

Kontrollü Patlatma Teknikleri ve Borçka Barajı Projesindeki Uygulamanın İncelenmesi

O. Keser
İzmir, Türkiye

G. Konak & A.H. Onur
Madan Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Ü. Alpaslan
Yüksel İnşaat. Borçka Baraj Santi.ye.si, Ar İvin. Türkiye

ÖZET: Madencilik, İnşaat ve diğer alt yapı işlerinde yapılan patlatmalar sonucu, kalıcı (nihai) şevlerin duraylılığını olumsuz yönde etkileyen geri kırma, son kırma ve süreksizlikler gibi pek çok sorun ortaya çıkmaktadır. Kalıcı şevlerde oluşan hasarları önlemek amacıyla bir çok yöntem geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu yazıda kalıcı şevde meydana gelen hasarları önlemek amacıyla geliştirilen kontrollü özel patlatma teknikleri üzerinde durulmuş ve bu tekniklerden birisi olan Ön Kesme Patlatılmasının Borçka Baraj projesinde yapılan uygulamaları incelenmiştir. Borçka Baraj projesinde Ön Kesme Patlatmalarında kullanılan patlayıcı madde cinsi, patlatma yöntemi ve delik dizaynı gibi teknik parametreler incelenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

ABSTRACT: There have been many problems on the final wall of mining, construction and infrastructure works induced by blasting such as back-break, end cracks and discontinuity propagation. Many methods have been developed and applied to avoid such problems in the final wall slopes. In this paper, after introducing several methods, pre-split blasting method and its application in Borçka dam project will be introduced in detail. The technical parameters of pre-splitting in Borçka project, such as type of the explosives, methods of blasting and blast pattern have been analysed and will be given later in the scope of this paper.

I GİRİŞ

Madencilik, inşaat ve diğer altyapı işlerinde yapılan patlatmalar sonucu pek çok sorun ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar iki gruba ayrılabilir. Birinci grup, titreşim (yer sarsıntısı), hava şoku ve gürültü gibi çevreye rahatsızlık veren sorunlardır. İkinci grup ise patlatma sonrası geri kalan kayada oluşan geri kırma, son kırma ve kaya fırlaması gibi işletmeyi zora sokan sorunlardır. Birinci grup problemlerin patlayıcı madde miktarının azaltılması, patlayıcı şarjının delik içerisinde iyi dağıtılması, gecikmeli bir ateşleme sistemi kullanılması, sıkılama miktarının artırılması gibi yöntem değişikliği gerektirmeyen kısmi çözümleri olmasına rağmen ikinci grup sorunlar kontrollü özel patlatma teknikleri ile çözülebilmektedir.

Kalıcı şev oluşturulması gereken işletmelerde delme patlatma çalışmalarının birim maliyetleri azaltılmaya çalışılırken yapılan patlatma çalışmalarını kalıcı şevleri olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Bu nedenle kalıcı şevlerdeki hasarları önlemek amacıyla kontrollü patlatma teknikleri geliştirilerek

uygulamada kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerin ortak amacı, patlayıcı şarjının azaltılması ve daha iyi dağıtılması ile teorik kazı hatlıının ötesinde bulunan kayadaki kırıkları ve gerilmeyi en aza indirmektir. Önceleri deneme yanılma metodu ile yaklaşılan bu tür sorunlar, günümüzde başta gelişmiş ülkeler olmak üzere, bir çok ülkede Kontrollü Özel Patlatma Teknikleri olarak tanımlanan yöntemlerle çözülebilmektedir.

Kontrollü patlatma teknikleri her türlü kazı işinde uzun yıllardan beri uygulanmaktadır. Son yüzeylerin kontrolü, açık işletmelerde, yol şevlerinde, tünel kazılarında, baraj inşaatlarında ve kanal kazılarında hayali bir öneme sahiptir. Yüzey kırılmaları kontrol edilmezse bunun sonuçları belirgin bir şekilde yapının duraylılığını, işlemin etkin maliyetini ve verimliliğini etkileyebilir.

