

V.

07-09 Kasım 2007 - ANKARA

DELME PATLATMA SEMPOZYUMU

EDITÖRLER

H. Aydın BİLGİN — Hakkı ELBİR



TMMOB

Maden Mühendisleri Odası

Kademeli Kaya Delme-Patlatma Çalışmalarında Maliyet Tahminlerinin DelPat v6.0 Bilgisayar Yazılımı ile Hesaplanması *Estimation of Bench Drilling and Blasting Costs with a computer software, DelPat v6.0.*

M.Can Çeliksirt, Maden Mühendisi

Doğuş İnşaat ve TİC. A.Ş., Yusufeli Barajı ve HES İnşaatı, Artvin

Vural Erkan, İnşaat Mühendisi

Doğuş İnşaat ve TİC. A.Ş., Yusufeli Barajı ve HES İnşaatı, Artvin

ÖZET: Kademeli yöntemle yapılan açık yüzey kaya delme-patlatma çalışmalarında, delme ve patlatma maliyetleri, işletme açısından önemlidir. Maliyet değerlerinin tespitinde, işyerine ve işletmeye ait birçok parametre etkindir ve bunların bir arada kullanılarak maliyet değerlerine ulaşmak her zaman kolay olmamaktadır. Bu bildiride, Yusufeli Barajı ve HES Projesi için işletilen Kaya ocağında, DelPat v6.0 adlı, açık işletmelerde kaya delme-patlatma çalışmalarının organizasyon ve analizini yapan bilgisayar yazılımının, maliyet analiz bölümü, örnekler ile anlatılmaktadır.

ABSTRACT: During operating of a quarry using bench blasting method, estimating drilling and blasting costs is important for the company.

There are many effective parameters must be taken into account for determining and business which must be used cost of operation. It is not an easy task to estimate the real cost..

In this paper the quarrying at the Yusufeli Dam and HESP is investigated by using the cost calculation module of DelPat v6.0 - A software for Organization & Analysis of Rock Drilling and Blasting Systems.

1 YUSUFELİ BARAJI VE HES

1.1 İşin Tanımı

İşin yeri: Artvin İli Yusufeli ilçesinin 10 km mansabında Çoruh Nehri üzerinde

İşveren: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Konsorsiyum: Doğuş-Alstom-Coyne & Bellier-Dolsar

1.2 Teknik Özellikler

Kurulu Güç : 3 x 180 = 540 MW

Yıllık Üretim : 1,705 GWh

Baraj Tipi : Kaya Dolgu Baraj

Merkezi kil çekirdekli

Baraj Yüksekliği : 270 m

Santral Tipi : Yeraltı

Rez. Uzunluğu : 60 km

Rez. Alanı : 33 km²

Top. Depolama : 2130×10⁶ m³

1.3 İnşaat İşleri Özellikleri

Ana baraj gövdesi temelden 270 m yüksekliği ile dünyanın 2. en yüksek kaya dolgu barajıdır.

2.400.000 m³ kil çekirdek dolgusu,
1.000.000 m³ filtre dolgusu, 16.600.000 m³

kaya dolgusu olmak üzere, toplam dolgu hacmi 20.000.000 m³ dir.

Gövde kaya dolgusu, üç farklı zon olarak inşa edilecektir:

İç kaya zonu: Dolgu yerinde sıkıştırıldıktan sonra 1 m den daha büyük tane boyu içermeyecektir.

Dış kaya zonu: Dolgu yerinde sıkıştırıldıktan sonra 2 m den daha büyük tane boyu içermeyecektir.

Rip-rap: Kullanılacak kaya parçacıkları iyi derecelendirilmiş malzemeler olacak ve 0,7 m³ den büyük malzeme içermeyecektir.

1.4 Kaya Ocağı

Kaya ocağı mevcut Artvin-Erzurum yolu kenarında olup, ocak işletme yerine, 545.00 m kotu noktasından itibaren yapılacak olan yaklaşık 1 km uzunluğundaki ikincil servis yolu ile ulaşılabilecektir.

Gövde kaya dolgu malzeme miktarının yaklaşık 6.600.000 m³ lük kısmının dolusavak kazısından ve barajın farklı yerlerinde yapılacak kazılardan elde edilebileceği düşünülmektedir.

