

AÇIK OCAK DELME-PATLATMA İŞLEMLERİNDE MALİYET AZALTILMASI

IMPROVEMENTS IN QUARRY BLASTING COST EFFECTIVENESS

Ayhan TEK*

ÖZET

İstanbul ili İkitelli bölgesinde kırmataş üretimi yapan Marmara A.Ş taş ocağında,delme-patlatma işlemlerinde verim artırma ve maliyet düşürme çalışmaları yapılmıştır.Bu büdiride;patlayıcı türü ve delik düzeni gibi parametrelerin parça boyutu,pasa şekli ve patlatma hasarına etkileri araştırılmıştır.Saha patlatma veri ve gözlemleri, patlatma uygulamalarının iyileştirilmesinde birçok parametreyi göz önünde bulundurarak hem verim artırmada hem de maliyet düşürmede faydalar sağlayan SABREX bilgisayar program sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT

This paper discusses the studies which have been conducted into blast optimization and cost reduction at the quarry of Marmara A.Ş in İstanbul.The work has included a focus on fragmentation sizing,and muckpile distribution profile with respect to explosive type,and drilling pattern.The blasting results were compared to the SABREX Blasting Model which gives practical and graphic information about cost optimization.

* Maden Mühendisi

1.GİRİŞ

Günümüz agrega ocak işletmeciliğinde kaliteye dayanan sert bir rekabet yaşanmaktadır.İlkel yöntemlerle çalışan işletmelerin pazar payları hızla düşerken.yeni teknolojileri akılcı bir şekilde uygulayan işletmelerin sektördeki konumu güçlenmektedir.

Ocak verimi ve maliyetlerini belirleyen en önemli unsur üretimin İlk aşaması olan delme-patlatma işlemidir.İş güvenliği ve minimum toplam maliyetin sağlanması bu işlemin optimizasyonu ile mümkün olmaktadır.Toplam maliyeti oluşturan delme, patlatma, yükleme, taşıma ve kırma operasyonlarında yapılacak gerçekçi maliyet analizleri,işletmenin ana amacı olan minimum toplam maliyetin elde edilmesinde büyük önem taşımaktadır.Fakat ülkemizde birçok işletme toplam maliyeti sadece görünür kalemlerle değerlendirme - yanlışlığına düşmektedir.Özellikle,diğer işlemlerin verimini doğrudan etkileyen delme-patlatma İşleminde ucuzluk endişesi ile kalitesiz malzeme kullanımı ardışık maliyetler yaratmaktadır.Çoğu kez göz ardı edilen bu maliyetler sadece işletme ekonomisine değil ülke ekonomisine de ağır yükler getirmektedir.

İşletmede,toplam maliyeti oluşturan kalemler ayrı ayrı incelendiğinde,en yüksek kalemin kırma işleminden kaynaklandığı görülmüştür.Kırcıya beslenen malzemenin tane boyutu kırma işleminin verimini ve maliyetini tayin etmektedir.Bu bildiride,optimum tane boyutunun elde edilmesi için delme-patlatma işleminde yapılan pratik çalışmalara yer verilmiştir.Ortaya çıkan sonuçlar;kayaç,kullanılan patlayıcı ve yüzey parametrelerine göre tane boyutu,pasaj şekli ve maliyetler hakkında bilgiler veren SABREX bilgisayar program sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

2.UYGULANAN YÖNTEMİN TANITILMASI

Delme sistemi ve patlayıcı madde üzerinde yapılan çalışmalar verim artırma ve maliyet düşürme yönteminin ana hatlarını oluşturmaktadır.Uygulanacak yöntemin daha verimli olabilmesi için aşağıda belirtilen ön çalışmalar yapılmıştır.

a)Saha jeolojisi ve kayaç özelliklerinin belirlenmesi

Kaya kütlelerinin yapısal durumu ve özellikleri,hem İş güvenliği hem de patlatma verimi yönünden önemlidir. Saha ve laboratuvar çalışmalar sonucunda belirlenecek bu özelliklerin bilinmesi dizayn parametreleri ve patlayıcı seçiminde büyük faydalar sağlamaktadır.