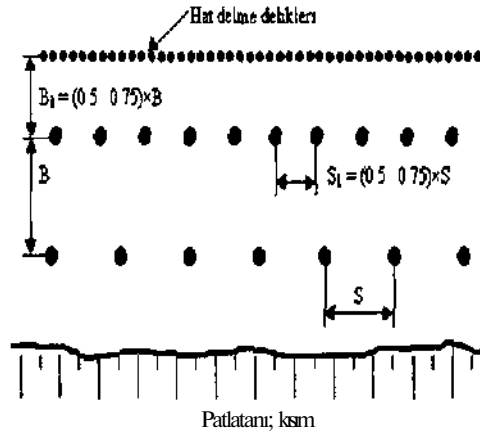
Kontrollü patlatma teknikleri, ülkemizde başta yol, baraj ve metro işleri olmak üzere diğer kazı işlerinde de kullanılmaktadır. Kontrollü patlatma teknikleri kullanılarak kazı yapılan uygulamalardan birisi de Borçka Baraj projesidir. Bu proje

kapsamında kontrollü patlatma teknikleri baraj inşaatı ve bir bölümü baraj suları altında kalacak olan Borçka - Murgul karayolunun yeni açılan bağlantısı için yapılan patlatma 11 kazı işlerinde kullanılmıştır. Kontrollü patlatma yöntemlerinden On Kesme tekniğinin kullanıldığı bu projede patlatma deliklerinin çaplar 76 mm. ön kesme hattında delikler arası mesafe genellikle 80 em civarında uygulanmıştır. Gerek baraj gerekse yol kazısı için ön kesme deliklerinde kullanılan özgül şarj miktarı değişken olmakla birlikte, yapılan patlatmalar sonucunda başarılı sonuçlar alınmıştır.

2 KONTROLLÜ PATLATMA TEKNİKLERİ

2.1 Hat Delme Yöntemi

Hat delme işleminde kazı hattı boyunca düzenli olarak delinen tek sıra. birbirine yakın, şarj edilmemiş küçük çaplı delikler, patlamanın birincil etkisinin kesilebilmesi için etkin bir zayıflık düzlemi oluşturur. Hat delme delikleri, kazı hatlı boyunca genellikle 51 ile 76 mm arasındaki çaplarda ve bu çapların iki ile dört misli aralıklarla delinirler. Hat delme delikleri ile en yakın patlatma delikleri arasındaki mesafe genellikle normal dilim kalınlığının %50-75'i kadardır (Olofsson. 1988).

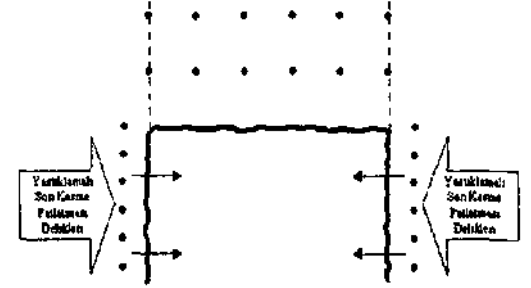


Şekil I Hat delme yöntemi (Olofsson. 1988)

2.2 Yastıklamalı Son Kesme Patlatması

Yastıklamalı son kesme delikleri ana patlatma sonucu oluşan patlatılmış malzeme kazıldıktan sonra ateşlenir. Delikler delik boyunca sıkılanmış, iyi dağıtılmış sağlıdır ve kartuşlu patlayıcıların delik içerisinde bir infilaktı tıtlı ile bağlanmasıyla şarj edilir. Sıkılama patlayıcının kalan kayaya olan

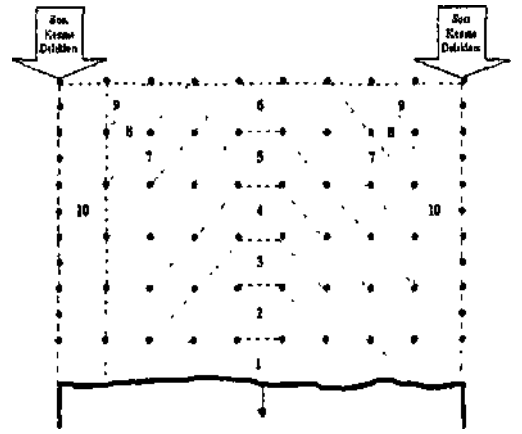
şokunun hızını keserek kalan kayadaki kırıkları ve çatlaktan en aza indirir.



Şekil 2 Yastıklamalı son kesme patlatmasının prensibi (Naapuri. 1990).

