

46619

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PATLAYICI MADDELER İLE BASAMAK KAZI TASARIMI PARAMETRELERİNİN
İNCELENMESİ VE PATAS UZMAN SİSTEMİNİN DENENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden Müh. Orhan COŞKUN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 HAZİRAN 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 29 HAZİRAN 1995

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Erkin NASUF

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Nuh BİLGİN

Doç.Dr. Tayfun EVERGEN

HAZİRAN 1995

ÖNSÖZ

İnsanlık tarihi incelendiğinde tarihin değişik dönemlerinde değişik olay ve buluşların insanlığı yönlendirdiği ve etkilediği görülür. Ateş'in bulunuşundan buharlı tren'e kadar bu konuda bir çok örnek verebiliriz.

Günümüzde insanlık, bilgisayar biliminin etkisi altındadır. Bilgisayar ve onun çocuk oyunlarından tıbb'a kadar uzanan değişik uygulamaları günlük hayatımızda çok büyük yer tutmaktadır.

Bu tez kapsamında bilgisayar dünyasının yeni ve gün geçtikçe yaygınlaşan bir yazılım türü olan Uzman Sistem'in patlatma dizaynında kullanılabilirliği araştırılmış ve denemesi yapılmıştır.

TÜBİTAK projesi kapsamında yapılan bu çalışma sırasında benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Erkin NASUF ve Doç.Dr. Sina YAZICI'ya teşekkür ederim.

Ayrıca işletmedeki çalışmalarımda benden yardımını esirgemeyen tüm E.L.İ. çalışanlarına, bugüne kadar eğitime katkısı bulunan tüm hocalarıma ve aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim, bilime ulaşmak maksadıyla yapılır. Bu çalışmanın bilime ulaşması ve katkısı olması dileğiyle.

HAZİRAN, 1995

Maden Müh.Orhan COŞKUN

İ Ç İ N D E K İ L E R

TABLO LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
1.1. Patlatma ve Uzman Sistemler.....	1
1.2. Patlayıcı Maddelerin Kullanım Alanları..	1
1.3. Patlatma ve Problem.....	2
1.3.1. Patlatma Dizaynı İçin Yeni Bir Yaklaşım	4
1.4. Çalışmanın Sağlayacağı Faydalar.....	5
1.5. Çalışmanın Amaçları.....	7
BÖLÜM 2. PATLAYICI MADDELER VE PATLATMA TEORİLERİ...	7
2.1. Giriş.....	7
2.2. Patlayıcı Maddelerin Tarihsel Gelişimi...	7
2.3. Patlayıcıların Seçiminde Göz Önüne Alınan Özellikler.....	10
2.3.1. Detonasyon Hızı.....	10
2.3.2. Kuvvet.....	11
2.3.3. Yoğunluk.....	12
2.3.4. Detonasyon Basıncı.....	13
2.3.5. Suya Dayanıklılık.....	13
2.3.6. Duman ve Gaz Karakteri.....	15
2.3.7. Duyarlılık.....	16
2.3.8. Detonasyon Stabilitesi.....	16
2.3.9. Çevre Sıcaklığına Tolerans.....	17
2.3.10. Raf Ömrü.....	17
2.3.11. Su Basıncına Dayanım.....	17
2.3.12. Ambalaj ve Kullanma Kolaylığı.....	17
2.3.13. Emniyet.....	18
2.3.14. Oksijen Balansı.....	19
2.4. Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması...	19
2.5. Patlatma Teorileri.....	19
2.5.1. Patlatma ve Kırılma Mekanizması.....	20
2.5.1.1. Detonasyon.....	20
2.5.1.2. Şok ve Basınç Dalgası Yayılması.....	20
2.5.1.3. Gaz Basıncının Yayılması.....	22
2.5.1.4. Kaya Kütlelerinin Hareketi.....	23

2.5.2. Değişik Patlatma Teorileri.....	23
2.5.2.1. Yansıma Teorisi.....	25
2.5.2.2. Gaz Yayılması Teorisi.....	26
2.5.2.3. ASH R.L. Gaz Yayılması Teorisi.....	26
2.5.2.4. Basınç Dalgası ve Gaz Yayılması.....	27
2.5.2.5. Birleşik Teori.....	28
2.5.2.6. Çekirdek veya Basınç Dalgası Teorisi	29
2.5.2.7. Tork Teorisi.....	30
2.5.2.8. Krater Teorisi.....	31
2.6. Patlatma Dizaynı ve Değişik Yaklaşımlar.	33
2.6.1. Eski Burden Formülleri.....	33
2.6.2. Krater Teorileri.....	35
2.6.3. R.L. ASH Patlatma Dizaynı.....	36
2.6.4. İsveç Patlatma Dizaynı.....	39
2.6.5. Atlas Powder Company Arazi Deneyimleri	42
2.6.6. C.J. Konya'nın Patlatma Dizaynı.....	44
2.7. Patlatmaya Etki Eden Faktörler.....	47

BÖLÜM 3. UZMAN SİSTEMLER..... 49

3.1. Giriş.....	49
3.2. Uzman Sistem Nedir?.....	49
3.2.1. Uzman Sistemin Özellikleri.....	49
3.2.2. Uzman Sistemin Avantaj ve Dezavantaj- ları.....	51
3.2.3. Uzman Sistemlerin Çalışma Sahaları....	52
3.2.4. Uzman Sistemlerin Klasik Programlama.. İle Karşılaştırılması.....	53
3.3. Uzman Sistemlerin Tarihçesi.....	54
3.4. Uzman Sistemlerin Yapısı, Geliştirilmesi ve Çeşitleri.....	56
3.4.1. Uzman Sistemin Yapısı.....	56
3.4.2. Uzman Sistemin Geliştirilme Aşamaları.	59
3.4.3. Uzman Sistem Çeşitleri.....	60
3.5. Madencilik Alanında Geliştirilen Uzman Sistemler.....	61

BÖLÜM 4. BİLGİYE ULAŞMA..... 64

4.1. Giriş.....	64
4.2. Anket Çalışması.....	64
4.3. Soma Bölgesinde Yapılan Çalışmalar.....	64
4.3.1. Yeraltı Patlatma İşlemleri.....	65
4.3.2. Açık Ocak Patlatmaları.....	66
4.4. Sonuçlar ve Türkiye'deki Durum.....	72
4.5. Uzman Sisteme Bilgi Toplama Çalışmaları- nın Eleştirisi.....	73

BÖLÜM 5. ANKET BİLGİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE MEVCUT TASARIM YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTI- RILMASI..... 75

5.1. Giriş.....	75
5.2. Anket Bilgilerinin Değerlendirilmesi....	75

5.2.1. Saha Hakkında Verilen Genel Bilgilerin Değerlendirilmesi.....	75
5.2.2. Basamak Büyüklükleri ile İlgili Bilgilerin Değerlendirilmesi.....	76
5.2.3. Patlayıcı Madde Uygulaması İle İlgili Bilgiler.....	83
5.2.4. Patlatma Sonuçları ve Çevre İle İlgili Bilgiler.....	86
BÖLÜM 6. PATAS UZMAN SİSTEMİNİN TANITILMASI VE DENENMESİ.....	89
6.1. Giriş.....	89
6.2. Uzman Sistem Programında Aranılan Özellikler.....	89
6.3. Uzman Sistemin Tanıtılması.....	90
6.3.1. Uzman Sistemin Yapısı.....	90
6.3.2. Kurallar.....	91
6.3.3. Veri Tabanları.....	93
6.3.4. Çıktılar.....	94
6.4. Uzman sistemin Denenmesi.....	94
6.5. Uzman Sistemin Denenmesine Ait Sonuçlar.	95
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	97
KAYNAKLAR.....	98
EK-A- ANKET FORMLARI.....	100
EK-B- UZMAN SİSTEM ÇIKTILARI.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	140

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Detonasyon Hızının Çapa Bağlı Değişimi.....	11
Tablo 2.2. Bazı Patlayıcıların Suyu Dayanıklılığı	14
Tablo 2.3. Zamana Göre Suyu Dayanıklılık	15
Tablo 2.4. Gaz Miktarına Göre Duman Sınıflaması	15
Tablo 2.5. Bazı Patlayıcı Maddelerin Kritik Çapları	16
Tablo 2.6. Eğim Düzeltme Değerleri	41
Tablo 2.7. Kaya Sabiti Düzeltme Değerleri	41
Tablo 2.8. Delik Sırası Düzeltme Faktörü	45
Tablo 2.9. Yataklanma Yönü Düzeltme Faktörü	45
Tablo 2.10. Jeolojik Yapı Düzeltme Faktörü	46
Tablo 2.11. Basamak Yüksekliği-Burden Oranın Etkileri	46
Tablo 3.1. Uzman Sistemlerin Avantajları	52
Tablo 5.1. İşletmelerde Kullanılan Basamak Büyüklükleri	77
Tablo 5.2. Basamak Büyüklüklerinin Oranları	78
Tablo 5.3. Tasarımda Kullanılan Basamak Büyüklüklerine Ait Oranlar	79
Tablo 5.4. Patlayıcı Madde Uygulaması	85
Tablo 5.5. Patlatma Sorunları	88
Tablo 6.1. Uzman Sistem Paketinde Aranılan Özellikler	89
Tablo 6.2. Uzman Sistemin Yapılandırılmasında Kullanılan Veri Tabanları	93
Tablo 6.3. Uzman Sistemin Doğrudan Kullandığı Veri Tabanları	94

