Zaten şikâyetlere genel olarak bu durum sebep olur. Bu açıdan hava şoku sebebiyle oluşabilecek yapısal zararların yanında bu psikolojik tarafının da ihmal edilmemesi gerekir. Aşağıdaki bağıntıda patlatma sonucunda oluşan hava şokunun hesaplanması gösterilmektedir.

- Şiddetli etki zonu: $D < 5\sqrt{W}$
- Orta şiddette etki zonu: $5\sqrt{W} < D < 10\sqrt{W}$
- Hafif şiddette etki zonu: $10\sqrt{W} < D < 15\sqrt{W}$
- D: Etkili zon aralığı (m)
- W: Bir gecikme aralığında atılan dinamit miktarı (kg)

Hava şokları genellikle aşağıdaki sebeplerden ötürü meydana gelmektedir.

- İnfilaklı fitillerden, açık havada patlayıcı maddelerden,
- Dinamitleme sonucunda gökyüzüne karışan yüksek basınçlı gazlardan,
- Dinamitleme deliklerinde sıkılamanın yeterli düzeyde olmayışından ya da deliklerin aynaya uzaklığının çok kısa oluşundan,
- Çok yüksek ve cephesi çok uzun basamaklarda yapılan atımların arazi yüzeyini hareket ettirmesinden ötürü hava şokları oluşmaktadır.

Hava şoklarını azaltmak için alınacak önlemler:

- Parçacık hızının 5,1cm/sn'yi aşmayan dinamitlemelerinde oluşan hava şoku çevreye zarar veremeyecek kadar az olduğundan, oluşan titreşim hızının 5,1cm/sn sınırını geçmeyecek şekilde delme patlatma işlemleri planlanmalıdır.
- Yemleyici, deliğin dibine ya da dibine yakın yerine konulmalıdır ve mutlaka gecikmeli kapsül kullanılmalıdır. İnfilaklı fitilin arazinin yüzeyinde kalan kısımları da hava şoku oluşturur. Yemleyicinin deliğin yukarısına konulması durumunda açıkta patlayan infilaklı fitil gibi güçlü hava şokları oluşur.
- Kısa sıkılama boyları hava şoku oluşturacağından, deliklerin serbest aynaya olan uzaklıkları çok kısa olmamalı, sıkılama yapılabilmesi açısından yeterli pay bırakılmalıdır.
- Hava şoklarının yere yakın tutulabilmesi için basamak yükseklikleri mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Eğer basamak boyunca aynaya paralel delik sıraları arasında gecikme kullanılırsa oluşacak hava şokunun kümülatif büyümesi engellenmiş olur.
- İnfilaklı fitille ateşleme yapılması durumunda, fitilin yüzeydeki kısımları en az 30cm ila 60cm kalınlığında kum veya toprakla örtülmelidir.
- Hava şoklarının etkisini arttıracak hava koşullarında ateşleme yapmaktan kaçınılmalıdır.
- Psikolojik önlemlerin alınmasıyla da hava şoku şikâyetleri azaltılabilir. Böyle yerlerde atımlar günlük değil de haftalık yapılmalı ve dinamitleme işlemi gürültünün yoğun olduğu saatlere denk getirilmelidir. İnsanlara, hava şokunun oluşturduğu

gürültüden korkmamaları için ateşleme yapılacağı zaman haber verilmelidir.