Çalışma sahasındaki litolojiyi kumtaşı-şeyl ardışımından oluşan Trakya formasyonu teşkil etmektedir.Kuvars,feldispat,kayaç parçaları,biotit-muskovit ve opak minerallerinin çimentolanmasıyla oluşan kayacın bazı fiziksel ve mekanik değerleri Tablo 1 .de gösterilmiştir.

Tablo 1 Kayaca ait bazı fiziksel ve mekanik Özellikler

Tek eksenli basınç dayanımı(Mpa)	50.65
Yoğunluk (kg/m ³)	2690
Sismik dalga hızı (m/sn)	4678
Elastisite Modülü (Gpa)	50.40
Poisson oranı	0.24

b) İşletmede daha önce yapılan delme-patlatma verilerinin analizi

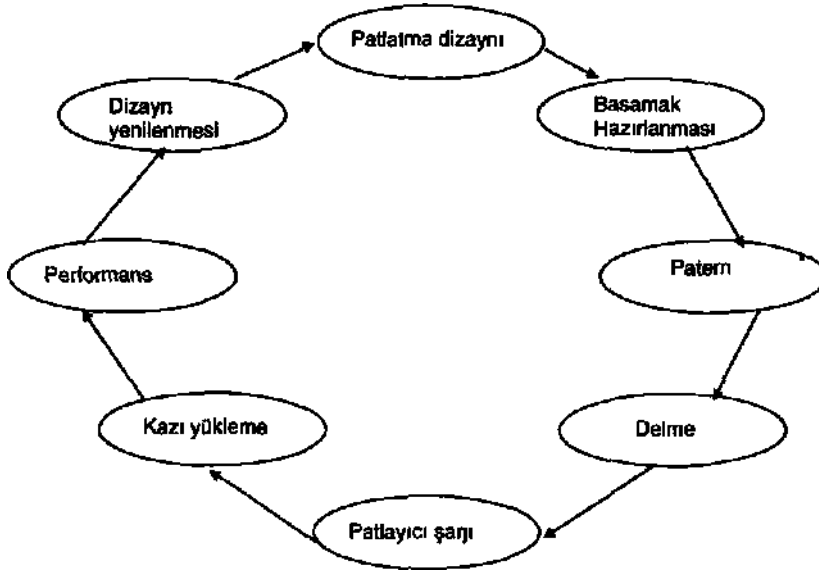
Daha Önce işletmede uygulanan delikler arası mesafe, yük mesafesi, sıkı lama boyu gibi yüzey patlatma parametreleri, patlayıcı madde özellikleri, özgü şarj ve patlatma sonuçları incelendiğinde iri blok ve tırnak problemlerinin yaşandığı anlaşılmıştır.

c) Personel eğitimi.

Birçok işletmede delme-patlatma işlerini yürüten personelin eğitim seviyesi düşüktür. Patlatma işleminin ve milyarlarca değerindeki İş makinalarının bilgisiz ve yetkisiz ellere teslimi hem iş güvenliğini hem de ocak verimini tehlikeye atmaktadır. İşletmede özellikle deüci makina operatörleri ve patlatma ekibine; delik delmenin önemi ve sonuçları, patlayıcı madde özellikleri, patlatma emniyeti ve patlatma parametreleri hakkında teorik ve uygulamalı bilgiler verilmiştir. Verim artırmada yararına inanılan ekip çalışmasının sağlıklı olarak yapılması bu bilgilerin güncelleştirilerek tekrarı ve yapılan işlerin sıkı bir denetimi ile mümkün olmaktadır.

d) Uygulanacak çalışma programının belirlenmesi

Yapılacak çalışmaların sistematik bir şekilde yürütülebilmesi için Şekil 1.de gösterilen program uygulanmıştır. Bu programda optimum tane boyutunun elde edilebilmesi için, kayaç ve patlayıcı madde özelliklerine göre hazırlanan patlatma parametreleri her atım sonrası değerlendirilerek en uygun sonuçlar elde edilene kadar yenilenmiştir. Kayaç parçalanmasına etki eden parametrelerin her defasında bir tanesi değiştirilmiştir. Uygun değerler elde edildiğinde diğer parametrenin keskinleştirilmesi yoluna gidilmiştir.