Bu durumda, geriye kalan 10.000.000 m³ lük kaya malzeme, kaya ocağından temin edilecektir. Malzemenin gövdedeki bölgelere göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

- İç kaya zonu(4) : 5.000.000 m³
- Dış kaya zonu (5) : 4.500.000 m³
- Rip-Rap : 500.000 m³

2 BİLGİSAYAR YAZILIMI

Günümüzde açık işletme faaliyetleri süreçlerinde birçok ardışık işlemin sayısal benzetim modelleri ile tasarlanması, mühendislerin uzun ve yorucu olabilen tasarım çalışmalarını kısaltarak, seçenekli sonuçlar üretebilmelerine, bunları karşılaştırabilmelerine ve tasarımda etkili

olan parametreler üzerinde duyarlılık analizleri yapabilmelerine olanak sağlamaktadır.

DelPat v6.0 yazılımı da, aynı yaklaşım çerçevesinde; bir kaya ocağının, kaya kazısı yapılması gereken farklı projelerin ya da açık maden işletmelerinin delme-patlatma işlerinin organizasyonu veya analizlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

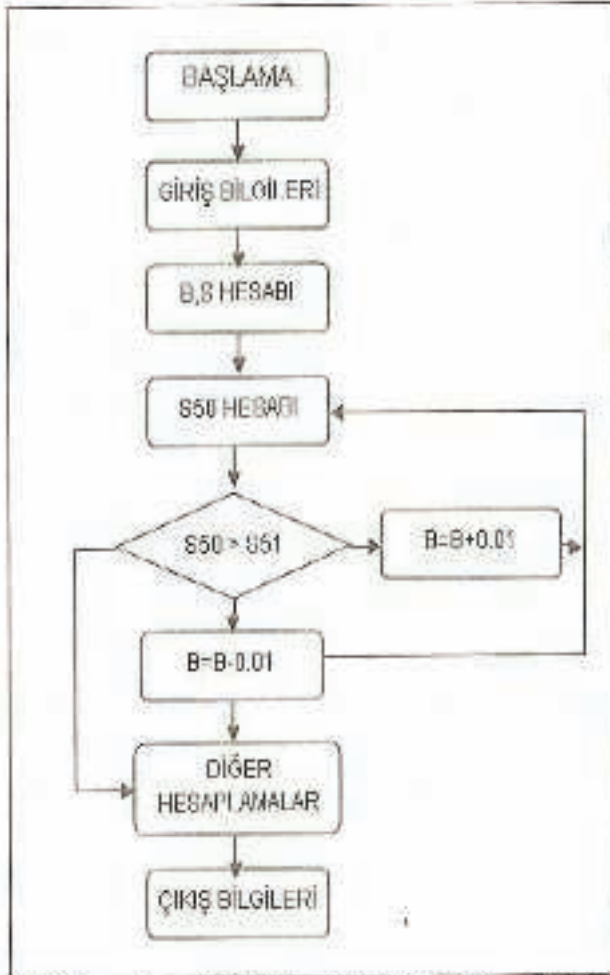
2.1 Yazılımın (DelPat) Yapabildikleri

- İstenilen tane boyu dağılımına göre, delme düzeni ile patlayıcı maddelerin delik başına dolun miktarlarının hesaplanması.
- Delme ve patlatmadaki gecikme sistemlerinin planlanması.
- Delme ve patlatma maliyet değerlerinin hesaplanması.
- Patlatma kaynağından farklı mesafelerdeki sarsıntı, hava şoku ve taş fırlatma tahminlerinde bulunma.
- Projenin delme-patlatma organizasyon bilgilerinin sunumu.
- Giriş ve sonuç verilerinin karşılaştırılması
- Günlük veri kayıtlarının düzenlenmesi ve saklanması.

2.2 Yazılımın Algoritma Özeti

Yazılımın akım şeması (Şekil-1) ile anlatılmasında kullanılan değişken isimleri ve şema aşağıdaki gibidir:

- B : Sıralar arası mesafe, m
- S : Delikler arası mesafe, m
- S51 : Patlatma sonrası istenilen tane boyu dağılımını ifade eden değer.
- S50 : Yazılımın verilen giriş bilgilerini kullanarak hesaplanmış olduğu tane boyu dağılımı karşılığı değer.