2.3 Son Kesme Patlatması

Son kesme patlatması, ana patlatmaya ait diğer delik sıralarıyla bağlantılı olarak yapılır ve son kesme patlatmasının delikleri, ana patlatma deliklerinden daha yüksek bir gecikme süresiyle ateşlenir (Şek. 3). Son kesme delikleri hafif şarjlı olmalıdır. Son kesme deliklerine en yakın sıradaki komşu deliklerin şarj miktarı da az olmalıdır. Kalan kayanın kalitesi büyük oranda delikler arası mesafe (S) ile dilim kalınlığı (B) arasındaki ilişkiye bağlıdır. İyi bir sonuç için $S/B < 0.8$ olmalıdır (Olofsson. 1988).

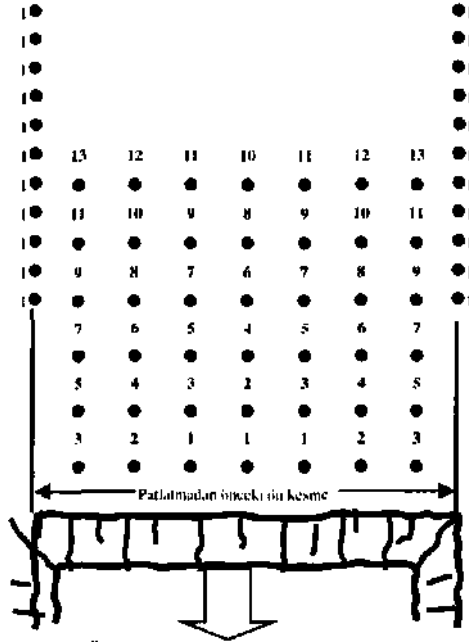


Şekil 3. Son kesme patlatmasının prensibi (Naapuri. 1990).

2.4 Ön Kesme Patlatması

Ön kesme patlatmasında teorik kazı düzlemi boyunca yapay bir kırık düzlemi oluşturularak, kalan kaya formasyonu patlatma bölgesinden ayrılır. Bu işlem, patlatmanın çevresi boyunca nispeten birbirine yakın deliklerin tek bir sıra halinde

delinmesiyle yapılır. Delik çapları genellikle 30 - 120 mm arasındadır. Ön kesme patlatmasında delikler ana patlatma deliklerinden önce ateşlenir (Olofsson, 1988).



Şekil 4. Ön kesme patlatması (Olofsson, 1988).

2.5 Birleşik Yöntemler

Sınır patlatmalarında, farklı yöntemlerin birlikte kullanımı gerekli olabilir. Homojen formasyonlarda, hat delme ile son kesme ya da ön kesme patlatması yöntemlerinin birlikte kullanılması daha iyi sonuç verir. Son kesme ya da ön kesme delikleri arasındaki hat delme, delikler arasındaki kesme işlemi için kılavuz vazifesi görür. 90° köşeli yerlerde ön kesme patlatması ya da hat delme kullanılabilir (Olofsson, 1988).

3 BORÇKA BARAJI PROJESİNDEKİ ÖN KESME PATLATMASI UYGULAMASI

3.1. Projenin Tanıtılması

Borçka projesi, Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'ndir. Çoruh Nehri üzerinde yer almaktadır. Bu proje, hidroelektrik enerji üretimi amaçlı planlanmıştır. Baraj yeri Artvin İli'nin 25 km kuzey batısındadır. *Rezervuarın* (Barajın memba tarafında biriktirilen suyun bulunduğu göl alanı) toplam depolama kapasitesi ve aktif depolama kapasitesi sırasıyla 418.95 - 10⁶ m³ ve 150.78 x 10⁶ m³'dür.

Toplam kurulu gücü 300 MW olarak planlanan santral, 2 üniteli olarak inşa edilecektir

3.2 Bölgenin Jeolojisi

Baraj yeri ve yardımcı yapıların altında, litik tül" ve aglomera gibi volkanik kayalar yayılır. Bu kayalar, Eosen yaşlı Borçka formasyonuna aittirler. Baraj yeri, aşağıda sıralanan üç bölgeye ayrılabilir (Yüksel İnşaat AŞ Arşiv Bilgileri, 2001).