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Kayaç İçerisinde Basınç Yayılma Şekli	21
Şekil 2.2. Patlatma Deliği Çevresi	22
Şekil 2.3. Kaya Kütlesinin Değişik Durumlarda Hareketi	24
Şekil 2.4. Tipik Bir Basamak Patlatması	25
Şekil 2.5. Kiriş Kırılması-Patlatma Benzetmesi	27
Şekil 2.6. Birleşik Teori Patlatma Aşamaları.....	29
Şekil 2.7. Çekirdek Teorisi Patlatma Aşamaları	31
Şekil 2.8. Tork Teorisi Çalışma Mekanizması.....	32
Şekil 2.9. Krater Teorisine Göre Patlatma.....	32
Şekil 2.10. Basamak Patlatma Dizaynı Parametreleri	37
Şekil 2.11. Basamak Patlatma Dizaynı Parametreleri	43
Şekil 3.1. Tipik Bir Uzman Sistem Yapısı	58
Şekil 3.2. Uzman Sistem Geliştirme Aşamaları	60
Şekil 4.1. Soma Bölgesindeki Tipik Bir Ateşleme	67
Şekil 4.2. Delik Düzeni.....	68
Şekil 4.3. Gecikme Rölesi Bağlantısı	68
Şekil 4.4. Sağ Taraftaki 7 Deliğin Ateşlenmesi.....	69
Şekil 4.5. Sağ Taraftaki Gaz Yayılması	69
Şekil 4.6. Ateşlemenin Sona Ermesi ve Duman Çıkışı	70
Şekil 4.7. Sol Tarafta Ateşleme Başlangıcı.....	70
Şekil 4.8. Sol Tarafta Ateşleme Anı	71
Şekil 4.9. Sol Tarafta Gaz Yayılması	71
Şekil 4.10. Sol Tarafta Ateşlemenin Sona Ermesi	72
Şekil 5.1. Burden-Delik Çapı Oranı Frekans Dağılımı ...	79
Şekil 5.2. Basamak Yüksekliği-Burden Oranı Frekans Dağılımı	80
Şekil 5.3. Basamak Altı Delme Burden Orana Frekans Dağılımı	81
Şekil 5.4. Sıkılama-Burden Oranı Frekans Dağılımı.....	82
Şekil 5.5. Delikler Arası Mesafe-Burden Oranı Frekans Dağılımı	83
Şekil 6.1. PATAS Uzman Sisteminin Çalışma Şekli	91
Şekil 6.2. PATAS Uzman Sisteminin Yapısı.....	92

ÖZET

Madencilik'de üretimin başlangıç noktası olan patlatma ekonomiklik ile çok yakından ilgilidir. Ekonomiklik ve verimi yükseltmek için daha mükemmel tasarımlara ulaşmak maksadıyla bir çok araştırma yapılmış, teoriler geliştirilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında öncelikle patlatma tasarımı için geliştirilmiş çeşitli teoriler anlatılmış, tasarımda kullanılan parametreler incelenmiştir. Daha sonra yeni bir bilgisayar yazılımı olan Uzman Sistemler ve Özellikleri anlatılmıştır. Son aşamada ise patlatma tasarımı amacıyla geliştirilmiş PATAS isimli uzman sistem tanıtılarak denemesi yapılmış ve pratik olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

RESEARCHING FOR BENCH BLASTING DESIGN PARAMETERS AND TESTING THE "PATAS" EXPERT SYSTEM

SUMMARY

The use of explosives for rock blasting began in 1627 in the gold mines of Hungary with black powder. The use of black powder to break rock was much faster and more efficient than the traditional methods of fire setting which had been used before that time.

Blasting has become an accepted technique for rock fragmentation worldwide. Most mining and construction operations use blasting. The feasibility and economy of many types of mining ventures and construction projects depend the use of explosives.

The blasting industry is rapidly changing with new theories, products and techniques.

Many blasting procedures and technique have been proposed since blasting began. This thesis concentrates on surface blast design.

When blasting first began, there was little known about the side effect of blasting. Now, explosive users want to break rock safely, efficiently and economically with the minimum amount of air blast, ground vibration and violence.

Many theories have been proposed as to how and why rock breaks as a result of an explosion. Two separate and distinct mechanism occur.

The explosion first induces a stress wave, which is compressional wave, into the rock surrounding the charge.

This stress wave moves through the material at near the speed of sound or compressional wave velocity in the rock.

After the wave passes through the rock, the gas pressure in the blast hole again stresses the rock.

The different breakage theories placed different weights on the role of the stress wave (shock energy) and the gas pressurization.

Some theories conclude that the stress waves, shock energy is responsible for majority of breakage, while the gas pressurization effect on breakage is considered negligible. Other theories consider the gas pressurization to be dominate in the breakage process with the stress waves causing negligible breakage.

In second chapter some theories and design methods had been explained.

The design methods described in this thesis step by step from basic formulas to complex design.

There are many different types of explosives used in commercial blasting. They can be classified as dynamites, slurry, emulsion and ANFO.

The selection of an explosive is based on three criteria: its ability to function properly in the proposed environment, the performance characteristics of the explosive and cost. In second chapter first two criteria had been explained.

The blasting industry had been rapidly changed with new theories, products and techniques. On the other hand a new computer software started to use in industry: Expert systems.

Through the application of artificial intelligence techniques, Expert systems capture the basic knowledge that allows a human to act as an expert when dealing with complicated problems.

Expert systems solve problems that are normally solved by human "experts" To solve expert-level problems, expert systems need access to substantial domain knowledge base, which must be built as efficiently as possible.

Expert systems also need to exploit one or more reasoning mechanism to apply their knowledge to the problems they are given. Then they need a mechanism for explaining what they have done to users who rely on them.

Expert systems are being used in a wide variety of applications including diagnosis, planning, forecasting, design, interpretation, control, status, monitoring and instruction.

In third chapter, the history of Expert systems, basic concepts of expert systems, the structure of expert systems, types of expert systems, advantage and disadvantage of expert systems, how expert systems work, which problems can solve with expert systems are tried to be explain.

At the end of the third chapter some expert system application had been introduced which are used in mining industry.

Knowledge is very important for expert systems. Because they use knowledge for solving problems. Knowledge base shows the power of the expert systems. So knowledge acquisition is most important for the expert system.

In fourth chapter methods and ways of knowledge acquisition had been explained. At the end of this part the research of knowledge acquisition had been discussed.

One of the most important knowledge acquisition method was searching the application of bench blasting in Turkey. For this reason a special question sheets had prepared and sent to the mines which uses blasting techniques.

Another way of knowledge acquisition was going to the mine, which uses bench blasting methods and control and determine the problems at it's source. For this reason E.L.İ. Soma Coal Mine had been choosen and field application had been done for knowledge acquisition.

In the fifth chapter, knowledge, which had been obtained from these question sheets, had been discussed, tried to find relation between blasting design parameters. In this part very important characteristics find out about blasting application in Turkey.

An expert system "PATAS" had been built for underground and surface blasting design by Erkin NASUF and Sina YAZICI for TUBITAK project.

In sixth chapter the structure and the problem solving way of PATAS had been explained. PATAS had been tested at the end of this part depending on the inquiry knowledge (Figure 1).

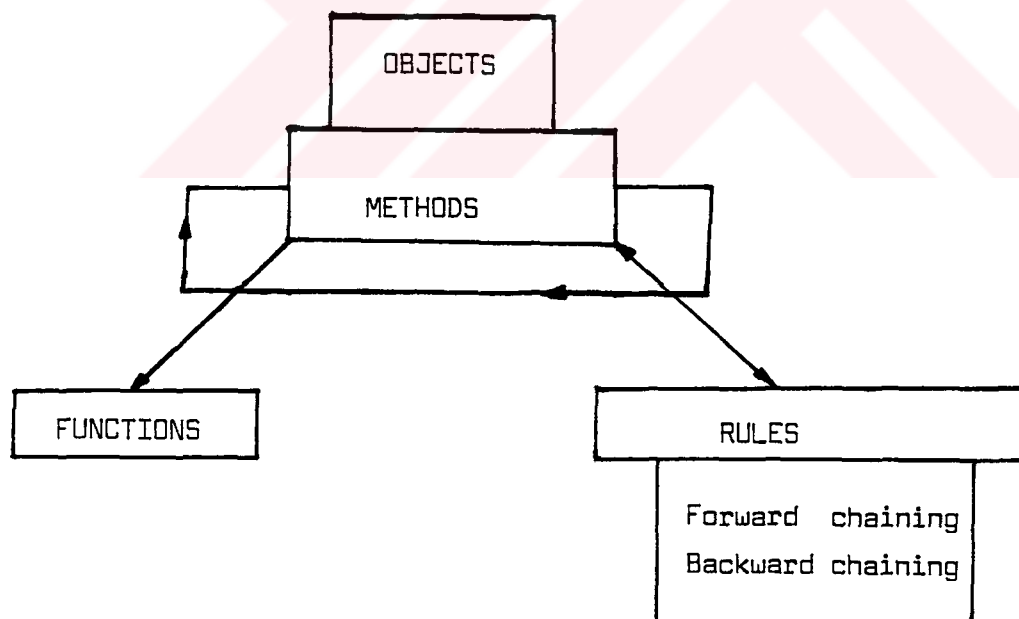


FIGURE 1. PATAS Expert System's Structure

At the end of the thesis, it has discussed that the "PATAS" could use in mining industry.

Blasting theory is perhaps one of the most interesting thought-provoking, challenging and controversial areas of mining industry. It encompasses many areas in the science of chemistry, physics, thermodynamics, shock wave interaction and rock mechanics. In broad terms, rock breakage by explosives involves the action of an explosive and the response of the surrounding rock mass within the realms of energy, time and mass.

