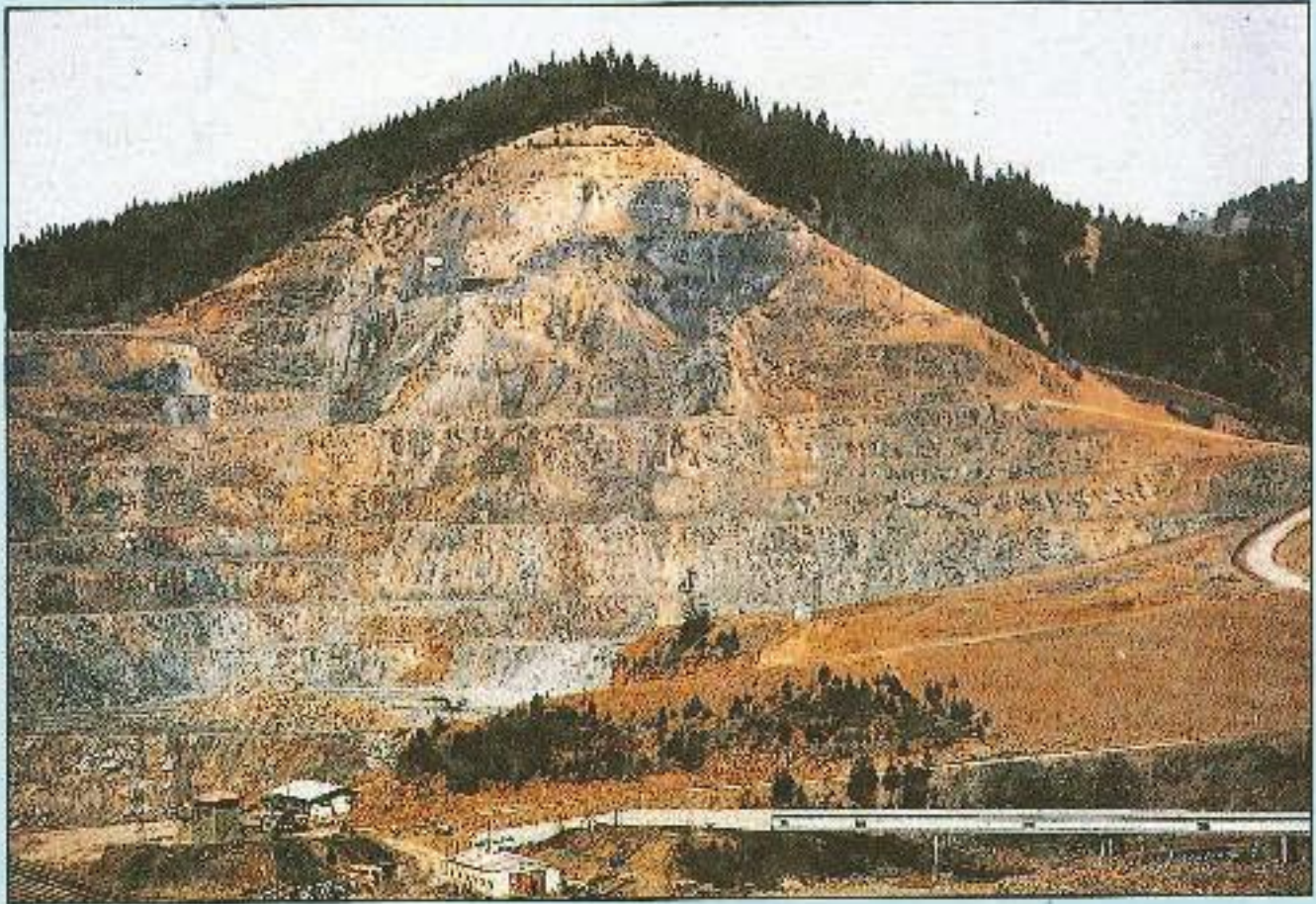


**TÜRKİYE**  
**14. MADENCİLİK KONGRESİ**  
*THE 14th MINING CONGRESS OF TURKEY*



6-9 HAZİRAN / JUNE 1995



**TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI**  
*THE CHAMBER OF MINING ENGINEERS OF TURKEY*

## BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE DELME-PATLATMA ORGANİZASYON VE ANALİZİNİN YAPILABİLİRLİĞİ

### POSSIBILITY OF MAKING ORGANIZATION AND ANALYSIS OF DRILLING-BLASTING WITH A COMPUTER PROGRAM

M.C.ÇELİKSİRT

Doğuş İnş. ve Tic. A.Ş. , Güney Otoyolları İnşaatı ,Tarsus/İçel

A. MÜLAZIMOĞLU

Doğuş İnş. ve Tic. A.Ş. , Güney Otoyolları İnşaatı ,Tarsus/İçel

**ÖZET:** Üzerinde çalışılan bu bilgisayar programı , patlatmalı kaya kazılarında , kullanıcı tarafından , çalışma koşullarına ilişkin , alınan verilerin değerlendirilmesi ve uygulamada ihtiyaç duyulan parametreler şeklinde sunulmasını içermektedir. Bu program , küçük veya büyük ölçekli kaya kazısı çalışmalarında kazı planlamasına yaklaşım açısından yararlı olabilecek sonuçlar verecektir.

Programın , şekil ve rakamsal sonuçları , kullanılan program dilinin imkanları ile sınırlıdır ve hesaplamaların akışı içerisinde bazı ayrıntıların kullanıcıya sorulması tercih edilmemiş , varsayımlar kullanılmıştır.

Ayrıntılı sunumda , önce programın genel akımı şeması anlatılmış , buna paralel olarak da örnek bir çalışmanın çıktısı , rakamsal ve grafiksel olarak verilmiştir.

**ABSTRACT:**This computer program covers both the evaluation of data, given by user, about working conditions and the presentation of needed parameters in a form of application for rock excavation by blast. This program will give the useful result by an approach to excavation planning for small or large rock excavation. Presentation of figural and numeric results of the program is limited by the used computer language instead of asking some details to the user during the flow of the calculations, it is preferred to make some assumption. In the detail presentation of program, first the algorithm of the program was shown. The, one sample output with numerical values and graphics was presented.