- 35° eğimli ve ana kayanın başlıca mostra verdiği sağ sahil Kaya açığa çıkmadığı zaman, 3 m kalınlığa varan örtü malzemesiyle kaplanır.
- Nehir alanı, başlıca iri çakıllardan oluşan, 60-70m kalınlığında alüvyon dolgudan ibarettir,
- Ana kaya yüzü. Çoruh ve Murgul nehirlerinin aşındırmasıyla biçimlenmiş sol sahil : Eski nehir kanalları, sol sahilin kuzey yamacının altındadır. Bu kanallar, eski çakıllı alüvyon tarafından doldurulmuştur. Eski alüvyon, birkaç metre kalınlığında alüvyon kökenli olduğu zannedilen killi siltli kil tabakaları tarafından örtülmüştür.

Ana kaya, litik tül" ve ağı o meralardan oluşmuştur. Her iki kaya tipi, benzer mineralojik bileşim gösterirler. Hakim mineral, camı kayalardan ayrışma ürünü olarak meydana gelen fillo silikatlardır, ayrıca, iri feldspat kristalleri, amfibol, piroksen ve oksitleri içerir. Aglomeraların yuvarlak taneli kaya parçaları 1-25 cm çapında olup, tüflü malzemeden oluşmuştur. Litik tül ve aglomeraların önemli bir özelliği, ayrılmaya az direnç gösteren, iyi gelişmiş mikro gözenekli olmalarıdır. Kaya, tabakalı ve eklemlidir. Tabakaların düzlemlerinin eğimi 5°-10° kuzey-kuzeybatıya doğrudur. Kaya tabaka düzlemleri boyunca nadiren yarılmıştır. Eklem sisteminde, iki ana sistem dike yakın eğimli olup, biri kuzey, diğeri kuzey-kuzeybatı doğru kuludur. Eklem aralıkları 30 cm ile 80 cm arasında değişir. Eklem çöğünlukla kapalı veya çok az açık olup, yüzeyleri pürüzlüdür. Yüzeğe yakın yerlerde eklem açık olup, sistematik olarak ince kille sıvalıdır. Ana kayanın geçirimsizliği, eklem sıklığına ve açıklığına bağlıdır. Temelden olacak sızıntılarla ilgili olarak kaya hamuru geçirimsizdir. Kaya kalitesi değeri (RQD), karotlarla yapılan ölçümlerde orta ile iyi arasında belirlenmiştir. Ölçülmüş karot boyunun % I (Tunda RQD değeri %60'dan daha düşük bulunmuştur. Kayanın ortalama yoğunluğu 2.58 t/m³'dür. Karotlar üzerinde tespit edilmiş tek eksenli basınç dayanımı 28 İle 158 MPa arasında değişir, ortalama basınç dayanımı 76 MIV'dır.

3.3 Uygulanan Kontrollü Patlatma Teknikleri

Borçka projesinde kullanılan patlatma yöntemleri, yapılan saha çalışmalarından elde edilen sonuçlara dayanmaktadır. Patlatma deliklerinin derinlik ve aralıkları, patlatmalardan eklenilen neticelere ve gerekli görülen ilave deneylere dayanarak iş sırasında geliştirilmiştir. Delik düzeni daimi işlerde ve *hatardolanla* (Barajda gövde kısmının yükseldiği dolgular) kullanılacak dolgu malzemesinin tane iriliğine uygun bir üretim sağlayacak şekilde değiştirilmektedir.

Temel kazısı tesviye edilecek son yüzeye yaklaşıncaya patlatma deliklerinin derinliği ve her delikte kullanılacak patlayıcı miktarı giderek azaltılmaktadır. Beton yapıların oturacağı son kaya yüzeylerinin patlatma ile örülenmesi ve zarar görmesine karşı bu kısımların kazısı için deliklere doldurulacak patlayıcı miktarı daha az olmakta (patlayıcı yükü azaltılmış) ve kazı matkap, kesiciler veya diğer yöntemlerle tamamlanmaktadır.

Genellikle kaya yüzeylerinin kesilmesinde, ön kesme kontrollü patlatma yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem fazla kazı (aşırı kazı) miktarının azaltılmasında ve projelerde gösterilen son kazı yüzeylerinin temin edilmesinde kullanılmaktadır.

Kontrollü patlatma sonucunda kaya yüzeylerinin örülenmemiş olmasına ve yüzeylerin belirlenen toleranslar içinde kalmasına özen gösterilmektedir. Ön kesme işlemi, üzerine beton kaplama gelmeyen kaya yüzeylerinin projelerde gösterilen hatlardan ± 15 cm ve üzerine beton kaplama gelecek kaya yüzeylerinin ise ± 7.5 em olacak şekilde gerçekleştirilmektedir.