Şekil 1 Uygulanan Program Şeması

e) Sonuçların değerlendirilmesinde kullanılacak gözlem ve deneysel ölçümlerin belirlenmesi

Atım sonuçlarının değerlendirilmesinde zaman alıcı ve pahalı teknikler yerine üretimi aksatmayacak subjektif tekniklere başvurulmuştur. Bu teknikler;

- Birim operasyonlar bazında maliyet analizi.

- Delici, yükleyici ve ikinci makina enerji tüketimleri ve zaman esaslı delme, yükleme ölçümleri.

- Video kamera, fotoğraf, patar sayımı, geri taraf örselenmesi ölçümleri.

3. VERİM ARTIRMA VE MALİYET DÜŞÜRME ÇALIŞMALARI

3.1 DELME UYGULAMALARI ÜZERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Delme-patlatma işleminin optimizasyonunda, delme işinin hassasiyeti hayati önem taşımaktadır. Hata olarak yapılan bir delme işlemi, patlatma güvenliğini tehlikeye attığı gibi maliyet artışı ve zaman kaybına neden olmaktadır.

Ülkemizde, delici makina operatörlerinin büyük bölümü delik delme işinin önemini yeteri kadar kavrayamamıştır. Deliklerin ölçüm yapılmadan gelişigüzel delinmesi, yüzeyde yanlış işaretleme, gereğinden kısa veya uzun delik delinmesi ve delik sapmaları sıkça rastlanan hatalardır. Delici makina operatörlerinin eğitimi ve denetlenmesi hatalı delme işlemlerini büyük ölçüde azalttığından personel eğitimine azami özen gösterilmiştir.

"İşletmede ayna boyundan daha kısa delinen delikler ve tırnak problemini önlemek için ayna altında yardımcı delik delinmesi" esasına dayanan eski delme sisteminin iş güvenliği ve ekonomi yönünden sakıncalar taşıdığı görülmüştür. Zira ayna altında delme ve şarj işlemi sırasında meydana gelebilecek bir kaza faturası para ile ölçülemeyecek kadar büyük olacaktır. Bu sistem terkedilerek "deliklerin uygun bir alt delme ile ayna yüksekliğinden bir miktar daha fazla delinmesi" esasına dayanan sisteme geçilmiştir. Ocak için yapılan kaya mekaniği deneyi eri, kul lanı lan patlayıcı madde özellikleri, yemlemenin yeri ve miktar, yük mesafesi gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda, 0.5 metrelik bir alt delmenin yeterli olacağı hesaplanmıştır. Şekil 1.de gösterilen çalışma programına göre, delikler 10 metrelik ana üretim basamaklarında 0.5 metrelik bir alt delme verilerek hazırlanmıştır. Mevcut patern ve kullanılan patlayıcılar değiştirilmeden yapılan patlatma sonuçları eski sistem ile şu noktalarda karşılaştırılabilir;

a) Delici makina performansı : Net delme zamanı, yakıt tüketimi ve manevra süreleri üzerinde zaman ve enerji tüketim ölçümleri yapılmıştır. Eski sisteme göre zamanda %30, enerjide %17 tasarruf sağlanmıştır.

b) Patlayıcı tüketimleri ve şarj süresi : Yatay deliklere şarj edilen ekstra patlayıcı tüketimleri ve patlayıcı şarj süreleri göz önünde tutularak yapılan karşılaştırmada, patlayıcıdan %15, şarj süresinden %20 tasarruf sağlanmıştır.

c)Atım Kalitesi :Timak, patar, pasa şekli,tane boyutu,geri taraf örselenmesi gibi sonuçlar sübjektif olarak değeri endi rildiğinde.bu sorunlarda bir azalma olduğu görülmüştür.

d)İş güvenliği:Olaya İş güvenliği açısından bakıldığında elde edilen kazanım hiçbir ekonomik karşılaştırma yapılamayacak kadar büyüktür.