In spite of the tremendous amount of research conducted in the last few decades, no single blasting theory has been developed and accepted that adequately explains the mechanisms of rock breakage in all blasting conditions and material types.

There is as yet no consistent and widely applicable theory of blasting. But the purpose of the science is find the new, reach the excellent. This thesis prepared for this reason.

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Patlatma ve Uzman Sistemler

1627 yılında Macaristan altın madenlerinde kazı amacıyla patlayıcı madde kullanılmaya başlamasından günümüze kadar geçen sürede, madencilik ve inşaat sektöründe patlayıcı madde kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Deliklerin elle denildiği o günlerden günümüze geldiğimizde 1 inç'den 18 inç'e (2,5 cm-45,7 cm) değişen çaplarda delik makinelerinin geliştirildiğini görüyoruz.

Delik delme yöntemi böylesine değişirken kullanılan patlayıcılarda çok büyük değişime uğramıştır. Barut ile başlayan bu gelişme süreci Dinamit, ANFO, Slurry karışımlar, Emülsiyon-Anfo karışımları ile devam etmiştir.

Patlatma endüstrisi günümüzde de yeni teoriler, ürünler ve tekniklerle çok hızlı bir şekilde değişmekte ve gelişmektedir. Tarih boyunca geçirdiği gelişmeler neticesinde günümüzde kaya kazı ve parçalamasında tüm dünyada en çok kullanılan yöntem haline gelmiştir. Bugün bir çok madencilik ve inşaat projesinin ekonomikliği ancak patlayıcı madde ve patlatma yönteminin kullanılması ile mümkün olmaktadır.

1.2. Patlayıcı Maddelerin Kullanım Alanları

Patlayıcı maddeler günümüzde çok değişik alanlarda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının basit bir sınıflandırması şöyle yapılabilir [1].

i)- Madencilik Sektörü

- Maden arama faaliyetleri
- Açık ve yeraltı işletme faaliyetleri
- Tünel açma
- Özel üretim yöntemleri (madenin gevşetilmesi, kırılması vb.)

ii)- İnşaat Sektörü

- Hammadde temini (taş,mıcır vb. ocaklar)
- Temel kazıları
- Kanal açma çalışmaları
- Yol yapımı
- Baraj ve gölet yapımı
- Kontrollü yıkımlar
- Yeraltında depo, silo, sığınak vb. inşaatı

iii)- Petrol Sektörü

- Sismik aramalar
- Rezervuar gevşetilmesi
- Boru hatlarının açılması

iv)- Tarım ve ormancılık sektörü

v)- Askeri amaçlı kullanım

Çok yaygın bir kullanım alanı olan patlayıcı maddeler, insan gücü ve makina ile kazı gibi diğer alternatiflerin uygulanabilirliğini yitirdiği durumlarda, özellikle madencilik ve inşaat sektörü için vazgeçilmez bir kazı yöntemi olmaktadır.

1.3. Patlatma ve Problem

Madencilik faaliyeti açısından patlatma tüm üretim faaliyetlerinin başlangıç noktasıdır. Bu yüzden madencilik ve inşaat çalışmalarında ekonomiklik ve verimlilikle ilgili bir çok konu patlatma ile ilgilidir. Örneğin:

- İş makinası performansları
- Zaman kullanımında etkinlik
- Teknik verimlilik
- Kapasite artışı
- Uygun niteliklerde malzeme temini
- Güç kullanımında konsantrasyon
- Ekipman seçiminde optimizasyon

Bu saydığımız konuların daha iyiye götürülmesi delme patlatmanın verimli yapılmasına bağlıdır. Kötü patlatma sonuçları günümüzde çok önemli hale gelen ekonomiklik konusunda sıkıntılar yaratmaktadır. Çalışma ortamının sürekli olarak değişmesi, olayda etken olarak rol alan faktörlerin birbiriyle etkileşmesi ve en ufak bir değişiklikte dahi tüm faktörlerin değişikliğe uğraması patlatmayı çok kompleks bir problem haline getirmiştir.

Deliklerin elle delindiği, patlayıcı olarak sadece kara barut'un bilindiği günlerde kullanılan deneme-yanılma ile uygun sonuçlara ulaşma nispeten başarılı olmuştur. Büyük çaplı deliklerin, modern patlayıcıların (emülsiyon, slurry) kullanıldığı günümüzde bu yöntem geçerliliğini ve ekonomikliğini yitirmiştir ve nadir olarak optimum sonuca ulaşabilmektedir.

Böylesine kompleks bir problemi çözmek için bir çok araştırmacı değişik çalışmalar yapmış, tüm ocak ve çalışma şartlarında optimum sonuçlar verecek teoriler, bilgisayar programları geliştirmeye çalışmıştır. Nümerik formlara dayanan tüm bu teoriler ve bilgisayar programları kısmen başarılı olmuş fakat her koşulda kesin sonuca ulaşamamıştır.

1.3.1. Patlatma Dizaynı İçin Yeni Bir Yaklaşım

Madencilikte çalışma ortamı bir ocaktan diğerine, hatta aynı ocak ve kayaç içinde dahi, çok büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Buna bağlı olarak, bir patlatma uzmanının deneyimlerini göz önüne almayan sayısal çözümlerin başarılı olması zordur. Sonuç olarak patlatmayı sadece sayısal çözümleri olan bir bilim olarak değil, sayısal veriler ile patlatma uzmanının tecrübe ve önsezişinin birlikte yoğurulduğu ve şekil verildiği bir sanat olarak düşünmek ve bu şekilde çözümlere yönelmek bizi en doğru ve güvenilir sonuçlara götürecektir. Bu söylediğimizi normal bir bilgisayar programı ile yapmak imkansızdır. Bu amaçla geliştirilmiş Uzman Sistem (Expert System) olarak adlandırılan özel yazılımların kullanılması gerekir.

Uzman sistem kendisine verilen bilgileri değerlendirerek bir nevi uzman (expert) gibi karar veren bir sistemdir. Gerek patlatma konusunda gerekse diğer alanlarda bir uzman yetişmesi çok uzun ve pahalı bir süreçtir. Konusunda uzman olan bu tip kişilerin bilgilerinin ve deneyimlerinin kullanılarak bu tip programlar yapılması onların bilgi birikiminden daha verimli olarak faydalanılmasını sağlar. Ülkemizde patlatma konusunda yetişmiş uzman sayısı oldukça azdır. Hazırlanacak bu tip bir program ile bu uzmanlara ulaşamayan ve patlatmada sorunları olan işletmelere yol gösterilmiş olacaktır. Özellikle patlayıcı olarak sadece dinamit ve Anfo'yu veya çok daha ilkel olarak gübre-toz şeker karışımını kullanan özel sektör madencilikimiz için bu tip bir yol gösterici gereklidir.

Çalışma kapsamında Türkiye'deki bir çok işletmeden patlatma ile ilgili veriler toplanmıştır. Bu verilerde görülmektedir ki bir çok işletmenin patlatma ile ilgili sorunları (patar, tırnak, göçme vs.) vardır. Madencilikimizdeki patlatma ile ilgili saydığımız sorunları göz önüne aldığımızda bahsedildiği şekilde bir uzman sistem

yazılmasının uygun olacağı görülmektedir. Bu düşünceden hareket ederek PATAS isimli bir uzman sistem oluşturulmuştur. Bu uzman sistemin mevcut patlatma uygulamaları üzerinde denenerek uygulanabilirliğinin belirlenmesi gerekir. Bu çalışma kapsamında PATAS uzman sisteminin denemesi yapılarak pratik olarak kullanılabilirliği araştırılacaktır.

1.4. Çalışmanın Sağlayacağı Faydalar

Uzman sistem yazılma çalışması sırasında Türkiye'de patlayıcı ile kazı yapan bir çok devlet ve özel sektör kuruluşundan patlatma sistemleri hakkında bilgi toplanmıştır. İşletmelerden gelen bu bilgiler incelendiğinde gerek devlet gerekse özel sektör işletmelerinin büyük çoğunluğunda patlatma ile ilgili sorunlar olduğu görülmektedir. Bu sorunlar kimi yerlerde tabanda tırnak kalması olarak görülürken, kimi yerde patar oluşmakta, kimi yerde arında göçmeler olmaktadır. Bunlar ufak tefek sorunlar olarak görülse de ülkemizin belli başlı 11 adet işletmesinde 1993 yılı patlayıcı madde tüketiminin (Anfo) 14.981 ton ve patlatma ile yapılan dekapajın 62.222.000 m³ olduğu göz önüne alındığında bu sorunların gerçek önemi ortaya çıkar.

PATAS uzman sistemi özellikle uzmanları olmayan ve uzmanlara zorlukla ulaşan küçük çaplı işletmelerde bu tip sorunların azaltılmasında faydalı olabilir. Bu sistem patlayıcı maddeler ve dizaynı konusunda yeterince bilgilendirilemeyen mühendis adaylarının bu konudaki eksiklerini giderebilir. Ayrıca uzman mühendislerle hazırladıkları tasarımlarda yardımcı, genç mühendislerle ise yol gösterici olarak kullanılabilir.

1.5. Çalışmanın Amaçları

Bu çalışmanın amaçları şöyle sıralanabilir.

i)- Türkiye'de patlayıcı kullanımında eğilimlerin belirlenmesi ve sorunların ortaya çıkarılması,

ii)- Yazılan PATAS uzman sistemin uygulanabilirliği- nin araştırılması,

iii)- PATAS uzman sisteminin bilgi toplanan işletmeler- de denenerek bu işletmeler için optimum dizaynların bulun- ması.