Borçka Barajı projesi kapsamında servis yolları İnşaatı için de kullanılan Ön kesme patlatmasıyla kaya şevleri temizlenmekte ve kaya şevlerinde emniyetli çalışma için gerekli olacak bakım ve kontrol sistemini sağlamaktadır.

Borçka projesi kapsamında Ön kesme patlatmaları kullanıldıkları yere göre:

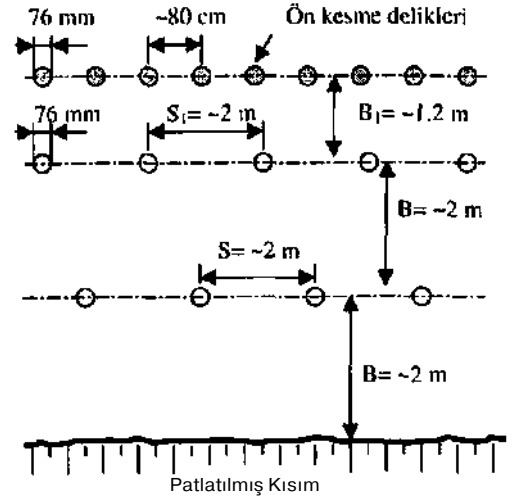
- Baraj inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları.
- Servis yollarının İnşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları olarak İki farklı grup altında incelenecektir.

3.3.1 Baraj İnşaatında Kullanılan Ön Kesme Patlatma/art

Baraj inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları genellikle ana patlatmanın yapıldığı alımdan bir önceki atımda yapılmaktadır. Baraj İnşaatında kullanılan ön kesme deliklerinin çapları, ana patlatma deliklerinin çaplarıyla aynı olup, genelde 76 mm'dir (Şek. 5). Ön kesme hattında delikler arası

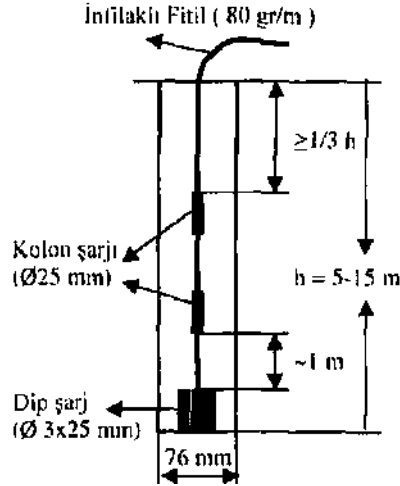
mesafe genellikle 80 cm civarındadır. Ön kesme patlatmalarında kullanılan delik boyları, projeye göre değişmekle beraber 5 ile 15 m arasındadır. Ateşleme elemanı olarak 8ü gr/m gramajlı infilaktı fitiller kullanılmaktadır. Bazı durumlarda gerek görülürse 10 gr/m gramajlı infilaktı fitiller de kullanılmaktadır. Dip şarj olarak üç adet 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı, kolon şarjı olarak İse 25 mm çaplı Bmüiile 150 patlayıcısı, yaklaşık İm aralıklarla infilaktı fitile bant ile bağlanarak kullanılmaktadır. Ön kesme deliklerinde sıkılama yapılmamaktadır. Ancak delik yüzeyinden, delik boyunun yaklaşık 1/3'üne veya daha fazlasına kadar bir mesafede kolon şarjı yapılmamaktadır (Şek. 6).

Ön kesme patlatmaları bazen ana patlatma ile birlikte aynı atımda yapılmaktadır. Ana patlatma ile aynı atımda yapılan ön kesme patlatmasında, ön kesme hattı ile ana patlatma deliklerinin son sırası arasındaki mesafe yaklaşık İ.2 m civarındadır. Ana patlatmalarda delikler arası mesafe İle dilim kalınlığı eşit olup, yaklaşık 2 m civarındadır ve şaş beş delik düzeni kullanılmaktadır (Şek. 5). Ana patlatmalarda kullanılan delik boyları 5 ile 15 m arasında olup, projeye göre değişmektedir. Ateşleme elemanı olarak gecikmeli elektrikli kapsüller kullanılmaktadır. Ana patlatma için dip şarj olarak bir adet 60 mm çaplı Emülite 100 patlayıcısı, kolon şarjı olarak İse Anlo kullanılmaktadır. Delik boyunun yaklaşık 1/3'ü kadar bir mesafede sıkılama yapılmaktadır.



