

Divriği Maden İşletmesi'nde Katlararası Patlatma (Yelpaze Çekme Metodu ile Katlararası Serbest Yüzey Oluşturulması)

Blasting Between Sublevels In Divriği Mine Operations (Developing Free Face Between Sublevels by Fan – Cut Technique)

Metehan Derya

(Orica-Nitro Patlayıcı Mad. San. Ve Tic. A.Ş., G.O.P./Ankara)

Ümit Kılıç

(Orica-Nitro Patlayıcı Mad. San. Ve Tic. A.Ş., G.O.P./Ankara)

Murat Mete

(Çayeli Bakır İşletmeleri, Çayeli/Rize)

ÖZET Bu bildiri, Erdemir'e ait Divriği A – Kafa maden işletmesinde Park Demir Maden tarafından yeraltında ara katlı göçertme yöntemiyle demir cevheri üretmek üzere ilk kez katlar arası delme patlatma tasarımının yapılması, uygun patlayıcı seçimi ve yelpaze çekme metodu ile serbest yüzey oluşturulması uygulamalarını anlatmaktadır.

ABSTRACT This paper explains the sublevel caving blasting design, explosives selection and free face developing applications between sublevels by fan – cut technique to produce run of mine of iron in Divriği A – Kafa Mine Operations which is operated by Park Demir Maden.

1 GİRİŞ

1.1 Divriği Yeraltı Demir İşletmesi

Türkiye'nin ilk yer altı demir cevheri madeni, Sivas İli, Divriği ilçesi sınırları içerisinde bulunan Erdemir'e ait Divriği A-Kafa yer altı maden işletmesi, Park Demir Maden tarafından yeraltında ara katlı göçertme metodu ile işletmeye alınmıştır.

Uzun yıllardır yüzeydeki cevheri işlenen Divriği'de yüzlerce metre derinlikteki demir rezervlerinin bu yöntem ile çıkartılması planlanmaktadır.

2 A – KAFA YER ALTI OCAĞI HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Park Demir Maden Firması tarafından ara katlı göçertme metodu ile üretim

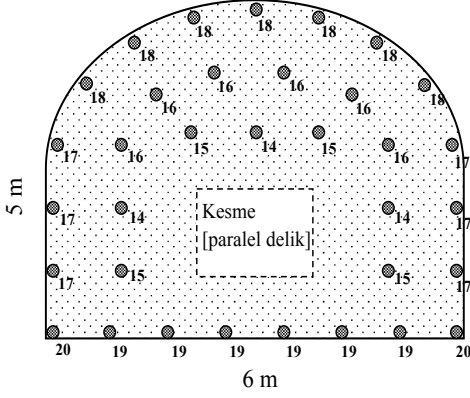
yapılabilmesi için 1236 ve 1224 adı verilen yer altı katlarında cevher içerisinde galeriler sürülmüştür. Ulaşımı ana rampa ile sağlanan bu katlardan özellikle 1236 katının Doğu 1 diye adlandırılan bölümünde cevher içerisinde 9 farklı galeri (galeri 2, galeri 3, galeri 4, galeri 5, galeri 6, galeri 7, galeri 8, galeri 9) sürülmüştür. Bu galerilerin her biri ortalama 40 – 45 metre uzunlukta olup toplam uzunlukları yaklaşık 360 – 400 metredir.

2.1 Hazırlık Galerilerinde Delme – Patlatma İşİ

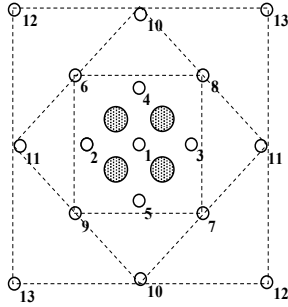
Hazırlık amaçlı sürülen galerilerde patlatma yöntemi olarak paralel delik metodu seçilmiş olup, tasarım ve uygulamalar bu yöntemde oldukça tecrübeli olan Park Demir Maden

firması mühendisleri, delici operatörleri ve ateşleyicileri tarafından yapılmaktadır.