BÖLÜM 2. PATLAYICI MADDELER VE PATLATMA TEORİLERİ

2.1. Giriş

Patlayıcı maddeler bileşiminde enerji veren, oksijen taşıyan, yanıcı vb. değişik özellikte maddeler olan kimyasal bileşiklerdir. Sahip oldukları yüksek gaz hacmi, enerji miktarı, patlatma sonucu oluşturdıkları yüksek ısı ve basınç nedeniyle günümüzde kaya parçalamada kullanılan en yaygın yöntem olmuştur. Patlayıcıların bilinmediği Roma imparatorluğu döneminde, Roma şehrine su getirilirken, yaklaşık 6x10 feet(1.80 x 3.00 m)'lik 3.5 mil(5,6 km) uzunluğunda bir tünel 30.000 köle çalıştırılarak ancak 11 yılda bitirilebilmiştir [2]. Günümüzde aynı işin çok daha az işçi sayısı ve patlayıcı madde kullanılarak bir yıldan kısa bir sürede bitirilebileceği düşünülürse, patlayıcı maddelerin madencilik ve inşaat sektörü için önemi daha iyi anlaşılır.

2.2. Patlayıcı Maddelerin Tarihsel Gelişimi

Madencilikte kazı amacıyla patlayıcı madde kullanımı 17. yüzyıl başlarında Kara Barut ile başlar. Bundan önce kullanılan ateş yakarak kayayı ısıtma ve daha sonra su ile soğutarak çatlatma yöntemi oldukça ağır ve pahalı bir yöntemdi. Özellikle maden çevresinde ağaçların bitmesi veya hiç olmaması durumunda tamamen ekonomikliğini yitiriyordu.

Kara barut madencilik sektörüne girdikten sonra oldukça yaygın bir kullanım alanı buldu. Fakat ateşleme sistemi oldukça tehlikeliydi ve birçok kaza meydana geliyordu. Bu tehlike 1831 yılında William Bickford'un emniyetli fitili bulması ile ortadan kaldırılmış oldu [3].

Patlayıcı maddelerin gücünü gördükten sonra madencilerde daha kuvvetli patlayıcılara yönelik bir talep meydana geldi. Bunun neticesinde 1846 yılında Ascanio Sab-rero Nitrogliserin'i buldu. Nitrogliserin kuvvetli bir patlayıcıydı fakat üretim ve kullanımı çok tehlikeliydi. Bu yüzden yaygın bir kullanım alanı bulamadı. Alfred NOBEL ve kardeşleri nitrogliserin'in güvenli üretiminive emniyetli kullanım şekli olan DİNAMİT (1866) ile civa fulminatlı kapsül'ü (1867) geliştirdi. Bu tarihten sonra madencilik sektöründe dinamit'in egemenliği başladı. 1950'li yılların başında bir kaza sonucu Amonyum Nitrat'ın patlama özelliğinin keşfedilmesi madencilik ve patlayıcı madde kullanımı açısından yeni bir dönüm noktası oldu.

Amonyum Nitrat ile yapılan araştırmalar sonucunda, Robert W. Akre, 1955 yılında Amonyum Nitrat ile Karbon karışımından oluşan ve kolayca hazırlanabilen "Akremite" adlı patlayıcıyı buldu. Bir yıl sonra ise Amonyum Nitrat Fuel Oil karışımından oluşan ve ANFO olarak isimlendirilen patlayıcı madde Amerika'da piyasaya sürüldü. Ucuzluğu, kolay üretilmesi ve güvenli oluşu ANFO'yu kısa bir sürede madencilik sektörünün en yaygın olarak kullandığı patlayıcı madde haline getirdi.

Tüm yararlarına karşın ANFO'nun iki önemli dezavantajı vardır. Birincisi düşük yoğunluğudur ki delme maliyeti yüksek kayalarda maliyeti yükseltmektedir. İkincisi ise suya karşı dayanıksızlığıdır. Bu dezavantajlar araştırmacıları yeni ürünler bulmaya yöneltmiştir [4].

Bunun sonucu olarak 1960'lı yıllarda slurry olarak isimlendirilen karışımlar ortaya çıkmıştır. Temelde ana patlayıcı madde Amonyum nitrattır. Fakat bu patlayıcılarda yüksek konsantrasyonlu amonyum nitrat ve diğer nitrat tuzları çözeltisi, kimyasal kolloidal maddeler kullanılarak kıvamlı bulamaç haline getirilmektedir. Kullanılan

kolloidal maddeler karışımın içine su girmesini çok yavaşlatmakta böylece karışım sulu deliklerin içerisinde belli bir süre bozulmadan kalabilmektedir. Slurry karışımlarının içerisinde patlayıcının gücünü arttırmak amacıyla TNT, MAN, alüminyum tozu gibi enerji veren maddeler katılmaktadır. Slurry patlayıcıların ANFO'ya göre en önemli avantajlarından biri de yoğunluklarının yüksek oluşudur.

Slurry patlayıcılardan sonra yeni nesil patlayıcı olarak emülsiyonlar piyasaya sürülmüştür. Köken olarak yine yüksek konsantrasyonlu amonyum nitrat ve nitrat tuzları çözeltisi kullanılmıştır. Bu sefer kolloidal maddeler yerine emülsifiyerler kullanılarak suya dirençli bir emülsiyon oluşturulmuştur. Amonyum nitrat ve nitrat tuzları çözeltileri yağın içindeki su türünde bir emülsiyon haline getirildiğinde, suya dirençli, margarin kıvamında bir karışım elde edilmektedir. Bu karışım içine duyarlılığı arttırmak amacıyla mikro cam baloncuklar bazen de yüksek enerji vermek amacıyla alüminyum tozu katılmaktadır. Son zamanlarda ANFO ile emülsiyon karışımları da yapılmaktadır. Böylece ucuzluğun yanı sıra ANFO'nun katkısı ile güç faktöründe artmaktadır.

ANFO'nun en önemli eksikliği suya dayanıksızlığıdır. Bu zaafı ortadan kaldırmak için yapılan çalışmalar neticesinde 1985 yılında suya dayanıklı bir ANFO türü geliştirilmiş ve AKVANOL adıyla piyasaya sürülmüştür.

Burada günümüzde madencilikte patlayıcı olarak kullanılan maddelerden bahsedilmiştir. Bunların dışında ilk ateşlemeyi yapmak için kullanılan daha hassas ve kuvvetli dinamit ve dinamit türevleri vardır. Bunlar değişik formül ve adlar altında çeşitli firmalarca üretilip satıldığından burada ele alınmamıştır [5].

2.3. Patlayıcıların Seçiminde Göz Önüne Alınan Özellikler

Patlayıcı madde kullanan bir kurumun kullanacağı maddeyi doğru olarak seçebilmesi için bilmesi gereken bazı özellikler vardır. Bu özelliklerin çok iyi bir şekilde incelenmesi yaşamsal açıdan çok önemlidir. Çünkü patlayıcı madde kullanımında bir kez hata yapma imkanı vardır ikinci bir şans bulunmamaktadır.

Patlayıcı maddeler önceleri daha çok Nitrogliserin esaslı oldukları için özellikleri buna bağlı olarak ele alınmıştır. Başlangıçta kurşun blok testi, detonasyon hızı, duman karakteri gibi özellikler üzerinde durulurken yeni nesil patlayıcılar ile birlikte bir çok değişik özellik ortaya çıkmıştır. Bunların belli başlıları, sırayla incelenecektir.

2.3.1. Detonasyon Hızı

Detonasyon hızı, detonasyon'un patlayıcı kolon içerisindeki hareket hızını gösterir. Ticari patlayıcılarda bu değer 5000 ile 26.000 ft/sn (1500-7900 m/sn) arasında değişmektedir. Pratikte patlayıcının kuvvetinin bir göstergesidir. Genel olarak detonasyon hızı yüksek patlayıcıların kuvvetli olduğu kabul edilir. Son araştırmalar detonasyon hızının kayaç içindeki sismik dalgaların yayılma hızına uygun olması gerektiğini göstermiştir. Yani sert ve yoğunluğu yüksek kayaçlar için detonasyon hızı yüksek patlayıcılar kullanılmalıdır. Tablo 2.1'de bazı patlayıcıların detonasyon hızının (VOD) patlatma deliğinin çapına göre değişimi görülmektedir [6].

Detonasyon hızı, detonasyon basıncının miktar olarak büyüklüğünü belirleyen en önemli değişkendir. Detonasyon basıncı ise detonasyon'un delik boyunca kesintiye uğramadan devam edebilmesi (detonasyonstabilitesi) açısından oldukça önemlidir.

TABLO 2.1. Detonasyon Hızının Çap'a Bağlı Değişimi

TİP	1 1/4 inç	ÇAP 3 inç.	9 inç
Granül dinamit	7-19000		
Jelatin dinamit	12-25.000		
Paketlenmiş slurry	13-19.000	14.19.000	
Bulk slurry		14-19.000	12-19.000
Sıkıştırılmış ANFO	7-10.000	12-13.000	14-15.000
ANFO	6-7.000	10-11.000	14-15.000
Paketlenmiş ANFO		10-12.000	14-15.000
ANFO-Slurry karışımı			11-19.000

2.3.2. Kuvvet

Patlayıcı maddenin kuvveti Ağırlık kuvveti ve Hacim kuvveti olmak üzere iki değişik şekilde incelenir.

Ağırlık kuvveti patlayıcı maddenin birim ağırlığının iş yapabilme yeteneğidir. Hacim kuvveti ise patlayıcının birim hacminin iş yapabilme yeteneğidir. Patlayıcının ağırlık kuvveti, patlayıcının hacim kuvveti ile yoğunluğu çarpılarak bulunabilir.