3.2.2. Gürültü

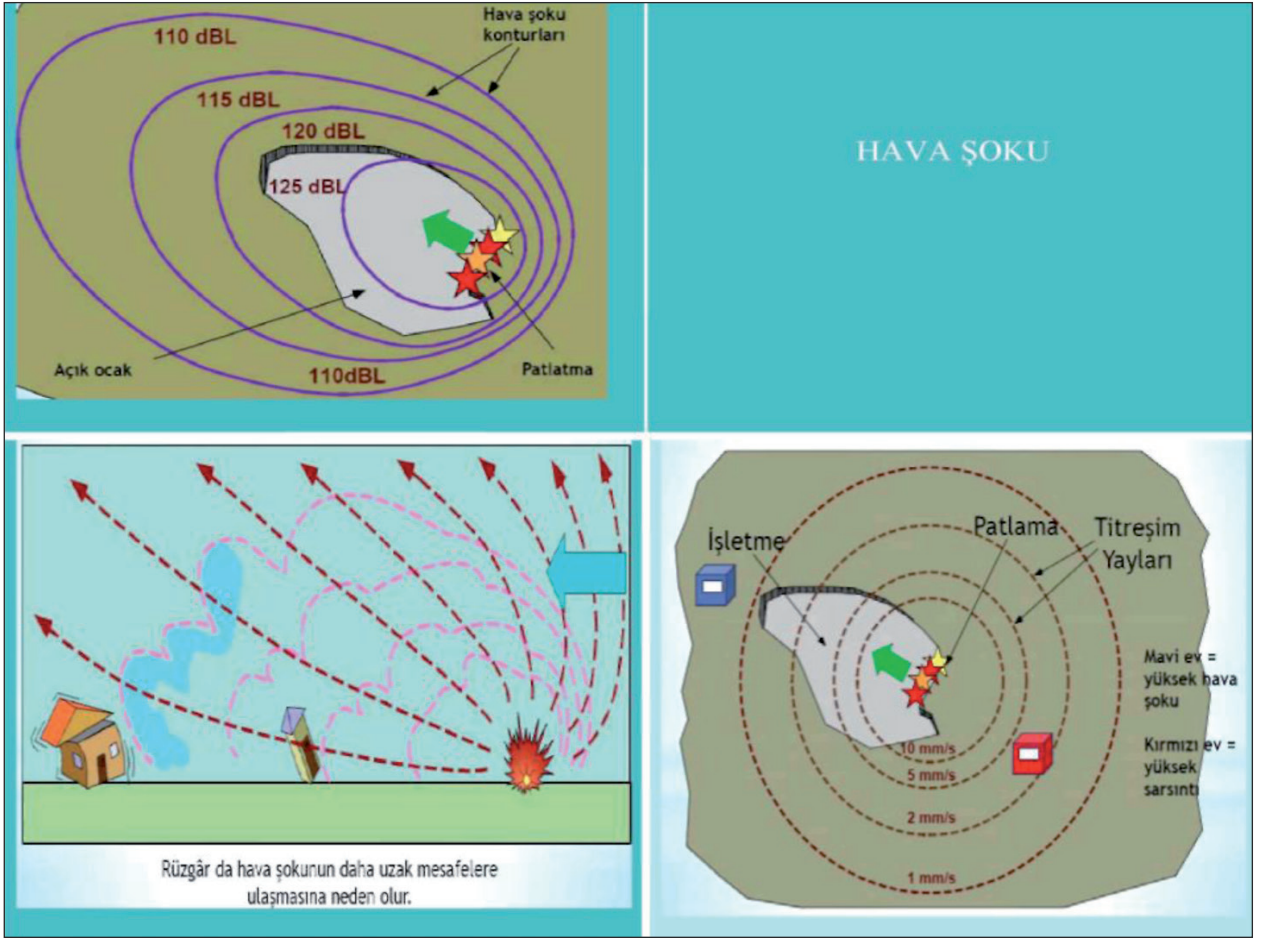
Patlatma gürültüsü darbe gürültüsü olduğundan dBC olarak değerlendirilmelidir. En yakın konut dışında LCmax 100dBC' yi aşmamalıdır. Çok hassas ve hassas alanlar dikkate alınarak patlatma günü ve saatleri sınırlandırılabilir.