Hazırlık galerilerinde uygulanan patlatma tasarımına ait değişkenler aşağıda verilmiştir (Şekil 1., Şekil 2., Çizelge 1.):



Şekil 1. Hazırlık galeri kesiti ve gecikmeler



Şekil 2. Hazırlık galerisi kesme bölgesi detayı

Çizelge 1. Hazırlık galerileri delme – patlatma parametreleri

Formasyon	: Demir cevheri
Patlatma yöntemi	: Paralel delik
Kesit alanı	: 31.09 m ²
Galeri taban genişliği	: 6.00 m
Galeri yüksekliği	: 5.50 m
Ortalama delik sayısı	: 50 – 55 ad.
Patlayıcı delik çapı	: 45 mm
Boş delik çapı	: 89 mm x 4 ad.
Delik boyu	: 3.80 m
İlerleme (%90)	: 3.42 m
Patlatılan hacim (% 90 ilerleme)	: 106.33 m ³
Ana patlayıcı	: ANFO
Toplam ana patlayıcı	: 300 Kg.
Yemleme	: P. Magnum 365 : Ø 38x225 mm

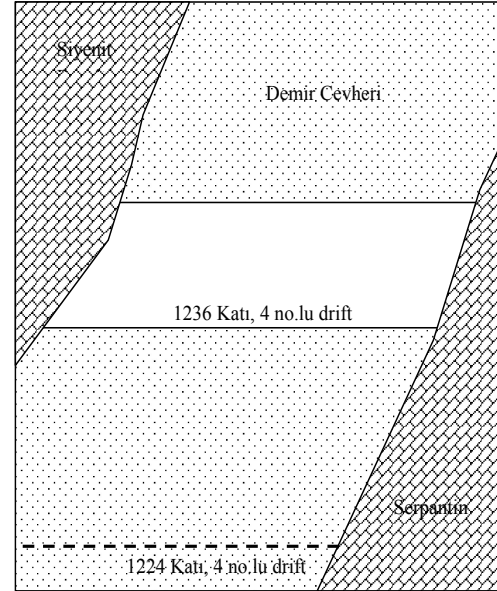
Ateşleme sistemi	: Exel LP 4 m.
Yüzey bağlantı sistemi	: İnfilaklı fitil (5g./m)
Ozgül şarj	: 2.82 Kg./m ³
Ozgül delik	: 1.97 m/m ³

Hazırlık galerilerinde kuru deliklerde ana şarj olarak ANFO kullanılmakta ve ANFO'nun patlatma deliklerine doldurulması işi özel ANFO şarj makineleri ile yapılmaktadır. Deliklerde su bulunan galeri aynalarında ise ana patlayıcı olarak ANFO'nun yerine kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcı olan Powergel Magnum 365 (Ø 38x400 mm) kullanılmaktadır.

2.2 Hazırlık Galerileri Genel Durum ve Üretim Planları

1236 katı diye adlandırılan ve cevher içerisinde bulunan katta sürülen 9 farklı galeri de aşağıdan yukarıya delinecek deliklerle (fan) patlatmalar yapılarak ara katlı göçertme yönteminin uygulanması planlanmıştır.

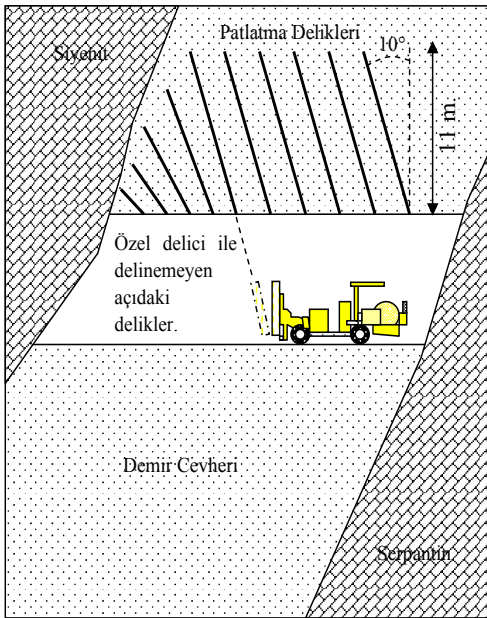
1236 katı, Doğu 1 galerisi ve 4 no.lu drift'in görünümü ve tasarlanan patlatma tasarımı Şekil 2. de verilmiştir.



