

# MADENCİLİKTE SİMULASYON TEKNIĞİ

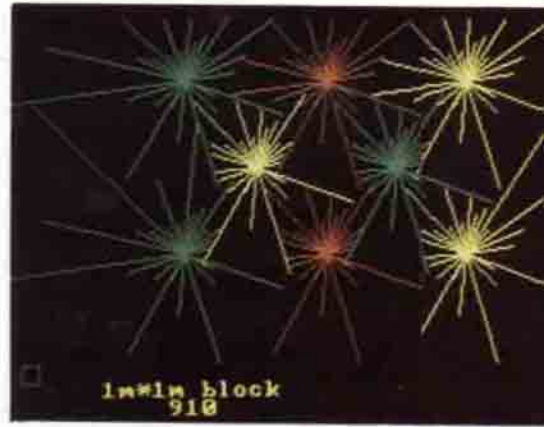
**B**ilgisayarlı Simulasyon tekniği, son yıllarda pek çok alanda, özellikle teknolojinin tasarım ve dizayn aşamalarında yaygın olarak kullanılan bir metod olmaya başlamıştır. Bilgisayarlı simulasyonla tasarım tekniği, ABD'nin, Havacılık ve Uzay Dairesi NASA'nın "Sayısal Aerodinamik Simulasyon Programı" kapsamında kullandığı sistem kadar gelişmiş bir sistem olmasa da, madencilik alanında da kullanıma girmiştir.

Özellikle yerüstünde uygulanan açık ocak madenciliğinde, delme ve patlatma işlemleri geniş olarak kullanılır. Açık maden ocaklarında, yaklaşık 8-10 cm yüksekliği ve bir o kadar da genişliği (daha büyük veya daha küçük olabilir) olan basamaklar, ziraatte kullanılan şekileme usulüne benzer biçimde oluşturulur. Bu basamaklar üzerinde de yaklaşık basamak boyu kadar büyük sondaj delikleri açılır. Patlayıcılar bu deliklere yerleştirilerek patlatılır. Çıkan yığın, amaca yönelik olarak, eğer maden cevheri değil de onun üzerindeki taş toprak seviyesi ise dekopaj sahasına dökülür. Eğer maden ise, işlenmek üzere cevher hazırlama ve zenginleştirme ünitelerine nakledilir. Bu işlemlerde, zaman ve ekonomi açısından delme-patlatma operasyonu oldukça önemli bir aşamadır. Patlatma işlemi ile uygun büyüklükte ve yeterli malzeme, basamak önüne yığılmalıdır. Buna benzer pek çok kriterin uygun biçimde sağlanması gerekir.

Aşağıda açıklanan bilgisayarlı simulasyon tekniği ile delme-patlatma işlemlerinde, optimizasyonu etkileyen tüm faktörler incelenerek, uygulamada verimin nasıl artırıldığı açıklanmaktadır.

Bilgisayarlı simulasyonla patlatma tekniği, patlatma veriminin etkili bir biçimde yeniden düzenlenmesini sağlayan bir teknik olarak, parçalanma işleminde önceden uygulanan deneme-yanılma yaklaşımının yerini almaya başlamıştır. Ayrıca, bu tekniğin kullanımı sayesinde, patlayıcı maddeler ve sondaj deliği delme masraflarında % 10-25 kadar bir azalma olmaktadır.

Bir patlama esnasında, iki tip enerji açığa çıkmakta ve bu enerji, kayacın parçalanması için ayrı ayrı safhalarda kullanılmaktadır. Bu enerjilerden biri, patlama ile açığa çıkan yüksek basınçlı gazın, yüksek basıncı sebebiyle malzemenin genişlemesini (bir nevi kabarmasını) sağlayan enerjisidir. Diğeri ise, gerçek detonasyonun (asıl patlama) oluşumunu sağ-



layan şok enerjisidir. Bu enerjilerin büyüklüğü ise, kullanılan patlayıcı maddenin türü ve miktarıyla, patlatılacak olan ve bu patlayıcıların yerleştirildiği kayacın sağlamlığı ile ilgilidir.