Patlayıcı maddelerin kuvvetlerini rahat kıyaslayabilmek için ANFO'nun ağırlık ve hacim kuvvetleri temel(100) alınarak diğerleri ona bağlı olarak verilir.

Patlayıcı maddelerin kuvvetini ölçmek için bir kaç değişik yöntem uygulanır [7].

i)- Kurşun blok testi: Kurşun blok içinde bir miktar patlayıcı ateşlenir. Patlamanın blok içinde yarattığı hacim artışı ölçülerek patlayıcı maddenin etkisi belirlenir.

ii)- Balistik Test: Sarkaca bağılı çelik bir silindir içinde bir miktar patlayıcı madde ateşlenir. Sarkaç patlama yönünde belli bir açıda salınım yapar. Salınım açısı patlayıcı maddenin etkisini gösterir.

iii)- Balon Enerjisi Testi: Belli miktarda patlayıcı madde su altında patlatılır. Patlamanın oluşturduğu şok enerjisi ve balon enerjisi ölçülerek patlayıcı maddenin kuvveti hesaplanabilir.

iv)- "Nitrodyn": Patlayıcı maddenin faydalı enerjisi teorik olarak belirlenerek patlayıcı maddenin kuvveti hesaplanır.

2.3.3. Yoğunluk

Patlayıcı maddenin birim hacminin ağırlığıdır. Detonasyon sürecinde birim zamanda devreye giren kütleyi gösterir. Ayrıca patlayıcının duyarlılığının ve detonasyon basıncının oluşmasında da önemli rol oynar. Patlayıcı maddenin yoğunluğu dizayn da ve patlayıcının kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Genel olarak yüksek yoğunluk daha fazla enerji üretimini gösterir. Ticari patlayıcı maddelerin yoğunlukları 0.8 ile 1.6 gr/cm³ arasında değişir. Yoğunluk aynı zamanda birim hacime doldurulabilecek patlayıcı madde miktarını (şarj yoğunluğu) da belirler. Bu yüzden delme maliyetinin yüksek olduğu sert kayalar da, maliyeti yüksek olmasına karşın yoğunluğu daha yüksek patlayıcılar tercih edilir.

Şarj yoğunluğu basit bir formülle şöyle hesaplanır.

$$d_e = 0.34 \times SG_e \times D_e^2 \quad [8]. \quad (2.1)$$

Burada;

d_e : Şarj yoğunluğu (lb/ft)

SG_e : Patlayıcı maddenin yoğunluğu (gr/cm³)

D_e : Delik çapı (inç)

2.3.4. Detonasyon Basıncı

Detonasyon basıncı patlayıcı madde içinde yayılan şok dalgasından kaynaklanan ani bir basınçtır. Bir patlayıcı madde için ilk ateşleyici (yemleme) seçimi açısından önemlidir. Detonasyon basıncı patlayıcı maddenin yoğunluğu ve reaksiyon hızı ile ilişkilidir. Bu ilişki şu şekilde gösterilir.

$$DP = 9 \times VOD \times Pv \quad (2.2)$$

Burada;

DP : Detonasyon basıncı (k bar)

9 : Yoğunluk (gr/cm³)

VOD: Detonasyon hızı (ft/sn)

Pv : Patlayıcının parça hızı (inç/sn)

Bu formül daha basit olarak şöyle de verilebilir:

$$DP = 2.325 \times 10^{-7} \times VOD^2 \times 9 \quad (2.3)$$

2.3.5. Suya Dayanıklılık

Patlayıcı maddenin su bulunan deliklerde kullanılıp kullanılamayacağını gösteren parametredir. Bazı patlayıcılar az miktarda su'dan dahi etkilenirken bazıları tamamen su ile dolu deliklerde dahi kullanılabilir.

Su bazı patlayıcı maddelerin bileşimindeki tuzları çözerek yapısını bozar veya su basıncı nedeniyle hava kabarcıklarının büyüklüğü ve miktarı azalarak patlayıcı

maddenin hassasiyeti zayıflar. Bunların neticesinde patlatma verimi düşer. Ateşleme sonrası delikten pasrengi ve sarı renkte bir duman yayılması verimsiz bir patlamayı gösterir ve genelde bunun sebebi ortamdaki su'dur. Su ortama oksijen vererek oksijen balansını bozmakta ve verimi düşürmektedir [6].

Patlayıcıların suya dayanıklılığı çok değişik şekillerde tarif edilmektedir. Bunlardan biri mükemmel, güzel iyi, zayıf gibi terimlerle sınıflandırılmasıdır. Tablo 2.2'de görülmektedir. Ortamda su bulunan bir patlatmada en azından su dayanımı "iyi" olan bir patlayıcı kullanılmalı ve ateşleme hemen yapılmalıdır. Diğer bir yöntemde patlayıcının su içinde özelliğini kaybetmeden kalabildiği süreye göre sınıflandırılmasıdır (Tablo 2.3) [3].

TABLO 2.2. Bazı Patlayıcıların Suya Dayanıklılığı

TİP	SUYA DAYANIKLILIK
Granül dinamit	Zayıf ∩ güzel
Jelatin dinamit	Güzel ∩ mükemmel
Ambalajlı slurry	Çok güzel
Bulk slurry	Çok güzel
Sıkıştırılmış ANFO	Zayıf
ANFO	Zayıf
Ambalajlı ANFO	Çok güzel
ANFO-Slurry karışımı	Zayıf ∩ çok güzel

Bazı palayıcı maddeler değişik firmalar tarafından farklı kalite ve farklı bileşimlerde üretilmektedir. Bu tip patlayıcıların suya tablo'da belli bir değer yerine aralık olarak verilmiştir.

TABLO 2.3. Zamana Göre Suya Dayanıklılık

SINIF	ZAMAN(max) SAAT
1	Sonsuz
2	71
3	31
4	15
5	7
6	3
7	1

2.3.6. Duman ve Gaz Karakteri

Özellikle yeraltı işletmeleri ile derin açık ocaklar için çok önemli olan bir özelliktir. Patlatma sonucu ortaya çıkan ve zehirleyici özelliği olan Karbonmonoksit ve azot oksitlerin miktarına göre bir sınıflama yapılır (Tablo 2.4).

TABLO 2.4. Gaz Miktarına Göre Duman Sınıflaması

SINIF	GAZ MİKTARI ft ³ /gr x 200
1	16
2	16-33
3	33-67

Diğer bir sınıflama ise zayıf, iyi, güzel, çok güzel kelimeleri ile göreceli olarak yapılan sınıflamadır.

Yeraltı ve gazlı ocaklarda yapılan patlatma işlemlerinde kullanılan patlayıcının, gaz miktarı düşük olmalı veya gaz sınıflamasına göre en azından iyi olmalıdır. Açık ocaklarda açığa çıkan gaz hemen atmosfere yayıldığı için bir sorun yaratmamaktadır.

2.3.7. Duyarlılık

Duyarlılık patlayıcı maddenin detonasyona girebilmesi için gerekli olan fiziksel etkiyi gösterir. Ticari patlayıcılar kapsüle duyarlı olanlar ve yemleme şarjına duyarlı olanlar olarak iki temel gruba ayrılırlar.

Patlayıcı maddenin duyarlılığını etkileyen bazı faktörler vardır. Örneğin delik dibindeki su, uygun olmayan şarj çapı, aşırı sıcaklık değişimleri gibi faktörler patlayıcı maddenin duyarlılığını azaltır.

Duyarlılık patlayıcı madde için kullanılacak ateşleme elemanlarını, yemleme tipini ve enerji miktarını belirlediği için önemli bir özelliktir.

2.3.8. Detonasyon Stabilitesi

Detonasyon'un, patlama kolonu boyunca sabit bir şekilde devam edebilmesidir. Bu özellik, patlayıcı maddelerin detonasyona kesintiye uğramadan devam edebildiği minimum çaplar ile ifade edilir. Bu minimum çaplar kritik çap olarak adlandırılır. Patlatmanın verimi açısından, delik çapının kullanılan patlayıcının kritik çapından büyük olması gerekir. Bazı patlayıcı maddelerin kritik çapları Tablo 2.5'de verilmiştir.

TABLO 2.5. Bazı Patlayıcı Maddelerin Kritik Çapları

Tip	<1 inç	1-2 inç	>2 inç
Granül dinamit	x		
Jelatin dinamit	x		
Ambalajlı slurry	x	x	x
Bluk slurry		x	x
Sıkıştırılmış ANFO	x		
ANFO		x	
Ambalajlı ANFO		x	x
ANFO-Slurry karışımı			x

2.3.9. Çevre Sıcaklığına Tolerans

Patlayıcı karışımları aşırı sıcak ve aşırı soğuk koşullarda depolandığı veya kullanıldığında verimlerinde düşme görülmektedir. Örneğin, 32°C'in üzerinde bazı patlayıcılarda bozuşma başlamaktadır. Bu da verim ve emniyet açısından sorun yaratmaktadır. Yine soğuk depolama ve patlatma koşulları da bazı patlayıcıların duyarlılığını etkilemektedir. Örneğin, normal sıcaklıkta kapsüle duyarlı olan bazı slurry'ler 10°C'in altında ancak yemleme şarjı ile patlatılabilmektedir. Bazı patlayıcılar ise soğuk hava koşullarında sertleşmekte ve arazide kullanımı zorlaşmaktadır.

2.3. 10 Raf Ömrü

Patlayıcı maddenin stoklanabilme ömrüdür. Değişik kimyasal maddelerin bileşimi olan patlayıcı maddeler zamanla bozulmaya başlar ve patlama karakterleri değişir. Bunlarla yapılan patlatmalar verimsiz olur. Bozulmuş bu patlayıcıların saklanması ve imhası işletmeler için büyük bir sorun olmaktadır. Bu yüzden raf ömrünün bilinmesi ve stokların ona göre ayarlanması gerekir.