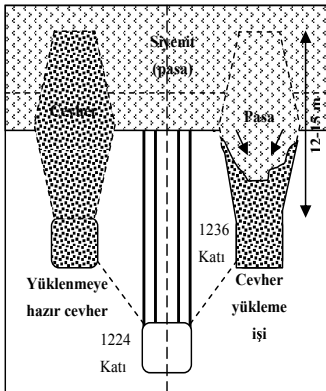
Şekil 3. 1236 Katı genel görünümü

3 ARA KATLI GÖÇERTME PATLATMA TASARIMI (SERBEST YÜZEY OLUŞTURULMASI)

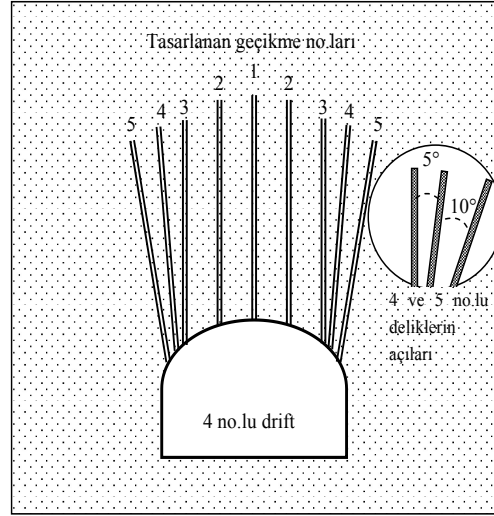
Ara katlı göçertme yöntemi ile üretim patlatmaları yapılabilmesi için öncelikle uygun hacimde serbest yüzey oluşturulması gerekmektedir. Delme – patlatma ile oluşturulması planlanan bu serbest yüzey, paralel delik veya yelpaze çekme patlatma yöntemleri ile açılabilir (Orica, Engineer Training Program – Package No. 17). Bu aşamada serbest yüzeyin yelpaze çekme metodu ile oluşturulması kararlaştırılmış, patlatma dizayn ve planları bu doğrultuda oluşturulmuştur (Şekil 4., Şekil 5., Şekil 6.).



Şekil 4. Planlanan patlatma tasarımı

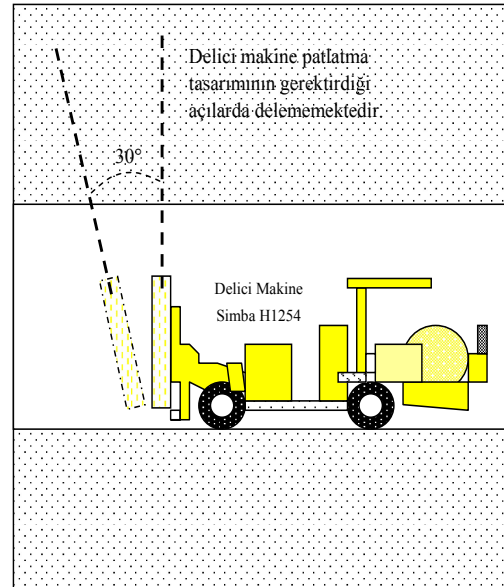


Şekil 5. Üretim planı (1236 katı en üst kat olup diğer katlar daha alt kotlardadır.)



Şekil 6. Planlanan patlatma tasarımı; gecikmeler ve delik düzeni (kesit)

Patlatma tasarımının uygulama aşamasında pek çok zorlukla karşılaşmıştır. Bunlardan en önemlisi bu patlatmalar için özel olarak alınmış olan delici makinenin (Simba) yelpaze çekme metodunun gerektirdiği açılarda öne eğimli delikleri delmeye uygun olmayışıdır (Şekil 4.). Delici makine paralel delik metodunun uygulanmasına yönelik tasarlanmış olup öne doğru verebileceği en büyük açı 30°'dir (Şekil 7.).



Şekil 7. Delici makine ile öne doğru en fazla 30° ile delik delinebilmektedir.

Bu durumda delici makinenin (simba) delemediği öne geniş açılı patlatma deliklerinin, galeri aynalarının delinmesinde kullanılan elektro hidrolik delici (jumbo) ile delinmeleri kararlaştırılmıştır. Tasarım üzerinde gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra, uygun patlayıcı ve ateşleme sistemi seçim aşamasına gelinmiştir.