Şekil 5. Baraj inşaatında kullanılan kontrollü patlatmalara ait delik düzeni.

Baraj inşaatında, değişik kotlarda işletmenin belirli bir tolerans içerisinde seviyeleri tam olması gerektiğinden, ön kesme patlatmalarına ve ana patlatmalara ait kullanılan deliklerin boylarında taban payı delik boyunun $\frac{1}{3}$ 'ünden daha az ve >1 hiç verilmeyip, sonra gerekirse tırnak kısımları makine ile alınmaktadır.



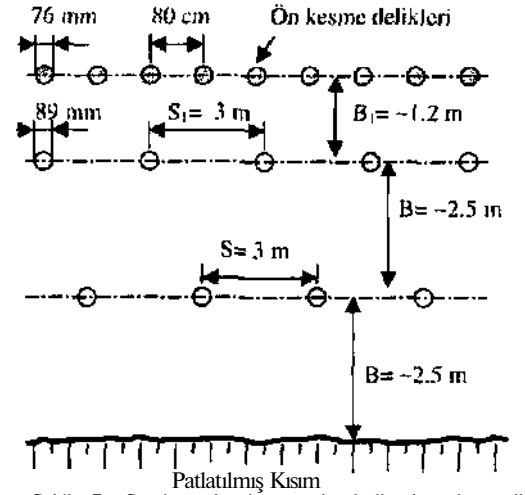
Şekil 6. Baraj inşaatı için kullanılan ön kesme patlatmasına ait delik kesiti.

3.3.2 Semis Yollarının İnşaatında Kullanılan Ön Kesme Patlatmaları

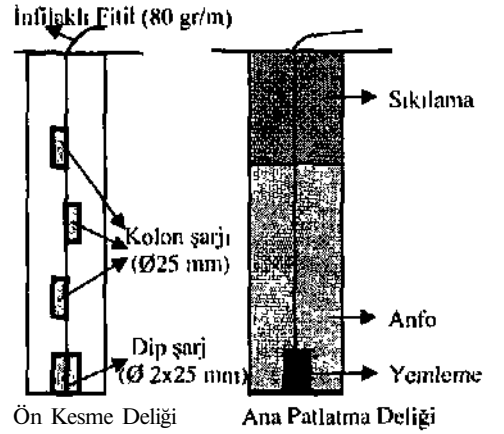
Servis yollarının inşaatında kullanılan ön kesme patlatmaları genellikle ana patlatma ile aynı atımda fakat ana patlatmadan daha düşük gecikme kullanılarak yapılmaktadır. Servis yollarının inşaatında kullanılan ön kesme deliklerinin çapları ise 89mm olmaktadır. Ön kesme deliklerinin boyları değişmekle beraber 5 ile 15 m arasındadır. Ön kesme hattındaki delikler arası mesafe 80 cm olarak alınmaktadır (Şek. 7). Ateşleme elemanı olarak 80 gr/m'lik enflaklı fitiller kullanılmaktadır. Bazı durumlarda 10 gr/m gramajında enflaklı fitiller de kullanılmaktadır. Dip şarj olarak 2 veya 3 adet 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı kullanılmaktadır. Kolon şarj olarak ise yaklaşık 1 m aralıkla enflaklı Utile bağlanan 25 mm çaplı Emülite 150 patlayıcısı kullanılmaktadır (Şek. 8). Ön kesme deliklerinde sıkılama yapılmamaktadır. Ancak delik yüzeyinden delik boyunun yaklaşık $\frac{1}{3}$ 'üne veya daha fazlasına kadar bir mesafe kolon şarjı yapılmadan boş bırakılmaktadır.

Ana patlatma deliklerinin son sırası ile ön kesme hattı arasında kalan dilim kalınlığı 1.2 m dir. Ana patlatmalarda, delikler arası mesafe 3 m. dilim kalınlığı 2.5 m olarak uygulanmakta ve delikler şaş

beş düzeninde delinmektedir (Şek.7). Ana patlatmalarda kullanılan delik boyları 5 ile 15 m arasında olup, projeye göre değişmektedir. Ateşleme elemanı olarak gecikmeli elektrikli kapsüller kullanılmaktadır. Ana patlatma için ilip şarj olarak bir adet 60 mm çaplı Emülite 100 patlayıcısı, kolon şarj olarak ise Anlb kullanılmaktadır. Delik boyunun yaklaşık $\frac{1}{3}$ 'ü kadar bir mesafede sıkılama yapılmaktadır.