3.3. Yer Sarsıntısı(Vibrasyon)

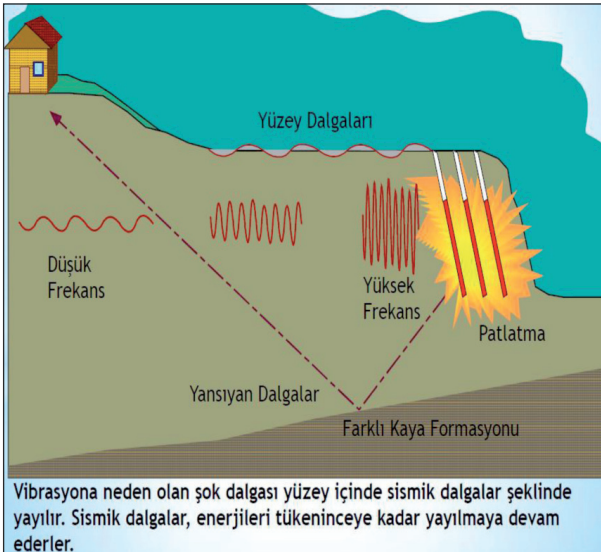
Patlatma esnasında kayaya patlayıcı maddeler tarafından yüksek derecede ısı, basınç ve gaz ürünleri verilir. Patlatma sonucunda oluşan gazlar hızla genişler ve patlatma alanındaki kayanın mukavemetini aşan yüksek basınç oluşturur. Bunun sonucunda kayacın kütesinde ufalama bölgesiyle beraber çatlaklar oluşur (Şekil 12). Oluşan çatlaklara yüksek basınç ve sıcaklıktaki gazlar girer. Çatlak sistemleri serbest yüzeye ulaştığı anda, genişlemiş olan basınçlı gaz boşalarak kayayı iter. Patlayıcı maddeler, içerdikleri enerjinin fazlaca bir kısmı ile kayayı parçalarken, diğer kısım elastik dalgalar şeklinde her yöne yayılmak suretiyle yer sarsıntısına sebep olur (Duvall ve Petkof., 1959).

Bu şok dalgası yüzey içinde sismik dalgalar halinde yayılır. Sismik dalgalar enerjileri bitinceye dek yayılmaya devam eder ve elastik olarak yayılır. Kaya yapısının fiziksel ve jeolojik olarak direnç göstermesi enerji sönümlenmesine neden olur. Enerji sönümlenmesine neden olan diğer bir olay da geometrik olarak sismik dalganın kaynağından uzaklaştıkça daha geniş bir bölgeye yayılmasıdır. Formasyonun derinliklerindeki dalga türleri P ve S dalgası olarak sınıflandırılır. Bu dalgalara gövde dalgaları denilir (Erkoç., 1998).

Patlatma sonucu oluşacak olan titreşim ile ilgili Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği' nin 'Yapılarda Çevresel Titreşim Kriterleri' başlıklı 25. Maddesi gereği maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki çok hassas ve hassas kullanımlarda oluşturduğu zemin titreşim seviyesinin, aynı yönetmeliğin Ek-VII' de yer alan aşağıdaki tabloda verilen sınır değerleri aşmaması gerekmektedir.



Şekil 11: Patlatma ile meydana gelen hava şoku.



Şekil 12: Patlatma ile oluşan vibrasyon.

Tablo 1: Maden ve taş ocakları ile benzeri alanlarda patlama nedeniyle oluşacak titreşimlerin en yakın çok hassas (ek ibare: rg-27/4/2011-27917) ve hassas kullanım alanının dışında yaratacağı zemin titreşimlerinin izin 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

1Hz ila 4Hz arasında 5mm/s'den 19mm/s'ye; 10Hz ila 30Hz arasında 19mm/s'den 50mm/s' ye logaritmik olarak çizilen grafikte doğrusal olarak yükselmektedir.

Patlatmadan kaynaklanan titreşimin çevresel yapılara etkisi Devine bağıntısı ile tespit edilmektedir.

- $V = k (D/\sqrt{W}) - \beta$
- V: Kayacın içinde yayılan titreşim hızı (inç/sn)
- k, β : Kayacın türüne bağlı katsayı

- W: Bir gecikme aralığındaki patlayıcı miktarı (libre): Anlık şarj (kg)
- (Patlatmalarda kullanılacak maksimum anlık şarj: 39,01kg)
- D: Patlatma noktası ile çevresindeki yerleşim yerleri arasındaki uzaklık (feet)

Hesaplama yöntemiyle bulunan mesafelere göre titreşim hızı değerleri en yakın yerleşim birimi baz alınarak yapılır.

Kayacın içindeki titreşim hızının (V) 1/2 ila 1/5' i, V_0 değeri olarak kabul edilmektedir.