2.3.11. Su Basıncına Dayanım

Bu özellik patlayıcı maddenin etkilenmeden kaldığı statik basıncı ifade eder. Bazı patlayıcı maddeler derin deliklerde ortaya çıkan hidrostatik basınçlar altında yoğunlaşır ve duyarlılığını yitirir. Bu sorun en çok slurry ve Slurry-ANFO karışımlarında görülmektedir.

2.3.12. Ambalaj ve Kullanma Kolaylığı

Patlayıcı madde ambalajlanması işletme maliyetinde zaman zaman artmalara, zaman zamanda düşmelere yol açar. Örneğin, sulu ortamda kullanılamayan ANFO ambalajlandığında

sulu deliklerde kullanılabilmektedir. Ambalajlama burada maliyeti düşürücü bir faktördür. Diğer yandan büyük çaplı deliklerin kullanıldığı bir işletmede, küçük çaplı kartuşların kullanılması maliyeti arttıran bir uygulamadır.

2.3.13. Emniyet

Patlayıcı madde personel için tehlike oluşturmada taşınabilmeli ve patlatma deliğine yerleştirilebilmelidir. Bunu belirlemek amacıyla kullanılan bir kaç test vardır.

i)- Çekiç Testi: Bu test ile patlayıcı maddenin detonasyona başlaması için belirli ağırlıktaki bir çekicinin düşmesi gereken yükseklik belirlenir.

ii)- Sürtünme Testi: Patlayıcı madde basınç altında sürtünmeye tabi tutularak detonasyon'un başladığı basınç belirlenir.

iii)- Hız Testi: Patlayıcı maddenin içinden yüksek hızlı parçacıklar geçirilerek detonasyonun başladığı parçacık hızı belirlenir.

iv)- Isı Testi: Patlayıcı maddenin reaksiyona girmeden dayanabildiği ısı değeri belirlenir.

v)- Statik Elektrik Testi: Patlayıcı maddenin herhangi bir reaksiyona girmeden dayanabildiği elektrik şarjı belirlenir.

Patlayıcı maddeler bu testlere dayanılarak emniyet açısından değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır.

2.3.14. Oksijen Balansı

Oksijen balansı özellikle yeraltı patlatmaları için oldukça önemlidir. Oksijen fazlalığı azot oksitlerin oluşmasına, oksijen azlığı ise CO oluşmasına sebep olur. Bu gazlar zehirlidir ve ölüme sebebiyet verir. Açık işletmelerde patlama sonucu açığa çıkan gaz hızla dağıldığı için çok nadir olarak sorun yaratmaktadır.

2.4. Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması

Sivil mühendislik amaçlı olarak kullanılan patlayıcılar iki grup halinde sınıflandırılabilir.

i)- Yüksek kaliteli patlayıcılar (High Explosive): Bu patlayıcılar yüksek detonasyon hızı, yüksek şok basıncı, yüksek yoğunluk ve kapsüle duyarlılıkları ile belirlenir. Genellikle yemleme şarjı olarak kullanılırlar.

ii)- Patlayıcı ajanlar(Blasting Agent): Bileşenleri tek olarak ele alındığında patlayıcı madde olmayan, yakıt ve oksitleyici sistemleri içeren karışımlardır. 8 numara kapsüle karşı duyarlı değildirler ve detonasyon için bir ateşleyiciye ihtiyaç duyarlar. Bu tip patlayıcıların en tipik örneği ANFO'dur.

2.5. Patlatma Teorileri

Bu bölümde öncelikle patlatma ve kırılma mekanizması zaman evrelerine ayrılarak açıklanmıştır. Daha sonra ise çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen patlatma teorilerinden kısaca bahsedilmiştir. Patlayıcı maddelerin madencilik amaçlı olarak kullanılmaya başlamasından sonra konu ile ilgili birçok teori geliştirilmiştir. Bu tez kapsamında uygulama da en çok kabul gören teoriler anlatılmıştır.

2.5.1. Patlatma ve Kırılma Mekanizması

Patlatma sırasında meydana gelen olaylar 4 zaman evresine ayrılarak incelenebilir [3].

1. evre : Detonasyon
2. evre : Şok ve basınç dalgalarının yayılması
3. evre : Gaz basıncının yayılması
4. evre : Kaya kütlelerinin hareket etmesi

2.5.1.1. Detonasyon

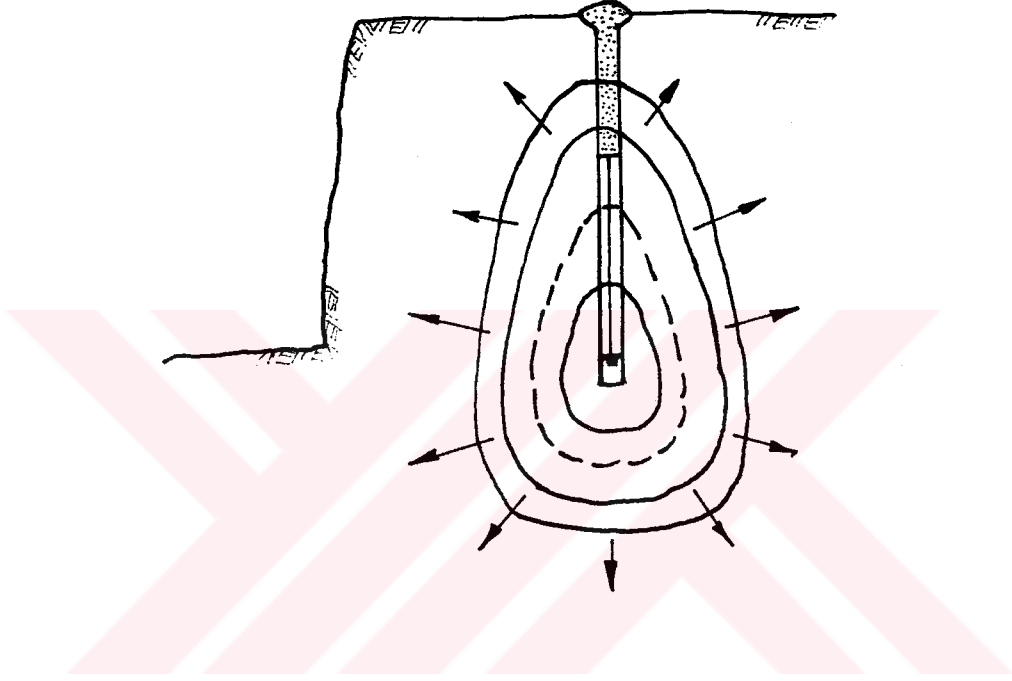
Detonasyon, patlatma olayının başlangıcıdır. Bu aşamada patlayıcı maddenin bileşenleri çok hızlı bir şekilde yüksek basınç ve sıcaklıkta gaza dönüşerek delik duvarını parçalayarak delik çapını bir miktar genişletir. Detonasyon'un başlangıcında basınç 9-275 kbar, sıcaklık ise 3000-7000⁰F (1650-3870⁰C) değerlerine ulaşır.

Detonasyon sırasında oluşan basınç genelde detonasyon hızı ve patlayıcı yoğunluğuna bağlı olarak verilir. (2.3.4). Detonasyon hızı ise genelde tek değer olarak alınmasına karşın yemleme şarjları ve sıkılama zonlarının bulunduğu yerlerde farklılık gösterir.

2.5.1.2. Şok ve Basınç Dalgası Yayılması

Detonasyon'un başlamasından sonra ikinci aşama kaya kütlesi içinde şok ve basınç dalgalarının yayılmasıdır. Patlama sonucu açığa çıkan gaz hacminin yarattığı basınç kaya kütlesi içinde yayılır. Yayılma şekli, ateşleme noktasının yeri, detonasyon hızı, basınç dalgalarının kaya kütlesi içinde yayılma hızı vb. bazı faktörlere bağlıdır. Örneğin şarj boyu çok kısa ise (şarj boyu, delik çapı oranı 6:1 den az veya eşit) dalgaların yayılma şekli küreseldir. Oran 6:1'den büyük ise silindirik bir yayılma şekli gösterir. Basamak patlatmalarında genelde ateşlemenin

delik dibinden başladığı silindirik delikler kullanılır. Bu tip bir delikte basınç yayılması Şekil 2.1'de görülmektedir.