3.2 PATLAYICI PERFORMANSI

Kaya patlatmalarında ilk amaç İş güvenliğini tehlikeye atmadan minimum toplam maliyetin elde edilmesidir.Ülkemizde birçok işletme,minimum toplam maliyeti sadece patlayıcı madde maliyeti ile değerlendirme yanlışlığına düşmektedir.Eğitim eksikliği, patlayıcıyı sadece patlayıp patlamadığına bakarak değerlendirmek ve ucuzluk endişesi ile kalitesiz patlayıcı kullanımı ile verimsiz ve tehlikeli patlatmalar yapılmaktadır. Meydana gelen verimsiz patlatmalar sonucu,birim metre küp başına daha çok patlayıcı tüketimi ve işçilik maliyeti,iri blok ve tırnak ile ikincil patar atımları, yükleyici ve taşıyıcılarda büyük yıpranmalar ve kırıcıların daha çok çalışması gibi ardışık maliyetler göz ardı edilmektedir.

3.2.1 Kuru Deliklerde yapılan çalışmalar

Patlayıcı madde seçimi konusunda ilk olarak J.dynamite göre İş güvenliği ve ekonomik yönden daha avantajlı olan kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcı kullanımı tercih edilmiştir.Daha sonra işletmede kullanılan Tügsaş Teknik Amonyum Nitrat ile hazırlanan Anfo yerine fabrika koşullarında hazırlanmış prill-poroz Teknik Amonyum Nitrat imal edilmiş hazır ANFO kullanılmıştır.Patlayıcı değişikliği ile elde edilecek verimi veya olumsuzluğu pratikte görmek üzere işletmede aynı basamaklar üzerinde delikler hazırlanmıştır.

Deliklerin yarı delik düzeni kademeli olarak (0.25 metrelik artışlarla) genişletilerek tamamen fabrika koşullarında hazırlanan ANFO ile diğer yarı delik düzeni değiştirilmeden İşletmenin normal şartlarda hazırladığı ANFO ile doldurulmuş ve aynı ateşleme sistemleri ile patlatılmıştır.

Yapılan atımlar,birim metre küp kaya başına düşen maliyet,pasa kalitesi,parçalanma boyutu,işçilik,iş güvenliği,yükleyici ve kırıcı ekipmanların performansları gibi parametrelerle değerlendirilmiştir.Bu parametrelerin değerlendirilmesinde.patar sayımı, pasa profili değerlendirmesi,yükleyici makine yükleme zamanları gibi sübjektif (yan-objektif) tekniklere başvurulmuştur.Her atım öncesi ve sonrası ile atım sırasında ayna,pasa ve atım fotoğraflanmış ve kameraya alınmıştır. Tüm bu işlemler nihai sonuçlara ulaşılan kadar tekrarlanmıştır.Tablo 2.de işletmenin eski uyguladığı ve ulaşılan nihai sistemin teknik ve ekonomik karşılaştırılması görülmektedir.

Sonuç olarak;

a)Birim metre küp kaya başına düşen maliyete bakıldığında hazır ANFO kullanımı ile patem %30 genişlemiştir.Bu toplam maliyette %17'lik bir düşüş sağlamıştır.(Tablo 2)

b)Mazot ekleme,nitrat karma ve hazırlanan ANFO'nun tekrar torbalanması işlemleri ortadan kalktığından işçilikten %50 tasarruf sağlanmıştır.

c)Uygun tane boyutu ve pasa şekli elde edildiğinden,iri blok ve tırnak ile ikincil patar atımlarında %23'lük bir azalma sağlanmıştır.

d)Yükleyici makinaların enerji tüketimleri ve zaman esastı yükleme ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda %19'luk tasarruf sağlanmıştır.