## 1. GİRİŞ

Bütünü, sert kaya kazısı veya genel kazı çalışmaları içerisinde bir kısmı sert kaya kazısı olan projelerde; delme ve patlatma çalışmalarına yönelik planlamalara ihtiyaç vardır. Bu bilgisayar programı, böyle bir planlamaya kısmende olsa yardımcı olacağı düşüncesi ile tasarlanmıştır. Planlamaya, kazı miktarı (m<sup>3</sup>), kazı süresi (ay) dikkate alınarak ve çalışılacak kayaç, kullanılacak delici makina ve patlayıcılarla, delme düzenine yönelik bazı seçimler yapılarak başlanmaktadır. Program, bahsedilen seçimleri, Ana Menü ve Sonuç Menüleri aracılığı ile daha detaylı seçimlikler şekline getirmiştir. Ayrıntılı sunumda program menülerinin kullanımı, alınan verilerin ne tür verilerle ilişkilendirildiği ve hangi eşitliklerde değerlendirildikleri anlatılmıştır. Bunun yanısıra, yapılan kabuller ve sonuç menüsü sunuş biçimlerinden bazıları bir örnek çalışma ile gösterilecektir. Ayrıca, yapılan örnek çalışma

sonuçlarının genel dağılımında grafik gösterim şeklinde verilerek, üzerinde mevcut sınırlar dışınada taşan yorumlar yapabilmeye imkanları aranabilecektir.

## 2. PROGRAMIN KULLANIMI

### 2.1. Giriş Bilgileri

Bu bölümde patlatmalı kazısı yapılacak olan kayacın miktarı (m<sup>3</sup>) ve söz konusu kazı miktarının tamamlanma süresi (ay) girilecektir ve bilgi girilmeden geçilemeyecektir.

Program ,yapılacak kazı türünün, yalnız kaba üretim kısmına , yönelik planlamalar için kullanılacaktır. Böyle bir planlamada, daha hassas patlatmalı kaya kesme yöntemleri (smoothblasting, presplitting) öncesinde, kademe yüksekliği, kademe eğimi, geri veya yanlara verilebilecek zararlar (overbreak or side break) yönünden etkili olacaktır. Bu nedenle, bahsedilen kazının ayrıntılı projesi hazırlanmış olmalıdır.

## 2.2. Ana Menü

Giriş bilgileri olarak,kazı miktarı ve süresi yazılınca ekrana kendiliğinden Ana Menü çerçevesi olarak gelir ve aşağıda başlıklar halinde ayrıntıları anlatılacak olan alt menüler ekrana yazılır.

Ana Menü
1.Kayacın Patlayabilirliği
2.Tane Boyu Dağılımı
3.Kademe Yüksekliği
4.Vardiya Adedi
5.Delici Makina
6.Patlayıcı Madde
7.Delik Düzeni
8.SONUÇ MENÜSÜ

### 2.2.1. Kayacın Patlayabilirliği

Bu kavram,çalışma yapılacak zeminin yapısına ait parametreleri ayrı ayrı almayıp,uygulamada daha geçerli ve pratik olacağı düşüncesi ile geliştirilmiştir.Kayacın patlayabilirliği,beş farklı kategoride sunulmuş olup,herbiri hesaplamalarda kullanılacak şekilde düzenlenmiş katsayılar içermektedirler.

Burada dikkat edilecek bir konu,kayaç delinebilirliğinde, patlayabilirlikle aynı paralelde düşünüldüğü ve dolayısıyla her patlayabilirlik kategorisine göre,delme hızına (mt/saat) etki eden bir katsayının kullanıldığıdır Bu mantık,yine arazi çalışmalarını gözönüne alınarak,patlayabilirliği çok iyi olan bir zeminin,delinebilirliğinin kötü veya çok kötü olamayacağı düşüncesinden yola çıkılarak kurulmuştur.Buna bağlı olarak patlayabilirliğin yani delinebilirliğin çok iyiden çok kötüye gidişinde,delik çapıda ideal genişliğinden saptırma ve az miktarda olsa zemin bozukluğundan dolayı genişlemeye uğramaktadır

Kayaç fragmentasyonundaki tane boyunun dağılımı ifadesinde kullanılan Rosin Rammler eşitliğinde, kayaca bağlı olarak değişen ve parçalanma derecesini gösteren Parçalanma Gradyanı (n) değerinde kayaç patlayabilirliği ile değişim göstermiştir.

Parçalanma Gradyanının eşitlik ifadesi şu şekildedir.

$$n=0.54*EXP(3.33*10^{-8}*I)$$

I=Kayacın Empedansı (birim hacim ağırlık\*P-dalgı hızı , kg/m<sup>2</sup> san)

Bu eşitliğin hesaplamalarda kullanılması, zeminin ayrıntılı tanımı anlamına geleceğinden daha kaba sınırlar içerisinde her patlayabilirlik değerine karşılık ve kabul edilen sınırlar içerisinde (0.75-1.50) bir "n" değeri seçimi yaptırılmıştır.

### 2.2.2. Tane Boyu Dağılımı

Tane boyu dağılımı,kullanıcının patlatma sonrası elde edilecek malzemeyi hangi amaçla kullanacağına bağlı olarak değişen,büyüklik ve yüzdedeki bir dağılımın ifadesidir.

Tane Boyu Dağılımı seçeneğinde ikon ENTER tuşuna basıldığında,önce istenilen Tane Boyu (10-200 cm) sorusu ile karşılaşılır.Buna cevap verildiğinde Ağırlıkca Oran (%) sorusu çıkar.Ağırlıkca oran, malzemenin elekaltı oranının tanımıdır.

### 2.2.3. Kademe Yüksekliği

Bu seçenek kullanıcıya,Kademe Yüksekliğini Giriniz (4-15 mt) mesajını verir. Kazı projesinde kabul edilen şev yüksekliklerine uygun bir değer girilir.Bu değer dik yükseklik değeridir.

Kademe yüksekliği,dilim kalınlığı (burden) ve dolayısıyla delik çapı ve aldelme (subdrill) değerlerini değiştirecek katsayıları da bünyesinde taşır ve kullanıcının seçimine bağlı olarak hesaplamalara etki ettirir.