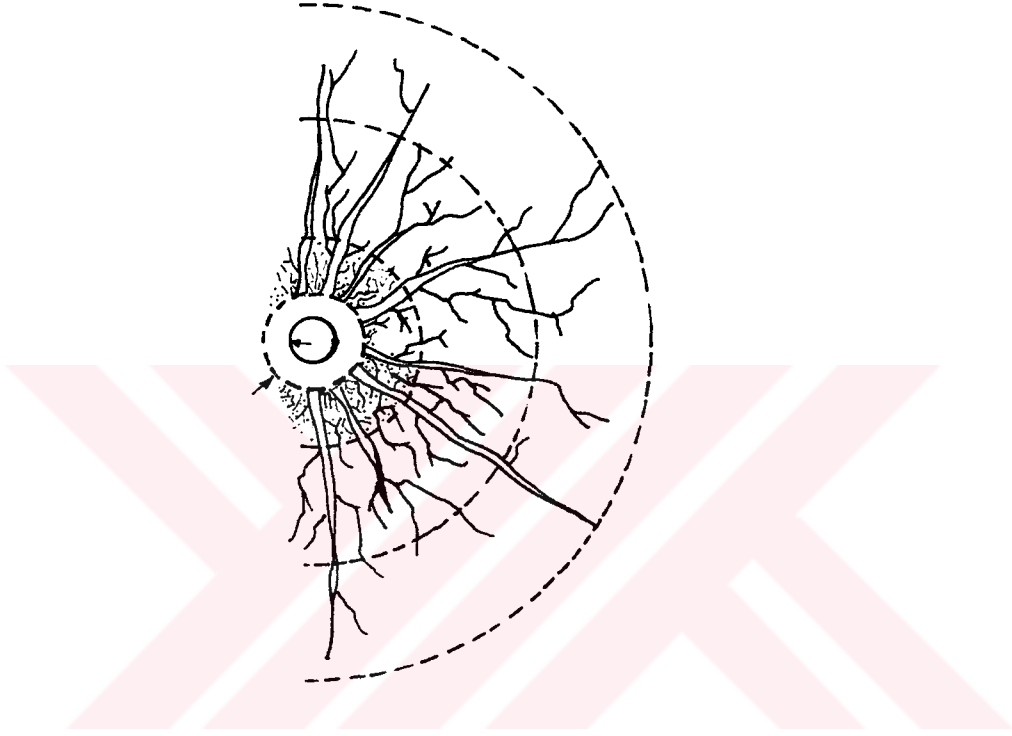


ŞEKİL 2.1. Kayaç İçerisinde Basınç Yayılma Şekli

Delik çeperine etki eden basınç en yüksek değere doğru çok hızlı bir şekilde yükselir ve daha sonra hızla düşer. Genel olarak en yüksek basınç, kırılma, tozlanma ve dalga enerjisinin en yüksek değerinde olduğu delik çeperi çevresinde meydana gelir (Şekil 2.2).

Kayaç içerisinde hareket eden basınç dalgası bir süreksizliğe veya ara yüzeye rastladığında enerjisinin bir kısmı süreksizliğe aktarılırken geriye kalanı kaynağa doğru geri döner. Geri dönen enerji miktarı süreksizliğin iki tarafındaki yoğunluk ve ses hızına bağlıdır. Serbest yüzey veya süreksizlikten yansıyan bu basınç dalgası kaya

içerisinde bir gerilme kuvveti oluşturur. Bu gerilme kuvveti kayanın gerilme dayanımını aştığında burden bölgesinde çatlaklar meydana gelir.



ŞEKİL 2.2. Patlatma Deliği Çevresi

2.5.1.3. Gaz Basıncının Yayılması

Basınç dalgasının yayılması sırasında ve sonrasında, yüksek basınçlı ve yüksek sıcaklıktaki gaz, delik cidarında basınç nedeniyle meydana gelen çatlaklara ve süreksizliklere hızlı bir şekilde yayılır. Bazı araştırmacılara göre parçalanmanın olduğu aşama bu safhadır.

Gazın kaya kütlesi içinde izlediği yol kesin olarak belli olmamakla birlikte dayanımın en düşük olduğu yolu

izlediği düşünölmektedir. Yani gaz öncelikle kaya yapısında mevcut kırıklar, çatlaklar ve süreksizliklere doğru yayılır. Eğer patlatma deliğimize yumuşak bir damar veya çatlaklı bir zondan geçiyorsa ve bu damar ile çatlak zonu serbest yüzey ile bağlantılı ise gaz bu zayıflık zonundan sızar. Bu durum parçalanmayı ve kayanın yer değıştirmesini önemli derecede etkiler ve iri bloklar ortaya çıkar.

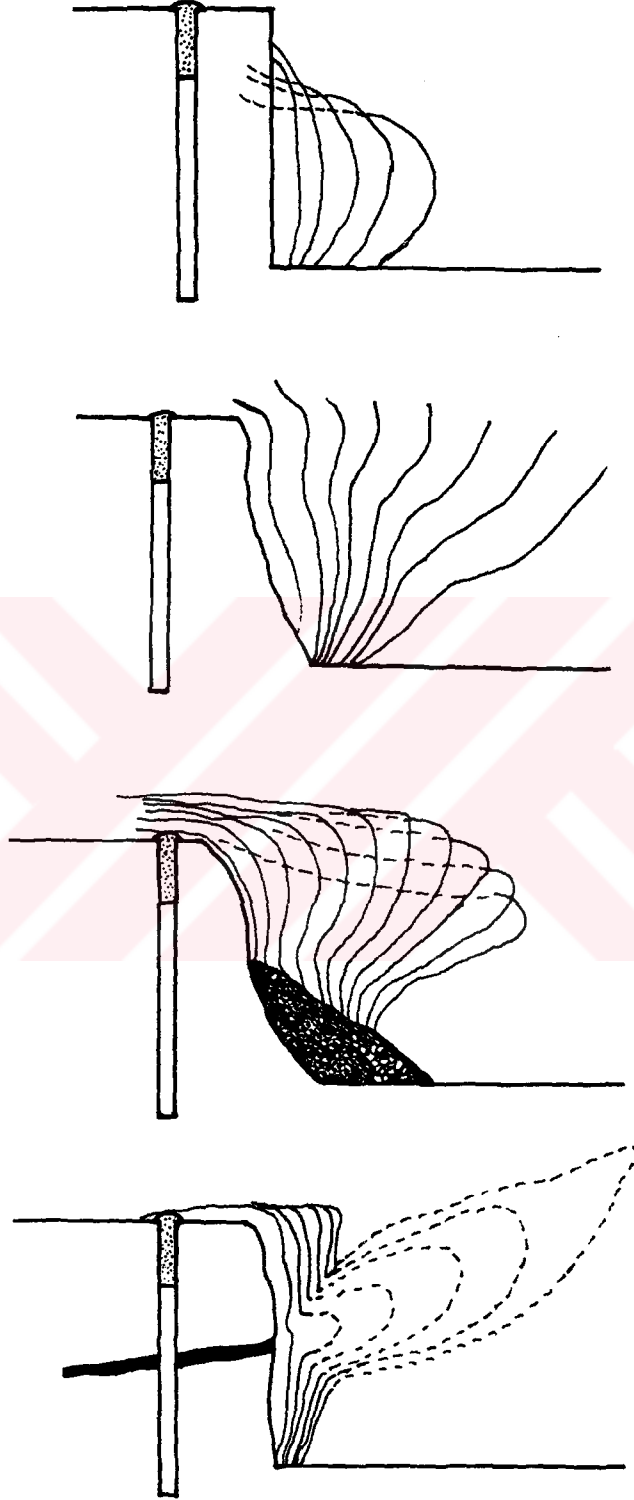
Kaya kütleşi içinde gaz basıncının yayılma süresi patlayıcı madde tip ve miktarına, kaya tipine ve yapısına, sıkılama miktarı ve tipine, burden büyüklüğüne bağılı olarak değışir. Bu değıer günümüz patlayıcıları için yaklaşık 5 ile 110 ms arasında değışmektedir.

2.5.1.4. Kaya Kütleşinin Hareketi

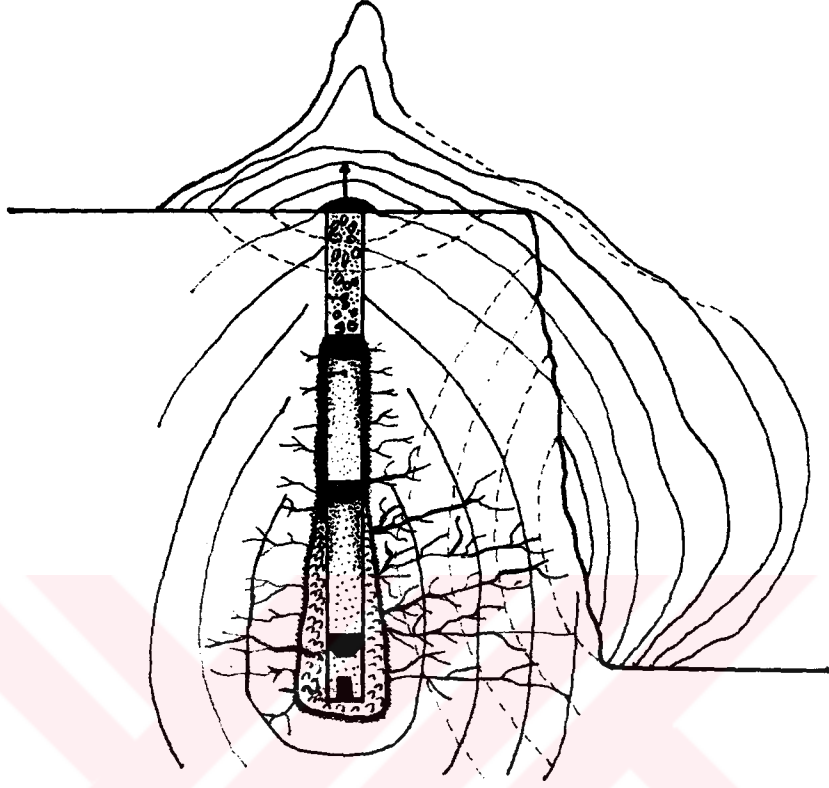
Kırılma ve parçalanma olayının son aşamasıdır. Patlama sonucu oluşan gerilme basıncı ve gaz basıncı kuvvetlerinin etkisi ile parçalanma tamamlanır ve kaya kütleşi öne doğru hareket eder. Bu hareketin miktar ve şekli değışik şekillerde olabilir. Örnekleri Şekil 2.3 ve 2.4'de görölmektedir.