Şekil 7. Servis yolu inşaatında kullanılan kontrollü patlatmalara ait delik düzeni.



Şekil 8 Servis yolu inşaatı için kullanılan ön kesme ve ana patlatma delikleri kesilmiştir.

3.4 Kontrollü Patlatma Uygulama Örnekleri

Borçka barajı İnşaatında ve baraj suları altında kalan Artvin - Borçka kara yolunun yenilenen bağlantısı

için yapılan kazılarda Ön Kesine kontrollü patlatma yönteminin kullanılmıştır. Bu yöntemle yapılan patlatmalardan ikisi ile ilgili kullanılan teknik parametreler örnek teşkil etmesi amacıyla aşağıda verilmektedir.

Örnek Atım 1

Atım Yeri: Borçka - Artvin servis yolu
 Atım Çeşidi: Ön kesme ve ana patlatma
 Tarih: 15/09/2000
 Atım yapılan kot: 255 m ile 241 m arası
 Delik çapı: 076 mm
 Delik sayısı (DS): II Adet
 Delikler arası mesafe (DAM): 0.8 m
 Delik boyu (DB): 14 m
 İnfilaklı fitil gramajı (İFG): 80 gr/m
 İnfilaklı fitil boyu (İFB): 160 m
 Kesme yüzey alanı = DS * DAM * DB
 (KYA) = 11 Adet x 0.8 m x 14 m
 = 123.2 m²
 Kullanılan Emülite 150 miktarı = 20 kg
 İnfilaklı fitil miktarı = İFB * İFG
 = 160 m x 0.080 kg/m
 = 12.8 kg
 Topl. Pat. Mik. = Em. 150 + İnfilaklı fitil
 = 20 kg + 12.8 kg = 32.8 kg
 Özg. Pat. Mik. = Topl. Pat. Mik. / DYA
 = 32.8 kg / 123.2 m²
 = 0.266 kg/m²

Örnek Atım 2

Atım Yeri: Derivasyon tüneli çıkış yapısı
 Atım Çeşidi: Ön kesme ve ana patlatma
 Tarih: 18/10/2000
 Atım yapılan kol: 101 m ile 95.50 m arası
 Delik çapı: 076 mm
 Delik sayısı (DS): 24 Adet
 Delikler arası mesafe (DAM): 0.8 m
 Delik boyu (DB): 5.5 m
 İnfilaklı fitil gramajı (İFG): 80 gr/m
 İnfilaklı fitil boyu (İFB): 170 m
 Kesme yüzey alanı = DS * DAM * DB
 (KYA) = 24 Adet x 0.8 m x 5.5 m
 = 105.6 m²
 Kullanılan Emülite 150 miktarı = 13 kg
 İnfilaklı fitil miktarı = İFB * İFG
 = 170 m x 0.080 kg/m
 = 13.6 kg
 Topl. Pat. Mik. = Em. 150 + İnfilaklı fitil
 = 13 kg + 13.6 kg = 26.6 kg
 Özg. Pat. Mik. = Topl. Pat. Mik. / DYA
 = 26.6 kg / 105.6 m²
 = 0.252 ke/nr

Baraj kazılan için uygulanan kontrollü patlatmaların ilk 8 ianesi, yöntem geliştirilmesi amacı ile yapılmıştır. İlk atımlarda patlayıcı miktarları yüksek tutulup, ateşleme elemanı olarak 10 gr/m gramajlı infilaklı fitiller kullanılarak özgül patlayıcı miktarları düşürülmeye çalışılmıştır. Ancak bu yöntem yeterince başarılı olmadığından, daha sonraki atımlarda patlayıcı miktarları düşürülmüş ve özgül patlayıcı miktarlarının yeterli olabilmesi için ateşleme elemanı olarak 80 gr/m gramajlı infilaklı fitiller kullanılmıştır. Bu şekilde yapılan atımlar genellikle başarılı olmuştur. Aşağıda, ilk deneme atımları hariç baraj inşaatında ve yol yapımında kullanılan örnek atımlara ait başarılı sonuçlar alınan kontrollü patlatmalara ait özgül şarj miktarları baraj inşaatı için Tablo 1'de, servis yolu inşaatı için Tablo 2'de verilmiştir. Borçka projesinde yapılan kontrollü patlatmalar için ideal özgül patlayıcı miktarları yaklaşık olarak hesaplanmıştır.