### 2.2.4. Vardiya Adedi

Çalışma planında,düşünülen vardiya adedi 1 , 2 veya 3 olabilir.Program,bunun üzerinde bir vardiya adedini kabul etmez.Vardiyanın az veya çok seçilmesi,esas olarak delme randımanı ve delici makina adedi ile bunlara bağlı olarak delme maliyetlerini etkiler.

### 2.2.5. Delici Makina

Bu menü,Kullanılabilecek Delici Makina listesini sunar.Bu sunumda,delici makinanın cins ve türü ile kullanılabileceği delik çapı sınırları (mm) verilir.Bunun yanı sıra,ekranda görünmeyen ve kullanıcının tercihiyle bağlı olarak seçilen delici makina türlerinin alış fiyatı (\$),yakıt tüketimi

(lt/saat), ve delme hızı (mt/saat) değerleride değişim gösterir ve hesaplamalarda kullanılır.

Ayrıca bu menünün çalıştırılmasında, seçilen kademe yüksekliği (mt) ile delici makina arasında delik çaplarına bağlı olarak bir uyumsuzluk varsa bu durum program tarafından tespit edilerek, kullanıcıyı bir mesajla uyarır. Uyarı sonrası, kademe yüksekliği veya delici makina türünde değişiklik tercihini kullanıldığını ister.

#### 2.2.6. Patlayıcı Madde

Bu menü kullanılabilircek amonyumnitrat türlerinin listesini sunar. Listede amonyumnitratın türü, yoğunluğu (gr/cm<sup>3</sup>), detonasyon hızı (mt/san) değerleri yer almaktadır. Ekranda verilmeyip hesaplamalarda kullanılan değerler ise, AN kuvveti ve birim fiyatıdır (\$/kg). Şimdilik, listede Teknik Amonyum Nitrat (TAN) ve Orange Label Ammonium Nitrate (OLAN) bulunmakta beraber tür arttırımı mümkündür. AN kuvveti TANFO'nun (TAN+mazot) "ORTA" patlayabilirlikde 1 kabul edilerek, OLANFO'nun TANFO'YA göre hacimsal karşılaştırılması (relative bulk strenght) sonucu elde edilen değerlerdir.

Böyle bir karşılaştırmada kuvvet değerleri patlayıcının reaksiyon sonucunda saldı ve patlama teorilerine göre kayacın itilmesi veya parçalanmasında değişebilir oranlarda kullanılan enerjisi (cal/gr) dikkate alınarak seçilmiştir. Kullanıcının, kayacın patlayabilirliği ve amonyumnitrat tercihine bağlı olarak seçilen kuvvet değerleride hesaplamalarda kullanılmıştır.

Heriki amonyumnitrat türündede, mazot karışım oranı %6.7 olarak alınmış ve yoğunluk (dökme yoğunluğu) değerleride mazot karışımı olarak düşünülmüştür.

Bu menüde, başlatıcı (primer) seçimide kullanıcıya bırakılmamış, başlatıcı olarak Jelatinit Dinamit (Barutsan, 25mm) kullanılacağı bir alt mesajla bildirilmiştir. Ayrıca başlatıcının miktarı (kg) AN türüne bağlı olarak değişen bir katsayıya göre tespit edilip kullanıma sokulmuştur.

Aslında, başlatıcı, nitelik ve nicelik olarak (çap, yükseklik, detonasyon basıncı, detonasyon hızı vb.) ANFO kolonu detonasyonunun şekli ve hızını büyük ölçüde etkilemektedir. Bu etki, başlatıcının patlayıcı kolonu içerisindeki konumuna göre de değişmektedir. Bunun yanı sıra, dipsarj olarak kullanılan ve muhtemelen deliğin zor kısmında çalışması nedeni ile daha güçlü olan bir

patlayıcısında, itme veya parçalamada etki değişikliği yaratması söz konusudur.

Ancak, kullanıcıya daha detaylı seçimler yaptırılarak, bu seçimlerin hesaplamalara olacak daha karmaşık etkilerini kullanmanın uygulamaya pek pratiklik getirmeyeceği düşünüldü. Ayrıca, kimi ayrıntıların; örneğin kolon boyunca farklı patlayıcıların saldıkları kullanılabilir enerjilerinin, kayacın kırılmasındaki ve ötelenmesindeki etkileri gibi, henüz tam bir teorik destek bile alamadıklarında hesaba katılmıştır.

#### 2.2.7. Delik Düzeni

Delik düzeni menüsü, üç alt menü açarak Çalışmayı Planladığınız Kademe Genişliğini (mt) Kullanılabilircek Delik Eğimlerinin seçimini ve Delme Düzenlerinin seçimlerini ister.

Kullanılabilircek delik eğimleri, eğim açısı (derece) şeklinde verilmiştir. Delme düzenleri ise Peşpeşe ve Şaşırtmalı düzen olarak verilmiştir.

Her üç menüdeki kullanıcının seçimleri hesaplamalarda kullanılarak sonuçları etkiler.

#### 2.2.8. Sonuç Menüsü

Sonuç menüsü öncesindeki verilerden girilmeyen varsa, bu menü çalışmaz ve ekranın altına "verileri tamamlamadınız" mesajını verir. Eksiklik olmadığı halde, çalışarak kendi menü tablosunu ekrana getirir.

Sonuç Menüsü
1. Kullanılabilircek Çap Seçimi
2. Değerlerin Dökümü
3. Delme Düzeni Plan Görüntüsü
4. Pasa Geometrisi
5. Tane Boyu Dağılım Grafiği
6. ANA MENÜ

Sonuç menüsünün 1. seçeneğini çalıştırarak, kullanılabilircek çap seçimini yapmadan diğer seçeneklere geçilemez.

##### 2.2.8.1. Kullanılabilircek Çap Seçimi

Programın hesaplar kısmı kullanıcının girmiş olduğu verilere göre çalışmış ve olabilecek delik çapı alternatifleri bulunmuştur. Bunlar Kullanılabilircek

Delik Çapları (mm) başlığı altında sıralanır ve ekranın altındaki bir mesajıda kullanıcının seçtiği çapı yazması istenir.Çap değeri mm biriminde yazılıp ENTER tuşuna basıldığında ekran sonuç menüsüne geri döner.