Şok enerjisi dediğimiz enerji, parçalanacak kayaç içerisinde şiddetli bir şok dalgası halinde yayılır. Çok hızlı ve dalgalı biçimde yayılım gösteren bu dalga, kayacın çatlayıp kırılmasına sebep olur. Bu esnada, oluşan bu kırık, yank ve çatlaklar içerisinde açığa çıkan yüksek basınçlı gaz etkisi ile, adeta kabartılarak yerinden kaldırılır. Bu da, yüksek basınçlı gazdan dolayı olan kabartma enerjisi diyebileceğimiz enerji dalgası etkisiyle olmaktadır ve oluşan kırıklar çok daha fazla yayılmaktadır.

Maden ocağında uygulanan bir patlatma operasyonunda, bu işlemin sonuçlarına etki eden üç ayrı kriter vardır. Bunlar; patlayıcı tipi, kayaç tipi ve patlatma işlemi için delinen deliklerin delme düzeni (geometrik yerleşimini) olarak sıralanabilir. Bunlardan patlatma delik düzeni; delikler arası mesafeler, basamakların boyutları, ateşleme sistemi ve patlatma ile koparılabilecek malzeme yükü gibi faktörleri içerir.

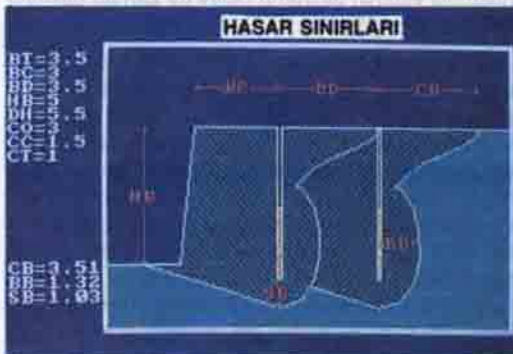
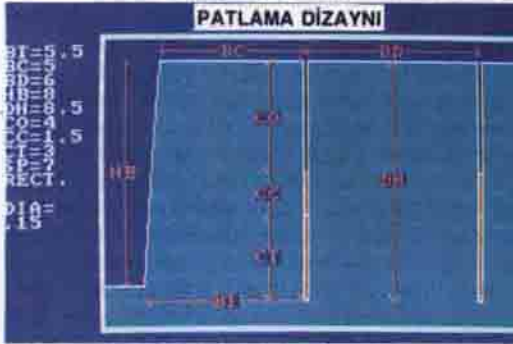
Patlayıcı madde tipi, patlatma işlemiyle açığa çıkacak enerji olan şok enerjisini ve gaz hacminden dolayı meydana gelen kabartma enerjisini belirler. Kayaç türü ise patlatma işlemini iki yoldan etkilemektedir. Bunlardan birisi, basamakta patlatılmak istenen tüm blok malzemenin, patlama ile ana kayaçtan koparılmasıdır. Diğeri ise, amaca uygun olarak ve yükleme, taşıma gibi işlemlere uygun büyüklükte parçalardan oluşan malzemenin oluşturulmasıdır. Kayaç tipi ayrıca, tüm basamak boyunca oluşacak enerji dağılımını da belirleyen bir faktördür. Halen uygulanmakta olan bilgisayarlı simulasyon teknikleri, sayılan tüm bu değişkenlerin detaylı olarak, bir patlatma programı üzerinde etkili bir biçimde irdelenebilmesine yardımcı olurlar. Yukarıda bahsedildiği gibi, optimum patlatma kriteriyasına yönelik bilgiler bu tekniğin kullanımından önce, deneme-yanılma usulüyle, arazide yapılan test çalışmalarının yardımıyla derlenmekteydi.

ICI tarafından, ileri seviyeli yeni bir bilgisayarlı simülasyon sistemi ile oluşturulan bir patlatma modeli olan SABREX'in en büyük yeniliklerinden birisi de, ideal olmayan durum ile (bu durum arazideki uygulamaları içerir) ideal olarak kabul edilen durum (laboratuvar testlerinin sonuçları ideal olarak kabul edilmektedir) arasındaki ayrımı ortaya koyabilecek özel bir patlatma koduna sahip olmasıdır.