TABLO I. Eski sistemle Ulaşılan nihai sistemin karşılaştırılması

	Fabrika koşullarında hazırlanan ANFO	İşletmenin kendi bünyesinde hazırladığı ANFO
Kayaç	Litik Arenit	Litik Arenit
Ayna yüksekliği	10 m	10 m
Delik boyu	10.5 m	10.5m
Deüklerarası mesafe	3.5 m	2.5 m
Dilim kahnııı(Yük)	2.5 m	2.5 m
Delik çapı	89 mm	89 mm
Bir delikten elde edilen hacim	$2.5*3.5*10=87.5 \text{ m}^3$	$2.5*2.5*10=62.5 \text{ m}^3$
Kullanılan T.A.N	İthal prill poroz	TUGSAŞT.A.N
ANFO şan" boyu	7.5 m	7.5 m
Bir delikte kullanılan ANFO	38 kg	45 kg
Bir delikte kullanılan yemleyici miktarı	1kg.	1kg.
Bir delikte kullanılan ateşleyici miktarı	1 adet elektrikli kapsül	1 adet elektrikli kapsül
Birim m ³ başına düşen ANFO miktarı	$38/87.5=0.434 \text{ kg/m}^3$	$45/62.5=0.720 \text{ kg/m}^3$
Birim m ³ başına düşen yemleyici miktarı	$1/87.5=0.011 \text{ kg/m}^3$	$1/62.5=0.016 \text{ kg/m}^3$
Birim m ³ başına düşen ateşleyici miktarı	$1/87.5=0.011 \text{ kg/m}^3$	$1/62.5=0.016 \text{ kg/m}^3$
Birim m ³ başına delik metraji	$10.5/87.5=0.120 \text{ m/m}^3$	$10.5/62.5=0.168 \text{ m/m}^3$
Birim ANFO maliyeti	0.40 \$/kg	0.25 \$/kg
Birim yemleyici maliyeti	1.9 \$/kg	1.9\$/kg
Birim ateşleyici maliyeti	1.00\$/adet	1.00 \$/adet
Birim delik maliyeti	2 \$/m	2\$/m
Birim m ³ ANFO maliyeti	$0.434*0.40=0.174 \text{ \$/m}^3$	$0.720*0.25=0.180 \text{ \$/m}^3$
Birim m ³ yemleyici maliyeti	$0.011*1.9=0.021 \text{ \$/m}^3$	$0.016*1.9=0.030 \text{ \$/m}^3$
Birim m ³ ateşleyici maliyeti	$0.011*1.00=0.011 \text{ \$/m}^3$	$0.016*1.00=0.016 \text{ \$/m}^3$
Birim m ³ delik maliyeti	$0.120*2=0.240 \text{ \$/m}^3$	$0.168*2=0.336 \text{ \$/m}^3$
Toplam maliyet	0.446 \$/m ³	0.562 \$/m ³

3.2.2 Sulu deliklerde yapılan çalışmalar

Ülkemizde, işletmelerde su problemi ile karşılaşıldığında genellikle uygulanan yöntem delikteki suyun hava ile boşaltılmaya çalışılması ve/veya Anfo'nun torbalara konularak sarjlanmasıdır. Bu uygulamanın sakıncaları şunlardır;

a) Torba delikten bırakıldıktan sonra serbest düşüş yaparak suya çarpmakta, bu arada delik içerisindeki çıkıntılara sürtünerek yırtılma olasılığı artmaktadır. Bu durumda su amonyum nitratı çözerek ANFO'nun özelliklerini ve patlatma performansını olumsuz olarak etkilemektedir.

b) Torbalanarak hazırlanan ANFO'nun yoğunluğu delikte bulunan su yoğunluğundan az olduğundan torbalar yırtılmasa bile dibe batmamakta bu da tırnak ve iri blok problemi yaratmaktadır.

Tüm bu çabalarda delik içine konulan patlayıcının patlama garantisi olmamaktadır. Patlama olsa bile, verimsiz patlatmalar sonucu oluşan bölgeler kazıcı makinelerle kazılmayacak kadar sert, tekrar delinip pat 1 atılmayacak şekilde örselenmiş olduğundan hem tehlikelere maruz kalınmakta hem de maliyet yükselmektedir.

Bu gibi sorunların önüne geçebilmek için İşletmede sulu delik probleminin olduğu yerlerde suya dayanıklı emülsiyon patlayıcı kullanılmıştır. (Powergel P-750). Patern daraltılmadan ve patlatma verimi riske sokulmadan yapılan patlatmalarla, torbalama sistemine göre işçilik, tırnak ve iri blok problemlerinde önemli azalmalar sağlanmıştır.

33.3 ÇALIŞMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İşletmede İki yıldan bu yana sürdürülen verim artırma ve maliyet düşürme uygulamalarının odak noktasını delme-patlatma çalışmaları oluşturmaktadır. Patlayıcı madde üreticisi ve işletmeci işbirliği ile yürütülen bu çalışmada iş güvenliği ve verim yönünden önemli avantajlar sağlanmıştır.