#### 2.2.8.2. Değerlerin Dökümü

Yapılan örnek bir çalışmanın, sonuç değerlerinin dökümü tablo 1.'de verilmiştir. Çalışma verileri girdisi :

Kazı Miktarı .....	5 000 000 m3
Kazı Süresi .....	42 ay
Kayacın Patlayabilirliği .....	ORTA
İstenilen Tane Boyu Dağılımı .....	40 cm %80
Kademe Yüksekliği .....	10 mt
Vardiya Adedi .....	1
Delici Makina .....	Böhler DTC 122 Hidrolik
Patlayıcı Madde .....	TAN
Kademe Genişliği .....	50 mt
Delik Eğimi .....	6/1
Delme Düzeni .....	PEŞPEŞE

Tablo 1. Değerlerin Dökümü Örnek Çıktısı .

Kayacın Patlayabilirliği .....	Orta
Tane Boyu .....	40 cm
Ağırlıkça Oranı .....	80 %
Delme Değerleri .....	

Çap .....	102 mm
Kademe Yüksekliği .....	(mt) : 10.0
Kademe Genişliği .....	(mt) : 53.0
Çalışılacak Kademe Adedi .....	1
Delik Eğimi .....	6/1
Altdelme .....	(mt) : 1.16
Delikboyu .....	(mt) : 11.26
Dilim Kalınlığı ,B .....	(mt) : 2.72
Delikler Arası ,S .....	(mt) : 3.73
S/B Oranı .....	1.37
Ozguldelme .....	(mt/m3) : 0.11
Delme Verimi .....	(m3/drm) : 9.02
Delik Verimi .....	(m3/delik) : 101.56

% 84 Verimde Makina Adedi .....	3
Delme Maliyeti .....	(\$/m3) : 0.322
% 63 Verimde Makina Adedi .....	4
Delme Maliyeti .....	(\$/m3) : 0.362

#### Patlatma Değerleri .....

Sıkılama Uzunluğu .....	(mt/delik) : 2.72
Baslatıcı Miktarı .....	(kg/delik) : 3.08
Kolon Uzunluğu .....	(mt/delik) : 8.34
Kolon Dolum Birimi .....	(kg/mt) : 7.22
Kolon Dolum .....	(kg/delik) : 60.24
Toplam Dolum .....	(kg/delik) : 63.32
Ozguldolun .....	(kg/m3) : 0.62
Atesci Adedi .....	3
Atesci Yardımcısı Adedi .....	6
Toplam An Miktarı .....	(ton) : 2965.6
Toplam Baslatıcı Miktarı .....	(ton) : 151.8
Patlatma Maliyeti .....	(\$/m3) : 0.396

% 84 Verimde ,	
Toplam Maliyet .....	(\$/m3) : 0.718
% 63 Verimde ,	
Toplam Maliyet .....	(\$/m3) : 0.758

#### 2.2.8.3. Delme Düzeni Plan Görüntüsü

Çalışılacak kademeye plan olarak bakar,deliklerin konumları ile deliklerarası mesafe (mt),dilim kalınlığı (mt) kademe genişliği (mt) ve atımın derinliği (mt) şekilsel ve rakamsal olarak gösterilir.Bunun yanısıra ekranın sağ kenarında,bir delik boy kesiti ile üzerinde sıkılama,ANFO dolunu,baslatıcı dolunu ve deliğin çapı gösterilir.

Ekranın alt kısmında,kullanıcının verilerine bağlı olarak geliştirilmiş bir Patlatma Programı vardır.Burada patlatma çalışmalarının kaç kademede yapılacağı,her kademede günde kaç sıralık ve kaç adet patlatma yapılacağı yazılır.Günlük kazı programını yakalayabilmek amacı ile program tarafından patlatmalardaki sıra adetlerinde günlük değişimler de önerilebilir.

#### 2.2.8.4. Pasa Geometrisi

Kademe en kesitinde,dilimlerin,kademe önüne devrilerek,pasa yığınının oluşması ve yığın yüksekliği ile yığın uzunluğunun rakamsal olarak sunulmasını içerir.

Özel bir çalışmadır;kademe,yüksekliği boyunca bin (1000) ayrı blok haline getirilip,patlayıcının itme enerjisi,delik eğimi ve kademe yükseklikleri gözönüne alınarak her bloğa eğik atış yaptırılmıştır.Atış açıları ,kademe tabanında 0 dereceden başlayarak kademe üstünde ve 90 derecede tamamlanmıştır.

Bu çalışmanın; delme paterni, patlayıcı,kayaç ilişkisini tam olarak değerlendirip sonuca ulaştığını söylemek doğru olmaz.Yani uygulanmaya uygunluğu tartışılabilir.Ancak yinede kullanıcıya planlama açısından bir yaklaşım sağlayabileceği söylenebilir.

#### 2.2.8.5. Tane Boyu Dağılım Grafiği

Ekranı istenilen tane boyu dağılım değerlerinin işaret edildiği ve seçilen verilere bağlı olarak hazırlanmış bir tane boyu dağılım grafiği gelir.

Bu çalışmanın bir özelliğide;her tane boyutuna (cm) ait yüzde değerlerinin,mevcut işaretini hareket ettirilmesi ile görülebmesidir.

### 3. HESAPLAMALAR

Hesaplamalar,kullanılan birçok eşitliğin sonucunda elde edilen delme paterni ile kullanılan patlayıcı madde ilişkisinde frekansasyonu karakterize eden S50 değerinin bulunması ile başlar.Bulunan S50 değerleri ile istenen tane boyu dağılımı S50 değerinin uyumu kontrol edilir. Bu kontrol her delik çapı için yapılır,uygun olmayan çaplar elenir.S50 değerinin bulunabilmesi için ,burden , izin verilen sınırlar çerçevesinde değişir. Bu değişim esnasında spacing değeri değişmediğinden spacing/burden oranı değişime uğrar.