- $V =$ Uzaklığa göre değişen titreşim hızı (mm/sn)
- $V_0 =$ Bina temelindeki titreşim hızı (mm/sn)

Tablo 2: Bina temeli titreşim hızı (V_0) değerlerine bağlı olarak patlatma nedeniyle hasar görebilecek bina türleri.

Bina Türü	V_0 (mm/sn)
a- Yıkılma yüz tutmuş çok eski tarihi binalar	2
b- Sıvalı biriket, kerpiç, yığma tuğla evler	5
c- Betonarme binalar	10
d- Fabrika gibi çok sağlam yapıda endüstriyel binalar	10-40

Yerleşim yerindeki en hassas yapının tablodaki 'b' tipi binalar olduğu kabul edilirse; V_0 (1/5V) hızının 5 mm/sn' nin üzerinde olmaması gerekir.

Zararlı titreşimlerin engellenmesi hususunda Amerikan Maden Bürosunun ortaya koyduğu sonuçlar özetlenerek aşağıda verilmiştir.

Parçacık hızı, titreşimin binalara olabilecek zararını tahmin etmede kullanılabilir en iyi kıstastır.

Parçacık hızının 5,1cm/sn' den küçük olması durumunda oluşacak titreşimin binalar için zarar verici olma ihtimali çok düşüktür. Parçacık hızının 5,1cm/sn' den büyük olduğu durumlarda titreşimin binalara zarar verme ihtimali artar.

Ateşleme esnasında gecikme periyodu en az 8 milisaniye olursa dinamikte sonunda oluşan titreşimler git-tikçe artan bir özellik göstermez.

Sonuç olarak vibrasyonun azaltılması için aşağıdakiler önerilmektedir.

Patlatmalarda gecikmeli elektrik kapsülü tercih edilmelidir. Kapsül periyotları arasında gecikme süresinin

8 milisaniyeden fazla olmaması durumunda titreşimler kümülatif olarak büyür.

Gecikme periyodu başına düşen maksimum patlayıcı madde miktarı, en yakın yerleşim birimine bağlı olarak hesaplanmalıdır.

3.4. Toz Emisyonu

Patlatmadan kaynaklı toz emisyonları da önemli bir çevresel etkidir. Bu toz emisyonların hesaplanması için 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek-12' nin Tablo 12.6' da (Tablo 3) verilen emisyon faktörleri kullanılmaktadır.

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) gereği patlatmadan kaynaklanan toz emisyonunun kütleli debisi SKHKKY Ek- 12.d' deki esaslara uyularak eş zamanlı gerçekleştirilen diğer faaliyetlerden ayrı olarak hesaplanmakta ve aynı yönetmeliğin Ek- 2 Tablo 2.1' inde belirtilen 1 kg/saat değeri ile karşılaştırılmaktadır. Patlatmadan kaynaklanan toz emisyonu kütleli debisinin Ek-2 Tablo 2.1'de belirtilen 1 kg/saat değerini aşması halinde çöken toz ve PM10 parametreleri için hava kalitesi modellemesi yapılarak hava kirlenmesine katkı değerleri hesaplanmalıdır. Bu modelleme sonucunda bulunan değerlerin tesis etki alanında aynı yönetmeliğin Ek- 2 Tablo 2.2' sinde yer alan "Tesis etki alanında uzun vadeli, kısa vadeli sınır değerler ve kademeli azaltım tablosu" nda belirtilen hava kalitesi sınır değerlerini sağlaması gerekir.

Tablo 3: Toz emisyonu kütleli debi hesaplamalarında kullanılacak emisyon faktörleri

Kaynaklar	Emisyon Faktörleri kg/ton	
	KontROLSÜZ	KONTROLLÜ
Patlatma	0,080	-
Sökme	0,025	0,0125
Yükleme	0,010	0,005
Nakliye (gidiş-dönüş toplam mesafesi)	0,7	0,35
Boşaltma	0,010	0,005
Depolama	5,8	2,9
Birincil Kırıcı	0,243	0,0243
İkincil Kırıcı	0,585	0,0585
Üçüncül Kırıcı	0,585	0,0585

Patlatmadan kaynaklanan toz emisyonu kütleli debisinin Ek- 2 Tablo 2.1' de belirtilen 1 kg/saat değerini aşması halinde çöken toz ve PM10 parametreleri için aşağıda belirtilen hava kalitesi modellemesi kullanılmaktadır.