İdeal olmayan durumda, patlamanın başlangıcında oluşan şok enerjisi, öncelikle patlayıcıların yerleştirildiği sondaj deliklerini genişletmeye başlamakta ve nihayet kayacın tamamen kırılmasına sebep olmaktadır. Yüksek basınçlı gazın açığa çıkması ve bu gazın etkisiyle oluşan çatlaklar, patlama ile oluşan kırılmayı serbest yüzeye doğru iletirmektedirler. SABREX tekniği, bu patlatma işleminde etkin olan faktörlerden kayacın jeomekanik özellikleriyle, patlatma dizaynı hakkında gerekli tüm açıklamalı verileri birleştirerek, patlatma işlemi sonucunda ortaya çıkacak tüm sonuçları önceden tahmin edip modelleyebilmektedir. İşlem sonuçları, patlatma parametresi olarak renkli grafikler ve yazılı bilgi halinde verilmektedir.

Bu parametreler;

- Parçalanmanın genişliği ve dağılımı,
- Patlama ile oluşan büyük çatlaklar ve kontrolü,
- Basamağın gerisinde meydana gelen ve çok aşırı miktarda olması halinde ocağın stabili-



## GÜNEŞ ENERJİLİ POSTA KUTUSU

*Bir yandan üretim teknolojisi ilerlerken diğer yandan güneş enerjili pillerin yapım maliyetleri durmadan düşmektedir. Şimdi de bu pilleri yapan firmalar artık bu pillerle çalışacak ürünlerin üretimine başlamışlardır.*

*Nitekim "Arço Solar" firması, bu amaca yönelik olarak güneş enerjili bir posta kutusu üretti. Firmanın açıklamasına göre, bu aletin üst yüzüne güneş ışınlarının gelmesiyle, aletin güneş pilli şarj olmakta ve geceleyin de parlamaktadır.*

*1987 yılı sonunda muhtemelen piyasaya sürülmüş olan aletin fiyatı 100 ile 200 dolar arasında değişebilir. Aletin üzerinde numara, isim ve adres bulunmakta ve evin önünde yol kenarında durmaktadır.*

*Bu alete pek çok yeni ilave yapılabilir. Örneğin postacı mektubu içine attığında, uzaktan kumanda ile evinizde bulunan alarm sistemi devreye girebilir veya aynı sistem arabınıza da takılabilir. Yahut bir mikro çip ilavesiyle yoldan geçenlere elektronik melodi dinletebilirsiniz.*

**OMNI'den çev.: İhsan Özkan**

zasyonunu (duraylılığını) olumsuz olarak etkileyebilecek olan "basamak gerisi hasarı",

- Kırılma derecesi ve kontrolü,
- Patlatılmış malzemenin patlamadan sonraki yığılma profili,
- Delme ve patlatma fiyatlandır.

Bu program ayrıca aşağıda sayılan hususları gösteren bir kırık haritası da ortaya koyabilmektedir. Bunlar;

- Patlayıcıların yerleştirilmesi için açılan sondaj delikleri ve kırık geçişleri boyunca meydana gelen gerilim dağılımları,
- Parçalanma hakkında açıklamalı bilgi,
- Gecikme periyodları ve "geri-kırılma" hasarıdır.

Ayrıca tüm bu bilgilere ilaveten, SABREX, kaldırma (kabartma veya fırlatma) enerjisini de hesaplayarak, yukarıda bahsedilen yığılma profilini çizmektedir. Bu profil, patlatma işlemi sonrasında yürütülecek hafriyat işlemlerinin (yükleme-taşıma-boşaltma-riperleme vs.) daha optimal olarak düzenlenmesine ve buna yönelik değerlendirme yapılabilmesine imkân sağlamaktadır.

Bu tip bilgisayar modelleri sayesinde, patlatma dizayn parametreleri ve bunların hassasiyetlerini, arazide yapılacak pek çok testlere ve harcamalara gerek kalmaksızın değiştirerek madenin yönetim ve optimizasyonu mümkün olmaktadır.

**World Mining Equipment'den çev.: İhsan ÖZKAN**