3.1 Uygulamaya Öncesi

İşletmenin elinde bulunan delme ve şarjlama ekipmanları göz önüne alınarak yapılan patlatma tasarımının uygulanabileceği yer olarak yer altı maden ocağının 1236 katı, doğu 1 galerisi ve drift 4 seçilmiştir.

3.1.1 Patlayıcı ve Ekipman Seçimi

3.1.1.1 Patlayıcı Maddeler

Ana patlayıcı olarak yatay galerilerde olduğu gibi ANFO seçimi üzerinde durulmuştur. Ancak seçilecek patlayıcının galeri tavanına delinen dik deliklerden (normal ile 10°) aşağı dökülmemesi ve mevcut ANFO şarj makinesi ile zorlanmadan şarjlanabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle emülsiyon patlayıcı ile belli yüzdelerde karıştırılmış ANFO ile çalışılması planlanmıştır.

Belli oranda karıştırılıp Divriği'ne getirilen bu özel patlayıcı karışımı 1236 katı, Doğu 1 galerisi ve 6 no.lu drift' te denenmiş ancak başarı sağlanamamıştır. Emülsiyon karışım oranı yeterli olmadığından dik deliklere şarjlanan patlayıcı delikte tutunamayıp aşağı dökülmüştür. Bu aşamada patlayıcı tedarikçisinden daha yüksek yüzde oranlarında emülsiyon karıştırılmış yeni patlayıcı numuneleri istenmiştir. Denemeler sonucunda ANFO şarj makinesinin rahatça şarj edebileceği, dik deliklerde tutunabilen emülsiyon – ANFO karışım oranı tespit edilmiştir.

3.1.1.2 ANFO Şarj Makinesi ve Anti-statik Hortumlar

Deneme patlatmasının işletmede halen galeri patlatmalarında da kullanılan 100 kg. kapasiteli ANFO şarj ünitesi ile gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır. Bunun yanı sıra dik deliklere şarjlama yapılabilmesi

için daha önceden yurt dışından sipariş edilen sert anti-statik şarj hortumlarının kullanılması kararlaştırılmıştır.

3.1.1.3 Ateşleme Sistemi

Planlanan deneme patlatmasında ateşleme sistemi olarak elektriksiz kapsüllerin kullanılması uygun bulunmuştur (Şekil 9.).

4 UYGULAMA

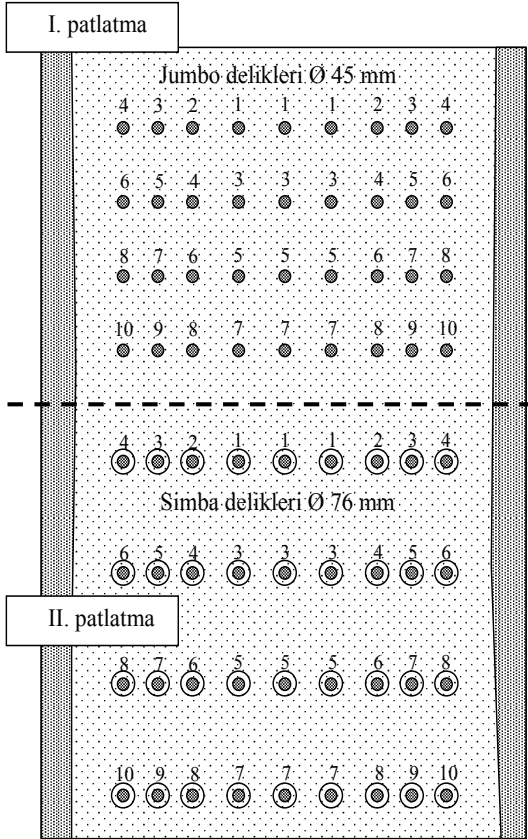
4.1 Deliklerin Doldurulması ve Bağlantılar

Ara katlı göçertme yöntemi ile üretim ve serbest yüzey oluşturulmasına ilişkin patlatma tasarım değişkenleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.):