Hesaplamalarda kullanılan bazı temel eşitlikler aşağıda verilmiştir:

$$B_{max} = (D+45/1000) \cdot (0.4/C)^{1/2} \cdot (Y \cdot KU/1.25)^{1/2} \cdot 1/Z$$

$$U = S \cdot B_{max}$$

$$DH = (H+K)+U$$

$$DH = (D/1000+0.03) \cdot DE$$

$$B = B_{max} - DH$$

$$S = B \cdot 1.25$$

$$S50 = [(KF+(1.15/KU)^{1.900} \cdot KGMD^{1.6})/SC^{0.8}]/100$$

- B<sub>max</sub> : Maximum Dilim Kalınlığı , mt  
D : Delik Çapı , mm  
C : Kayaç Katsayısı  
Y : Patlayıcı Dökme Yoğunluğu , gr/cm<sup>3</sup>  
KU : Patlayıcının Kuvveti

- Z : Zorluk Faktörü  
U : Altdelme ,mt  
S : Altdelme Parametresi  
DE : Delik Derinliği , mt  
K : Kademe Ytksekliği , mt  
DH : Delme Hatası ,mt  
KF : Kayaç Faktörü  
KGMD : Delik Başına Patlayıcı Miktarı , kg  
SC : Özgülsarj , kg/m<sup>3</sup>

### 4. SONUÇ

Bildirinin başında da belirtildiği gibi bu bilgisayar programı ; daha çok arazi uygulamalarından edinilmiş deneyimlerin ışığında geliştirilmiş ve basit bir çalışma prensibine dayalıdır.Esas olarak her deneyimle kendini yenileyen ve aşırı kuramsal olmayan delme-patlama konusunda bu tür bir yaklaşımın,daha yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Hazırlanmaya çalıştığımız bu programın,henüz çok yetersiz ve zayıf verilerle donatıldığını biliyoruz.

Bununla beraber,bunun gibi delme-patlama organizasyonu veya analiz programlarının ülkemizde, ele alınarak, dahada geliştirilmeleri ve kazı planlamalarında uygulanmalarının yararlı olacağı kanısındayız.

Artık,rasgele delinmiş delikler ve kullanılan patlayıcılar veya patlatma sistemleri ile yalnız delikler arası mesafelerin değiştirilip olup olmadığının bakmak yeterli değildir.Bütün bunlar daha sistematik bir biçimde yapılmalı kaydedilmeli ve devamında üzerlerinde kuramsal çalışmalara yönelmelidir.

Sonuç olarak,bu bildirinin ekinde,programın çalıştırılması ile elde edilen bazı sonuç değerlerin, farklı patlayabilirliklere göre gösterdikleri genel dağılımlar bir tablo (tablo 2.) ve grafikler olarak sunumu yapılmıştır.

### KAYNAKLAR

Atlas Powder, Explosives and Rock Blasting, 1987

Dağabak R.Y., Pozanti-Tarsus Otoyol Yapımında Kireçtaşı Yarmalarında Patlatma Sonrası Yarmaların İncelenmesi ,Ağustos 1991

Erkoç Ö.Y. , Kaya Patlatma Tekniği, 1990

Gustafsson R., Blasting Technique, 1981

ICI Explosives, Blasting Report for Excavation of Karakütük, 1991

Nitromak, Yeni Nesil Patlayıcılar, 1991

Nitro Nobel Informs, Kurs Notları, 1992

Olofsson S., Applied Explosives Technology for Construction and Mining, 1990

Soferti, Effective Detonation Rate and Explosive Performance of ANFO/Summary 1990

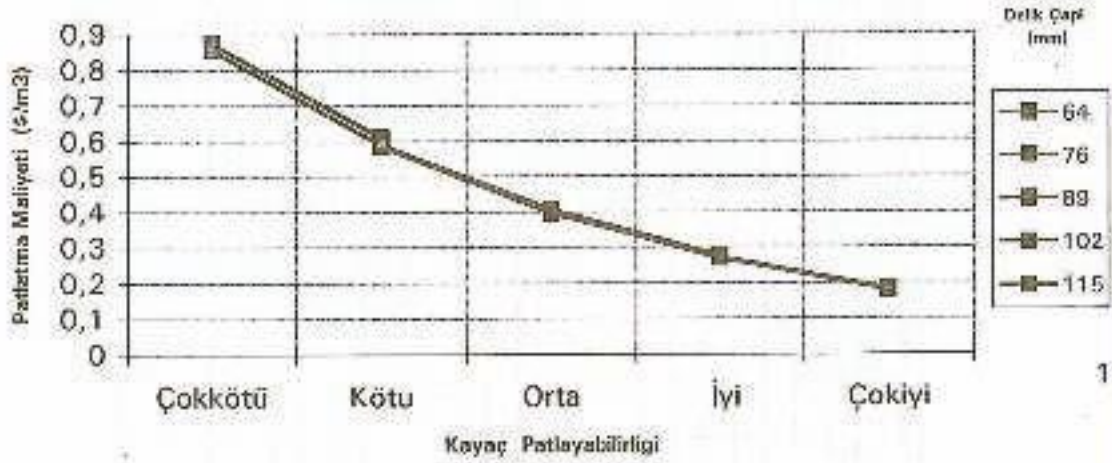
Tamrock, Surface Drilling and Blasting , 1988

Tosun S., Madencilikde Kullanılan Patlayıcı Maddelerin Performans Hesapları ve Uygun Patlayıcının Seçimi, 1993