Baraj inşaatı için:

Özg. Pat. Mik. = Topl. Pat. Mik. / At. Say.
 = 6.882 / 22 = 0.313 kg/m²

Yol inşaatı için:

Özg. Pat. Mik. = Topl. Pat. Mik. / At. Say.
 = 1.494 / 6 = 0.249 kg/nr

Tablo 1. Baraj kazısında kullanılan özgül şarj miktarları.

| Atım no | Özgül şarj miktarı Ke/nr | Atım no | Özgül şarj miktarı Ks/m ² |
|---------|--------------------------|---------|--------------------------------------|
| 14 | 0.239 | 29 | 0.368 |
| 15 | 0.252 | 30 | 0.188 |
| 19 | 0.355 | 31 | 0.220 |
| 20 | 0.258 | 32 | 0.433 |
| 21 | 0.211 | 34 | 0.421 |
| 22 | 0.309 | 35 | 0.302 |
| 23 | 0.314 | 36 | 0.406 |
| 24 | 0.205 | 37 | 0.277 |
| 25 | 0.207 | 38 | 0.353 |
| 26 | 0.387 | 39 | 0.378 |
| 28 | 0.363 | 40 | 0.436 |

Tablo 2. Yol inşaatında kullanılan özgül şarj miktarları.

| Atım no | Özgül şarj miktarı Ke/nr |
|---------|--------------------------|
| 11 | 0.278 |
| 12 | 0.266 |
| 13 | 0.260 |
| 16 | 0.389 |
| 17 | 0.173 |
| 18 | 0.128 |

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Kontrollü patlatma yöntemleri u/un yıllardır yer altı ve yerüstü kazılarında kullanılmaktadır. Formasyona ve şartlara uygun yöntem ve patlatma düzeni ile başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Kullanım yerine bağlı olarak bazı değişiklikler yapıldıktan sonra kontrollü patlatma kullanılarak birçok uygulama alanında başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Kontrollü patlatmanın ideal koşulları jeolojik yapıya da bağlı olarak deneme yanılma yoluyla bulunur. Bu nedenle, patlatma konusunun içinde bulunan mühendisler kontrollü patlatmanın ideal koşullarını temel teorik bilgileri edindikten sonra, minimum deneme yanılma ile arazide bulacaklardır.

Borçka Barajı Projesinde uygulanan Ön Kesme patlatmaları, baraj inşaatında belirli toleranslar dahilinde kalınması gereken ölçüler nedeniyle işletme açısından son derece önemlidir. Ön kesme patlatmalarından ilk deneme atımları haricinde başarılı sonuçlar alınmıştır.

Başarılı sonuçlar alınan ön kesme patlatmalarında kullanılan özgül patlayıcı miktarı 0.20 kg/m³ ile 0.45

kg/m² arasında değişmektedir. Kullanılan ortalama özgül patlayıcı miktarı baraj inşaatında 0.352 kg/nr, yol yapımında ise 0.288 kg/m²'dir.

Ön kesme delikleri dışındaki ateşleme işlemleri ve ana patlatma deliklerindeki ateşleme işlemleri için kullanılan gecikmeli elektrikli kapsüller, bölgenin çok yağışlı olması nedeniyle hem patlatmaların verimi, hem de emniyet açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle ateşleme elemanı olarak Nonel kapsüllerin kullanımı tasarlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Konya. C. J. & Waller. E. J-. 1990- Controlled Blasting. *Stiftung Blci il Deux/I*, Prenlice-Hall. USA. s.2 i 7-240.
- Naanuri. J.. 1990. Trench Drilling and Blasting. Controlled Blasting on Construe non Sites. *Surjute Dulling und Blitsunx*, Tamrock. Finland, s. 198-208. 238-257
- Olnffsim. S. O.. 1988. *Applied Explosive Te Imnhil\ foi Ciiilinn ihm mill MIIIIIR*. Sweden s. 122-130. 174-187.
- Yüksel İnsani A.Ş., 2001 *Borçka Barajı, e HES Tesisleri Şanlıvısı Arşiv Bilgilen*, Borçka. Aıtvin.