Çizelge 2. Patlatma tasarım değişkenleri

Formasyon	: Demir cevheri
Patlatma yöntemi	: Yelpaze çekme
Delik durumu	: Kuru
Galeri taban genişliği	: 6.00 m
Galeri yüksekliği	: 5.50 m
Delik sayısı	: 72 ad.
Bir sıradaki delik sayısı	: 9 ad.
Patlayıcı delik çapı (jumbo)	: 45 mm x 36 ad.
1. sıra; (15° yatay)	: 9 delik (3.80 m)
2. sıra; (25° yatay)	: 9 delik (3.80 m)
3. sıra; (35° yatay)	: 9 delik (3.80 m)
4. sıra; (45° yatay)	: 9 delik (3.80 m)
Jumbo deliklerinde şarj (ANFO –M) konsantrasyonu	: 1.50 kg/m
Patlayıcı delik çapı (simba)	76 mm x 36 ad.
5. sıra; (63° yatay)	: 9 delik (5.40 m)
6. sıra; (68° yatay)	: 9 delik (7.20 m)
7. sıra; (73° yatay)	: 9 delik (9.00 m)
8. sıra; (78° yatay)	: 9 delik (10.80 m)
Simba deliklerinde şarj (ANFO –M) konsantrasyonu	6.20 kg/m (~%10 zayıyat)
Ana Patlayıcı	: ANFO – M
Yemleme	: P. Magnum 365
	: Ø 38x225 mm (306 g./ad.)
Ateşleme sistemi	: Exel LP 18 m.
Yüzey bağlantı sistemi	: İnfilaklı fitil (5g./m)

Çizelge 2.' de belirtilen ilk dört sıra patlatma deliğinin (jumbo delikleri) önce, geri kalan 4 sıra deliğin (simba delikleri) daha sonra patlatılmasına karar verilmiştir. Böylelikle ilk patlatma sonrası ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda ikinci patlatmada gerekli tedbir ve revizyonlara gidilmesi planlanmıştır. (Şekil 8).



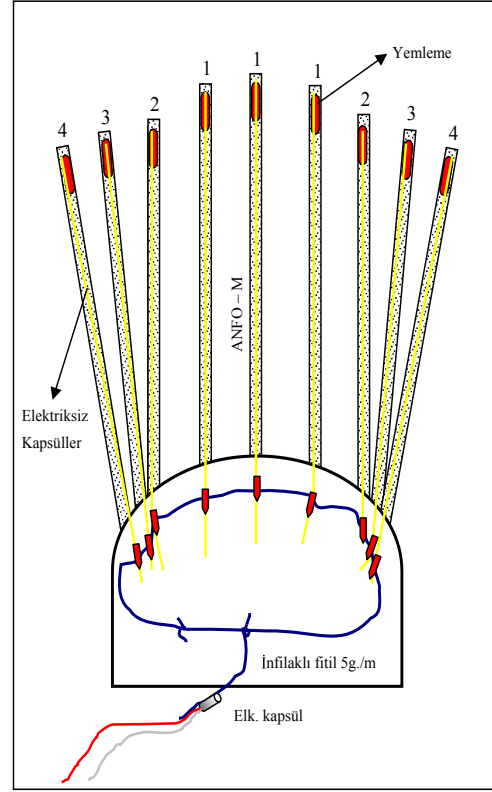
Şekil 8. İki bölümde planlanan patlatmalar ve ateşleme sıraları

İlk patlatma için planlandığı gibi jumbo delikleri patlayıcı ile doldurulmuş ve bağlantıları yapılmıştır (Şekil 8., Şekil 9.). Patlatma sonucunda hedeflenen pilot açıklık sağlanmış ve simba deliklerinin daha rahat patlayabileceği serbest yüzeyde elde edilmiştir (Şekil 10.).