Sekil 1: DelPat yazılımının çalışma ilerleyişine ait akım şeması

2.3 Maliyetlerin Hesaplanması

Yazılım, yukarıda ana hatları verilmiş olan algoritması içerisinde çalışırken, maliyet hesaplamalarını her adım için yapar, ve sonuçlanan farklı B, S değerleri için, delme-patlama maliyet bilgilerini sunar.

$$TDC = DMIC + DMCC + DSC + FC + DLC$$

- TDC : toplam delme maliyeti, \$/m³
 DMIC : delici makine yatırım maliyeti
 DMCC : delici makine bakım maliyeti
 DSC : delici makine ekipmanlar maliyeti
 FC : yakıt maliyeti
 DLC : işçilik maliyeti

$$TBLAST = MATC + BLASTL + CHMCOST + FUEL C + CHBLASTC$$

- TBLAST : toplam patlatma maliyeti, \$/m³
 MATC : patlayıcı madde maliyeti
 BLASTL : patlatma işçilik maliyeti
 CHMCOST: şarj makinesi yatırım maliyeti

FUEL C : şarj makinesi akaryakıt maliyeti
 CHBLASTC : şarj makinesi işçilik maliyeti

3 DEĞİŞİK ÜRETİM UYGULAMALARINDA ELDE EDİLEN MALİYETLER

3.1 Alternatif Koşullar

İlk planlanan kaya ocağı işletme şekli, ocak en üst sınırından itibaren, alt kotlara doğru 12 m dik yükseklikte kademeler ile bunlar arasındaki 2 m genişliğindeki palyelerden oluşmaktadır. Kademe eğimleri 81 derece ve her 5(beş) palyede bir olmak üzere de güvenlik amaçlı, 15 m genişliğinde palyeler yapılacaktır (Şekil-2).

Kaya ocağı yerine ait formasyon granitik kayaçların bir karmaşığından (granit, granodiyorit, granofir ve diyabaz) meydana gelmiş olup, işletme sahasında önemli bir değişikliğe sahip değildirler. Seçilecek delici makine ve patlayıcı madde tipleri de, çalışmalar sırasında önemli değişikliklere uğramayacağından, bu alandaki bilgiler, uygulamada bir alternatif değişime konu olamazlar. Bu durumda, ocak işletmesinin planlanması içerisinde, farklı kademe yükseklikleri ve buna bağlı delik çapları ile bunların delme ve patlatma maliyetlerine etkileri birer alternatif olabilir. Karşılaştırması yapılacak kademe yükseklik değişimleri 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 ve 14 m dir.

3.2 DelPat'ın Çalıştırılması

Kaya ocağındaki "iç kaya zonu (zon4)", "Dış kaya zonu (zon5)" dolgularına yönelik giriş bilgileri sırası ile tablo-1, tablo-2 de verilmiştir.

İlk planlama değerleri olarak, kademe yüksekliği 12 m dir. Seçilmiş olan delici makine delik çap aralığı 76, 89, 102, 115 mm dir. DelPat, kademe yüksekliği olarak en az 6 m den başlayarak çalıştırıldığında; yüksekliğe bağlı olarak uygun delik çaplarını kendisi seçer ve tüm diğer sonuç bilgilerine ulaşır. Bu bilgilerin toplu sunumu, tablo-3

dedir. Bu tablodaki hesaplanmış olan B (sıralar arası mesafe) ve S (delikler arası mesafe) değerleri, yazılım tarafından matematiksel bazı eşitlikler kullanarak elde edildiği için, küsuratları her zaman uygulamaya uygun değildir. Dolayısı ile, örneğin 3,03 m lik bir mesafeyi, 3,00 m yada 2,44 m yi 2,50 m kabul etmek çok yanlış olmaz.

3.3 Alternatif Sonuçların Değerlendirilmesi

3.3.1 Gövde iç kaya zonu(4) için maliyet sonuçları

Bu zon için üretilecek kaya malzemenin tane boyu dağılım sınırları yazılıma %80'i 50 cm den küçük olarak verilmiştir.

Grafik-1: 6 m ~ 14 m arasındaki kademe yüksekliklerinde, DelPat tarafından seçilmiş olan delik çaplarına göre delme maliyetinin dağılımı verilmektedir.