Bu çalışmadaki en büyük eksikliğimiz deney sayılarının kısıtlı olması ve yapılan değerlendirmelerin subjektif tekniklere dayanmasıdır. İşletmede Üretimin aksatılmaması için uygulanamayan elek analizi gibi hassas tekniklerle tane boyu değerlendirilmesi ve ateşleme sisteminin tane boyutuna etkisi önümüzdeki yıllarda yapılacak çalışmanın ana konuları olacaktır.

Tane boyutuna etki eden bir çok parametrenin varlığı düşünüldüğünde, geleneksel deneme-yanılma yöntemleri ile optimum patlatma dizaynı yapmak bir hayli güç olmaktadır. Bu durumda bilgisayar modelleme teknikleri önemü yararlar sağlamaktadır. Bu çalışmada, tane boyutu ve pasa durumu hakkında pratik ve grafiksel bilgiler veren SABREX bilgisayar programından yararlanılmıştır. Bu ve benzeri bilgisayar programları belirli koşullar altında gerçekleştirilmiş pek çok atım sonucu elde edilen deneyimlerin matematiksel olarak modellenmesiyle oluşmuştur. Dolayısıyla her sahada doğrudan optimum sonuç vermelerini beklemek hata olur. Nitekim program sonuçları gerçek atım sonuçları ile karşılaştırıldığında tane boyutunda %20, pasa şeklinde %25'ler mertebesinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bu programların ülkemizde de ele alınarak geliştirilmeleri ve kullanılmaları önemli faydalar sağlayacaktır.

4.SONUÇ

Günümüzde artan sanayileşme ve şehirleşme sonucu kırmataşa olan talep hem kalite hem de miktar olarak artmıştır.Kalıteden ödün verilmeden bu talebin karşılanması agrega ocak işletmeciliğinde minimum toplam maliyet ile istenilen boyutlarda maksimum malzeme elde edilmesi üretimin ilk aşaması olan delme-patlatma işleminin optimizasyonu ile olasıdır.Kendisinden sonraki işlemlerin randımanını doğrudan-etkileyen delme-patlatma işinin sorumluluk sahibİ,İyi eğitilmiş personel tarafından gerçekleştirilmesiUş güvenliği ve patlatma verimini belirleyen en önemli Özelliğdir.

Toplam maliyeti delme İşleminde kırıcıların verimine kadar bir bütün İçerisinde değerlendiremeyen işletmeler kendi ekonomilerine olduğu kadar ülke ekonomisine de zarar vermektedir.Ulkemizde özellikle patlayıcı madde seçimi konusunda büyük hatalar yapılmaktadır. Birim maliyete bakıp sözde ucuz patlayıcı kullanımı ile yükleyici ve kinci makinalarda aşın yıpranmalar ve yüksek maliyet yaratılmakta,dozer ve kinci gibi yardımcı ekipman kullanımına ihtiyaç duyulmakta en önemlisi ise iş güvenliği tehlikeye atılmaktadır.Tüm bu olumsuzluktan önlemenin yolu,patlatılacak kayaç Özelliklerinin bilinmesi,bu kayaca uygun patlayıcı seçimi ve yüzey dizaynlarının sağlıklı bir şekilde yapılmasıdır.İş makinaları ve patlayıcı üreticileri ile işletmelerin bu konuda yapacakları işbirliği verim artırma ve maliyet düşürme çalışmalarında önemli yararlar sağlamaktadır.

5.TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında hiçbir yardımını esirgemeyen sayın Necmi Çakıcı ve personeline teşekkürü bir borç bilirim.

6.KAYNAKLAR

1.Bellairs,P.G,1995 Optimum Drilland Blast an Ever Changing Target,International Society of Explosive Engineers-Proceedings of the Twenty-First Annual Conference

2.Erdil,M-Erkoç,Ö.Y,1995 Patlatma Sonrası Parçalanmış Malzemenin Tane Dağılımını Belirlemeye Yönelik Modelleme Çalışmalarına Bir Yaklaşım.Türkiye H.MadenciUk Kongresi

3-Tek.A -Erdil,M,1998 ANFO Kalitesinin Kaya Patlatma Verimine Etkisi,3.Delme ve Patlatma Sempozyumu,Ankara

4.T.N Hagan,1983 The Influence of Controllable blast parameters on fragmentation and mining costs,First International Symp.on Rock Fragmentation by blasting.