İkinci patlatma için daha önceden delinmiş olan 76 mm çapındaki patlatma delikleri (Şekil 8.) ANFO şarj makinesi ile doldurulmuş ve elektriksiz kapsüllerin bağlantıları yapılmıştır (Şekil 9). Patlatma sonrası elde edilen parça boyutunun ve dağılımının iyi olduğu, yükleyici

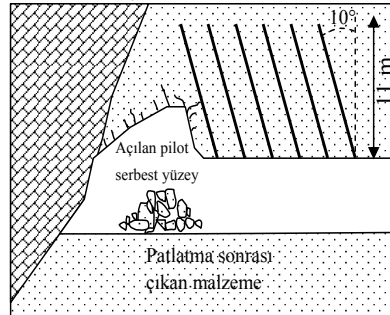
makinerin verimli çalıştıkları gözlenmiştir. Ayrıca planlanan üretim deliklerinin verimli patlatılabilmesi için hedeflenen serbest yüzey güvenle açılmıştır (Şekil 11.).

Türkiye'de daha önceleri sınırlı sayıda benzer patlatmalar paralel delik metodu ile yapılmış olup ilk kez yelpaze çekme yöntemi bu iş için kullanılmıştır.

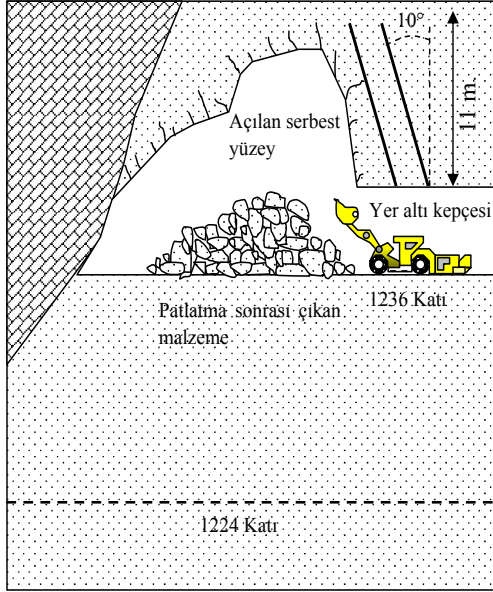


Şekil 9. Ateşleme sisteminin bağlantıları

Patlatma sonrası çıkan malzemenin uzaktan kumandalı yer altı kepçeleri vasıtasıyla yüklenecek boyutlarda olduğu görülmüştür (Şekil 11.). Üretim deliklerinin aynı yöntemle açılan serbest yüzeye doğru patlatılması ve boşluğun genişletilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 10. İlk Patlatma sonrası elde edilen serbest yüzey



Şekil 11. patlatma sonrası çıkan malzemenin uzaktan kumandalı yer altı kepçesi ile yüklenmesi

5 SONUÇLAR

Divriği A-Kafa Yer Altı Maden İşletmesi 1236 katı galerilerinde aşağıdan yukarıya delinecek deliklerle (fan) patlatmalar yapılarak üretim hazırlıklarının yapılması planlanmıştır.

İki kademedeki gerçekleştirilen patlatmalarda üretim deliklerinin verimli patlatılabilmesi için serbest yüzey oluşturulması hedeflenmiştir.

Bu doğrultuda yelpaze çekme metodunun temel prensipleri kullanılarak delme patlatma tasarımı yapılmıştır.

Tasarımın uygulanması sırasında delici makine ile tasarım uyumsuzluğunun farkına varılmış bu durum başka bir delici makinenin yardımıyla geçici olarak aşılmıştır. Ancak ileride bu uyumsuzluğu ortadan kaldırmak adına delici makinenin daha rahat delebileceği paralel delik yönteminin uygulanması üzerine çalışılması gereklidir.

Uygun patlayıcı, ANFO ile emülsiyonun belli oranlarda karışımından elde edilmiş numunelerin sahada denenmesi ile tespit edilmiştir. Bulunan patlayıcı bundan sonraki benzer patlatma uygulamalarında da kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Orica Technical Service Team, *Safe and Efficient Blasting in Underground Metal Mines*, (139 - 171 s.).
- International Society of Explosives Engineers, (17th ed.), 1998. *Blasters' Handbook*, Cleveland, Ohio, (351 - 408 s.).
- Olofsson, Stig O., 1988. *Applied Explosives Technology for Construction and Mining*, Arla, Sweden, (160 - 173 s.).
- Orica, *Engineer Training Program – Package No. 17 (Ring Drilling)*, Australia, (90 - 111 s.).
- Introductory Mining Engineering*, Howard L. Hartman, The University of Alabama (441 - 450 s.).