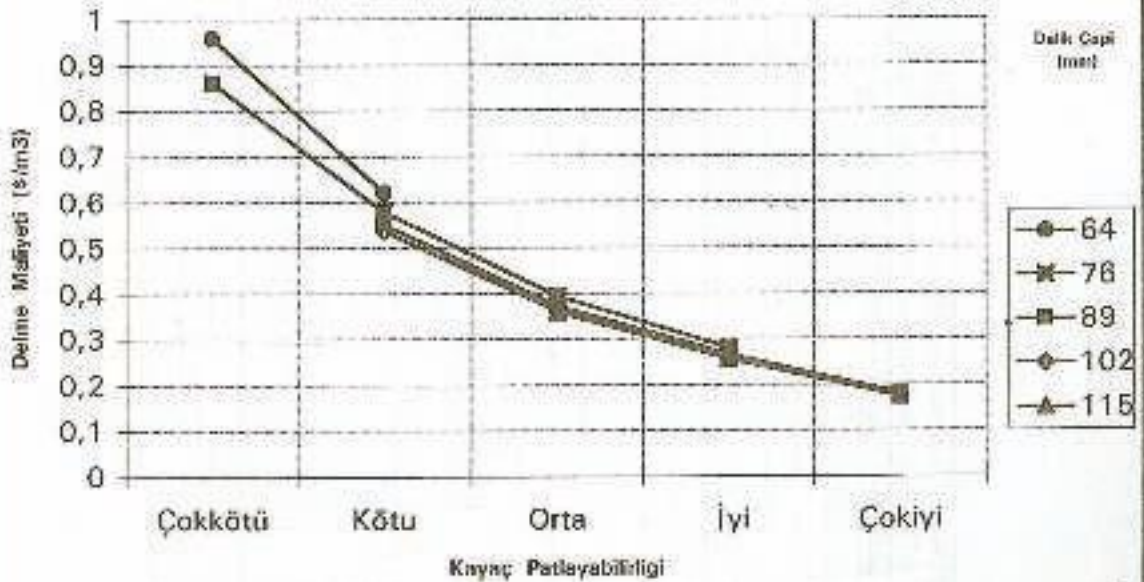
Tablo 2. DELPAT Programının , Farklı Kayaç Patlayabilirliklerinde Çalıştırılması Sonucunda Elde Edilen Parametrelerin Bir Listesidir. S50 değeri, kullanıcının seçmiş olduğu tane boyu dağılımının farklı kayaç patlayabilirliklerindeki karşılığıdır.															
KAYAÇ	S50	Çap (mm)	Del Mily (\$/m3)	Dal Mily (%)	Pat Mily (\$/m3)	Pat Mily (%)	Top mly (\$/m3)	Del Rnd (%)	Spacing (mt)	Burden (mt)	Spec Drill Int(m3)	Sps Char (kg/m3)	m3/hole	Delikboy (mt)	S / B
ÇOK İYİ	0,23	89	0,181	49,8	0,183	50,2	0,364	56,4	4,33	3,75	0,072	0,26	162,2	11,67	1,15
		102	0,177	49,23	0,183	50,77	0,36	56,2	4,96	4,03	0,059	0,27	199,7	11,83	1,23
		115	0,174	49,27	0,179	50,73	0,353	55,1	5,58	4,37	0,049	0,28	244	11,98	1,28
İYİ	0,21	76	0,28	50,34	0,276	49,66	0,556	58	5,03	2,94	0,127	0,36	89,1	11,35	1,03
		89	0,266	49,48	0,272	50,52	0,538	56,4	3,79	3,07	0,099	0,39	116,2	11,54	1,23
		102	0,258	49,1	0,268	50,9	0,526	55,1	4,52	3,35	0,08	0,4	145,7	11,68	1,3
		115	0,253	48,64	0,27	51,36	0,525	54,7	4,9	3,29	0,067	0,42	175,6	11,82	1,37
ÇİTA	0,19	76	0,393	49,14	0,407	50,86	0,8	66,1	2,67	2,38	0,177	0,56	63,7	11,27	1,12
		89	0,371	48,39	0,395	51,61	0,766	63,3	3,35	2,57	0,136	0,59	84,4	11,43	1,33
		102	0,361	47,65	0,396	52,35	0,757	62,3	3,86	2,72	0,11	0,62	104,8	11,56	1,42
		115	0,358	46,87	0,406	53,13	0,765	62,3	4,35	2,88	0,093	0,66	125,3	11,68	1,51
KÖTÜ	0,16	64	0,621	50,49	0,609	49,51	1,23	69,4	1,96	1,76	0,32	0,8	34,6	11,09	1,11
		76	0,578	49,57	0,588	50,43	1,165	66,6	2,47	1,88	0,242	0,84	46,4	11,22	1,31
		89	0,55	48,52	0,584	51,48	1,124	64,6	3,1	1,95	0,188	0,89	60,6	11,37	1,59
		102	0,536	47,65	0,589	52,35	1,123	63,5	3,57	2,11	0,153	0,93	75,3	11,49	1,69
ÇOK KÖTÜ	0,13	64	0,958	52,3	0,874	47,7	1,832	64	1,82	1,27	0,441	1,17	25,1	11,06	1,33
		76	0,861	50,14	0,856	49,86	1,718	68,9	2,1	1,45	0,335	1,26	33,3	11,18	1,59



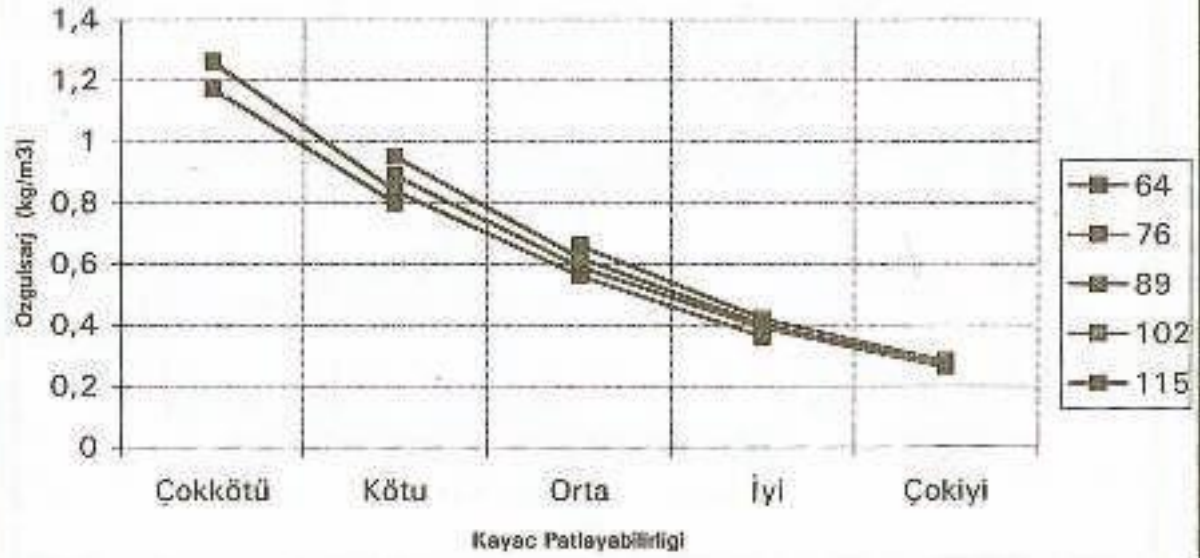
**Kayaç Patlayabilirliği ve Delik Çaplarının Bir Fonksiyonu Olarak Patlatma Maliyeti Dağılımı**