Grafik-2: 6 m ~ 14 m arasındaki kademe yüksekliklerinde, DelPat tarafından seçilmiş olan delik çaplarına göre patlatma maliyetinin dağılımı verilmektedir.

Grafik-3: 6 m ~ 14 m arasındaki kademe yüksekliklerinde, DelPat tarafından seçilmiş olan delik çaplarına göre delme + patlatma maliyetinin dağılımı verilmektedir.

Bu dağılımlarda dikkat çeken konu; farklı çaplardaki en düşük delme-patlatma maliyet değerlerinin yer aldığı kademe yükseklikleridir:

Delik çapı	Maliyet	Kademe yüksekliği
76 mm	0,88 \$/m ³	10 m
89 mm	0,88 \$/m ³	8, 9, 10 m
102 mm	0,87 \$/m ³	9 m
115 mm	0,87 \$/m ³	10 m

3.3.2 Gövde dış kaya zonu(5) için maliyet sonuçları

Bu zon için üretilecek kaya malzemenin tane boyu dağılım sınırları yazılıma %80'i 65 cm den küçük olarak verilmiştir.

Grafik-4: 6 m ~ 14 m arasındaki kademe yüksekliklerinde, DelPat tarafından seçilmiş olan delik çaplarına göre delme maliyetinin dağılımı verilmektedir.

Grafik-5: 6 m ~ 14 m m arasındaki kademe yüksekliklerinde, DelPat tarafından seçilmiş olan delik çaplarına göre patlatma maliyetinin dağılımı verilmektedir.

Grafik-6: 6 m ~ 14 m arasındaki kademe yüksekliklerinde, DelPat tarafından seçilmiş olan delik çaplarına göre delme + patlatma maliyetinin dağılımı verilmektedir.

Bu dağılımda dikkat çeken konu; farklı çaplardaki en düşük maliyet değerlerinin yer aldığı kademe yükseklikleri ile buralardaki delme-patlatma maliyet değerleridir.

Delik çapı	Maliyet	Kademe yüksekliği
76mm	0,37 \$/m ³	7, 8, 9, 10, 12, 13 m
89mm	0,88 \$/m ³	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 m
102mm	0,87 \$/m ³	9,10, 11, 12, 13, 14 m
115mm	0,87 \$/m ³	10, 11, 12, 13, 14 m

4 SONUÇ

Büyük hacimli bir kaya ocağının, her açıdan planlanması, küçük birimlerde olabilecek bir hatanın parasal karşılığının yüksek olacağı açısından çok önemlidir. Delme-patlatma parametrelerinin sağlıklı tespit edilebilmesi de yine bu açıdan önem taşımaktadır. Çalışılan kaya ocağı projesinde, sadece 0,01 \$/m³ gibi küçük bir farkın toplam kaya üretimindeki etkisi: 0,01 S x 10.000.000 m³ = 100.000 \$ olacaktır.

Maliyetlerin duyarlı hesaplanması, yani sadece kullanılan malzeme ve işçiliğin birim fiyatı değil, tüm işyeri koşullarının değerlendirmeye alınabilmesi, ancak bir bilgisayar yazılımı ile çok kısa bir sürede ortaya konulabilir. DelPat, kaya delme-patlatma çalışmaları için bunu yaparak, işletme maliyetlerinin, önceden alternatifli olarak hesaplanabilmesi imkanını vermektedir. Bu sayede, deneme yanılma gibi bilimsel bir tabana oturmayan, maliyetli ve zaman kaybı olan bir konuda ortadan kalkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Blasting Report for Excavation of Karakütük, 1991, ICI Explosives, England, p 50
2. Explosives and Rock Blasting, 1987, Atlas Powder, Dallas, Texas USA, p 385
3. Erkoç Ö.Y., 1990, Kaya Patlatma Teknigi, Istanbul, p 164
4. Olofsson S., 1990, Applied Explosives Technology for Construction and Mining
5. Proceeding of the Fifth International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting - Fragblast-5, 1996, ISFE , Montreal / Quebec / CANADA, p.458
6. Soferti, Effective Detonation Rate and Explosive Performans of ANFO / Summary, 1990.
7. Surface Drilling and Blasting,1988, Tamrock, Finland, p 474
8. Stan Lippincot, 1997, The Journal of Explosives Engineering, Cleveland, Ohio, USA, p.28-30