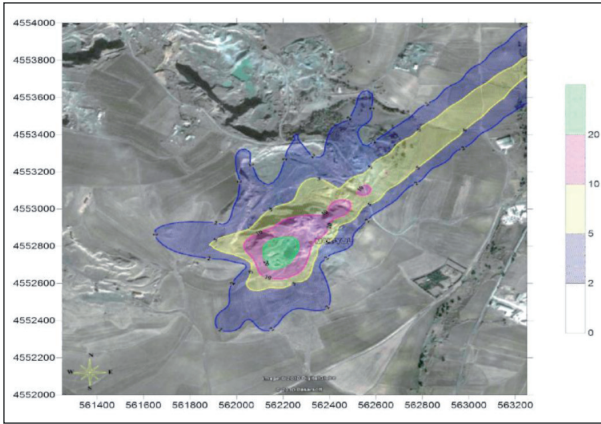
- ISCST3 (Industrial Sources Complex-Short Term 3),
- AERMOD,
- CALPUFF v.b.

AERMOD'un ISC' ye göre daha fazla sayıda meteorolojik parametreyi modellemede kullanması, arazi yapısını ve kullanım durumunu dikkate alması, raporlama özellikleri gibi hususları dikkate alındığında, emisyon miktarının fazla olması durumunda, yerleşim yeri veya önemli görülen sahalarda, AERMOD veya eşdeğeri modellerle çalışma yapılmalıdır.

Patlatma sonucunda meydana gelen toz emisyonlarından %80'i 10 μ ' dan büyük partiküllerden oluşur ve patlatma sonunda hemen çöker. Bu toz emisyonlarından geriye kalan %20 de 10 μ ' dan küçük partiküllerden oluşur ve havada asılı kalarak atmosferde yayılır.

Patlatmaya ilişkin hava kirlenmesine katkı değerlerinde saatlik değerler çok yüksek çıkmaktayken, patlatmanın anlık bir olay olması nedeniyle günlük ve yıllık değerler oldukça düşüktür. Bu sebeple patlatmalara ilişkin hava kalitesi dağılım modellemesi sonuçları ayrı olarak değerlendirilmelidir.

Patlatmaya ilişkin bazı Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi örneği aşağıda verilmiştir.



Sonuç

Gelişmekte olan ülkemizin altyapı çalışmalarının hızlı ve ekonomik bir şekilde tamamlanabilmesi amacıyla yapılan büyük projelerde patlayıcı maddelerin kullanılması kaçınılmazdır. Bu patlayıcıların çevreye olan etkileri, kullanılacak patlayıcı maddenin cinsi, miktarı ve kullanım yöntemi ile kontrol altına alınabilir. Patlayıcı madde kullanılacak projelere başlanmadan önce çevre mühendisleri, inşaat mühendisleri ve maden mühendisleri bir araya gelerek her bir patlatma faaliyeti için izlenecek yola (patlatma patterni) ve kullanılacak patlayıcı madde türlerine karar vermelidir.

Kaynaklar

1. Ö.Y. Erkoç, Patlatma ile Çevreye Verilen Sarsıntılar ve Hasar Kriteri Üzerine Bir Tartışma, 3. Delme ve Patlatma Sempozyumu, p. 129-139, (1998).
2. S. Tosun, Madencilikte Patlatılacak Ortama Uygun Patlayıcı Madde Seçimi, Madencilik Dergisi, (1991).
3. WI. Duvall, B. Petkof, Spherical Propagation of Explosion of Generated Strain Pulses in Rocks, USBM, RI-5483, p. 21-2, (1959).
4. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 04.06.2010), Ankara.
5. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 03.07.2009), Ankara.
6. M. Özdoğan, Açık Ocularda Dinamitleme Sonucu Oluşan Titreşimler, Hava Şokları ve Yerleşim Bölgelerinde Alınacak Önlemler, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/1c484ea9305ea4c_ek.pdf (23.03.2015).