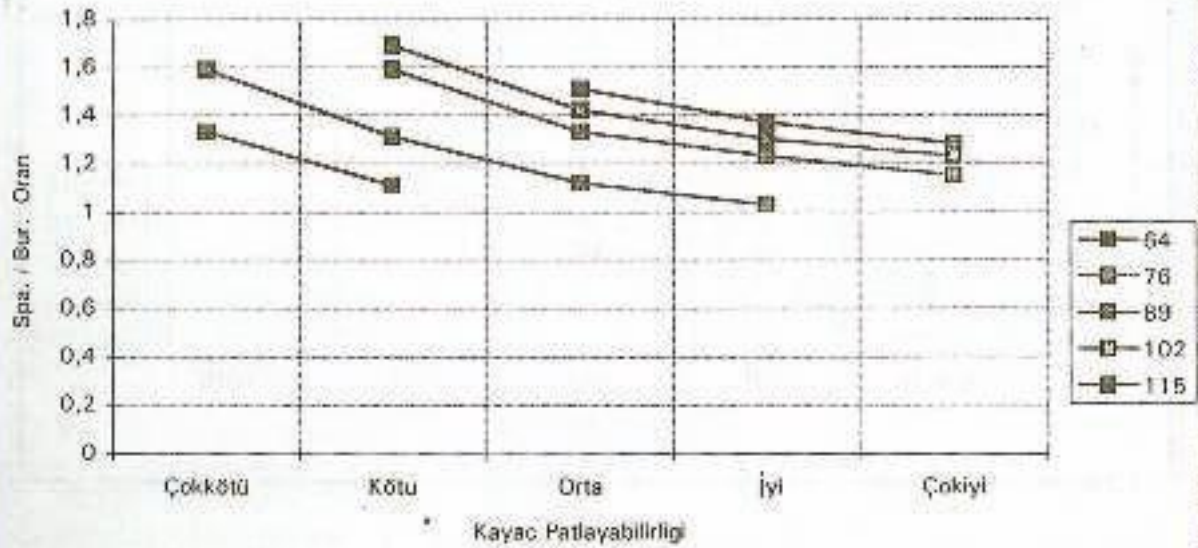
**Kayaç Patlayabilirliği ve Delik Çaplarının Bir Fonksiyonu Olarak Delme Maliyeti Dağılımı**

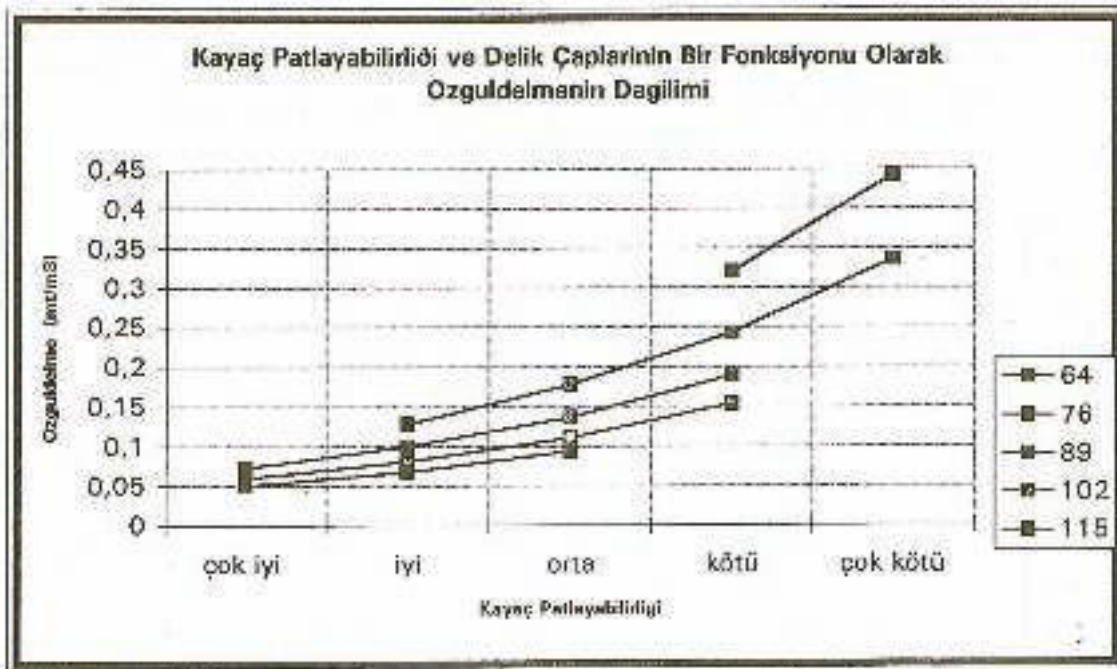
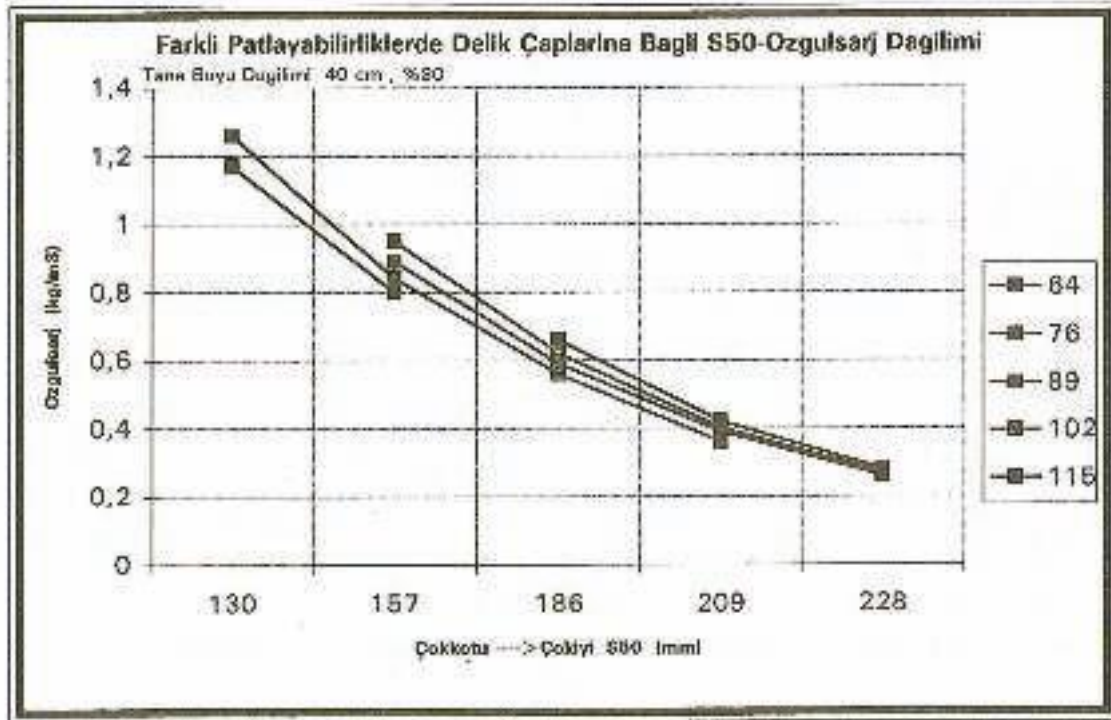


Kayaç Patlayabilirliği ve Delik Çaplarının Bir Fonksiyonu Olarak  
Özgülsarjın Dağılımı



Kayaç Patlayabilirliği ve Delik Çaplarının Bir Fonksiyonu Olarak  
Spa./Bur. Oranı Dağılımı





## PATLAYICILARA BİR ALTERNATİF; YÜKSEK BASINÇLI HAVA İLE PATLATMA VE BİR UYGULAMA

### AN ALTERNATIVE TO EXPLOSIVES; HIGH PRESSURE AIR BLASTING AND AN APPLICATION

Bahtiyar ÜNVER

Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Beştepe, 06532, Ankara

Mehmet Ali KARGI

Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Beştepe, 06532, Ankara

**ÖZET:** Yeraltı kömür ocaklarında, kömürün parçalanması için kullanılan patlayıcıların toksik gazlar içermesi ve emniyet açısından sakıncalarının bulunması nedeniyle, şartların uygun olması durumunda daha etkili, güvenli ve ekonomik bir yöntem olan yüksek basınçlı hava ile kömürün kazılması tekniği 1970'li yıllardan beri özellikle Macaristan'da başarı ile kullanılmaktadır.

Sistem ana hatları ile kompresör, basınç yükseltici (booster), boru şebekesi ve bağlantı elemanları ve delik içi tabancasından oluşmaktadır. Delik içi patlatma tabancasına 850 atmosfer basınçta havanın verilmesi ile patlatma tabancasına yerleştirilen ve dayanımı önceden bilinen metal bir plakanın dairesel olarak delinmesi sonucu yaklaşık olarak 1 m<sup>3</sup> basınçlı hava ile kömür parçalanmaktadır. Parçalanacak kömürün sertliğine uygun olan metal plakanın kullanılması ile patlatma yerinde etkin olan hava basıncı ayarlanabilmektedir.

Sistem Türkiye'de ilk olarak, Yeni Çeltik İşletmesi'nde kullanılmış ve oldukça memnun edici sonuçlar alınmıştır. Bu yazıda yüksek basınçlı hava ile patlatma sisteminin özellikleri, Yeni Çeltik Ocağında uygulanması ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

**ABSTRACT:** In underground coal mines, since explosives used to blast coal create toxic gases and have safety problems, high pressure air blasting system that is more reliable, safer and economical under suitable conditions has been in use in Hungary with success since 1970's.

System is composed of mainly a compressor and booster, pipeline and conjunction elements and borehole blasting gun. 850 atm. compressed air is fed to borehole blasting gun that had a metal plate with known strength. When the plate is cut in circular shape, approximately 1 m<sup>3</sup> of compressed air fractures the coal. Effective blasting pressure can be arranged by changing metal plate according to hardness of the seam.

System was firstly used at Yeni Çeltik Underground mine in Turkey and results are quite promising. In this paper, the properties of the high air pressure blasting system, application and results obtained at Yeni Çeltik Underground Mine are evaluated.

#### 1. GİRİŞ

Yüksek basınçlı hava ile patlatma sisteminin ilk jenerasyonu olarak bilinen "Armstrong Airbreaker" ile kömür kazısı 1930'lu yıllarda İngiltere'de geliştirilmiştir. Bu sistemle kömür damarı içerisine açılan kısa deliklerin içine patlatma tabancaları yerleştirilmiş ve yüksek basınçlı hava ile kömür parçalanarak uzunuyaklarda üretim yapılmıştır. Sistem halen Macaristan, İspanya ve eski Çekoslovakya Cumhuriyeti'nde kullanılmaktadır. Ülkemizde, yüksek basınçlı hava ile patlatma sistemi ilk olarak TTK Kozlu Müessesesi'ne ait ocakta kurulmuş, ancak deneme çalışmaları sırasında meydana gelen bir grizu faciası sonrasında ocak kapatılmıştır (Biçer, 1992).

Artan kömür üretim maliyetleri karşısında, 1994 yılında Yeni Çeltik Kömür İşletmesi bünyesindeki ocaklardaki mevcut şartlara en uygun olan teknolojinin transferini gerçekleştirmek üzere bir dizi modernizasyon çalışmalarına başlamıştır. Yapılan teknik geziler ve etüd çalışmaları sonunda işletmecilik şartları dikkate alınarak Yüksek Basınçlı Hava ile Patlatma Sistemi'nin uygulanmasına karar verilmiştir.

#### 2. YENİ ÇELTEK LİNYİT İŞLETMESİNİN TANITILMASI

İşletme sahası Amasya iline bağlı Merzifon ilçesi sınırlı içinde yer almakta ve Merzifon'dan yaklaşık olarak 25 km. uzaklıkta bulunmaktadır. 1986 yılında