2.5.2. Değışik Patlatma Teorileri

Madencilik alanında patlayıcı madde kullanımının artmasına bağılı olarak bir çok bilim adamı patlatma teorileri üzerinde çalışmış, bir çok değışik teori ileri sürölmüştür. II. Dünya Savaşı sonrasında ortaya atılan yansıma teorisi ile başlayan bu süreç içerisinde birbirine az yada çok benzeyen bir çok teori geliştirilmiştir. Burada bazı teoriler kısaca ele alınacak ve çalışma mekanizmaları ve patlatmada etken olan kuvvetler anlatılacaktır. Temel olarak birbirine benzeyen teoriler patlatmada etken olan kuvvetlere verdikleri önem derecesine göre ayrılır.



ŞEKİL 2.3. Kaya Kütlesinin Değişik Durumlarda Hareketi



ŞEKİL 2.4. Tipik Bir Basamak Patlatması

2.5.2.1. Yansıma Teorisi

Bu teorinin temeli oldukça basit ve çok bilinen bir kuraldır. "Kayaçların gerilme dayanımı her zaman basınç dayanımından düşüktür". Patlayıcı maddenin detonasyonu sonucu ortaya çıkan baskı kuvveti kaya kütlesi içinde dalgalar halinde yayılır. Bu dalgalar bir serbest yüzeye rastladığında buradan yansıyarak patlama merkezine doğru hareket eder. Ters yöndeki bu basınç dalgaları bir gerilme kuvveti oluşturur. Bu gerilme kuvveti kayacın gerilme dayanımını aştığında kırılma olayı meydana gelir. Bu teoriye göre patlayıcı maddenin detonasyonu sonucu ortaya çıkan gazın yarattığı basınç birincil olarak etkin değildir. Asıl parçalanmayı gerçekleştiren detonasyon basıncıdır.

2.5.2.2. Gaz Yayılması Teorisi

Detonasyonun başlaması ile delik çeperine etki eden basınç detonasyon basıncının yaklaşık yarısı kadardır. Çünkü detonasyon ile birlikte delik çapında bir artış olmaktadır. Basınç kaya kütlesi içinde şok dalgası olarak yayılır. Kaya kütlesi basınç dayanımına ve basınç miktarına bağlı olarak plastik veya elastik olarak hareket eder. Delik çevresinde delik çapının iki katı mesafede radyal çatlaklar oluşmaya başlar. Bu çatlaklar hızlı bir şekilde kaya kütlesi içine doğru yayılır. Şok dalgası serbest yüzeye ulaştığında çatlaklar bu yolun henüz $1/4$ 'ü kadar yol almıştır. Bu anda en büyük çatlaklar içe doğru genişleyerek delik çeperine ulaşır. Ve gaz basıncı çatlakların içine doğru hareket eder. Eğer gaz basıncı yeterince yüksek ise çatlakların en uç noktasına kadar ulaşır ve onları serbest yüzeye kadar genişletirler. Çatlakların serbest yüzeye ulaşmasından sonra kaya kütlesi kalan gaz basıncının etkisi ile hareket eder.

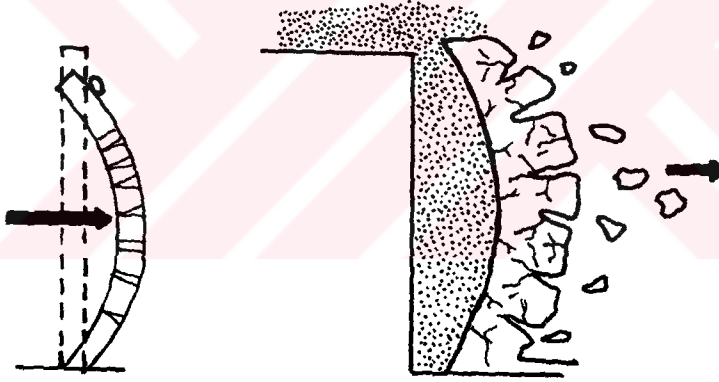
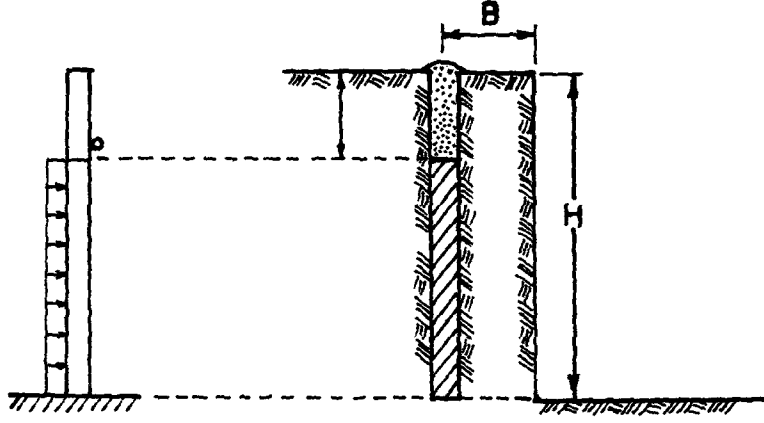
2.5.2.3. ASH R.L. Gaz Yayılması Teorisi

Detonasyon sırasında patlatma deliğinde iki ayrı tip basınç oluşturulur. Bunlar detonasyon basıncı ve yüksek sıcaklıktaki gazdan kaynaklanan basınçtır. Bu teoriye göre kayayı kırmak için gerekli enerjinin % 90'ı gaz basıncından sağlanan enerjidir. Detonasyon basıncı delik çeperinde her hangi bir noktada etki ederken gaz basıncı daha uzun süreli olarak etki eder.

Detonasyon sonucu oluşan radyal çatlaklar sadece delik eksenine paralel düzlemde oluşur. Bu çatlaklar sadece delik çeperinde oluşur. Patlayıcı maddenin direkt temas etmediği noktalarda çatlak görülmez.

Bu teoriye göre patlatma bir kirişin bükülmesi ve

kırılmasına benzer şekilde davranış göstermektedir (Şekil 2.5).



ŞEKİL 2.5. Kiriş Kırılması-Patlatma Benzetmesi

2.5.2.4. Basınç Dalgası ve Gaz Yayılması Teorisi

1971 yılında Kuttler ve Fairhurst kaya parçalanmasını gerilme dalgaları ve gaz basıncını birleştirerek açıkladı. Teoriye göre gerilme dalgaları kırma işini yaparken gaz basıncı parçalanmayı tam olarak gerçekleştirmektedir.

Detonasyon sonrasında hızlı bir şekilde genişleyen

gazdan kaynaklanan bir basınç dalgası kaya içerisine yayılır. Bu basınç hızla en yüksek değerine ulaşır ki bu değer detonasyon basıncının $1/2$ 'si ile $1/4$ 'ü arasındadır. Bu değer delik çevresindeki boşluğun büyümesi ve soğuma nedeniyle düşmeye başlar. Fakat yine de kayaya uygulanan statik basıncın yarısının kaynağı bu gaz basıncıdır.

Patlayıcı madde tarafından açığa çıkarılan enerjinin en büyük bölümü gaz tarafından taşınmaktadır. Bu yüzden parçalanma işinde etkin olan gaz basıncıdır. Bununla birlikte geriye kalan enerji de kayaç içerisinde çatlakları oluşturacak kadar büyüktür. Çatlak zonunun çapı teorik olarak küresel şarjlarda delik çapının 6 katı, silindirik şarjlarda ise 9 katı olarak bulunmuştur. Fakat patlama sonrasında açığa çıkan gaz bu çatlakların içerisine girerek onları serbest yüzeye kadar genişletebilmektedir.

2.5.2.5. Birleşik Teori

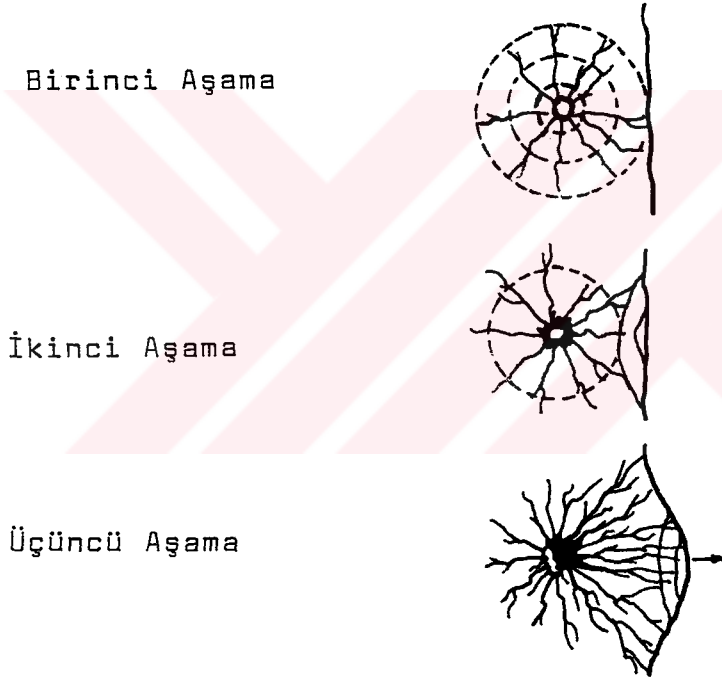
Bu teoride gaz yayılması, basınç ve gerilme dalgaları gibi tüm olaylar birleştirilerek patlatma ve parçalanma açıklanmıştır.

1. aşama: Detonasyonun başlaması ile oluşan yüksek basınç delik çevresindeki kaya kütesini parçalar 9000 ile 17.000 ft/sn arasında hareket eden şok dalgasının yarattığı yüzeysel basınç patlama merkezinden dışa doğru giden radyal çatlaklar meydana getirir. İlk radyal çatlak yaklaşık 1-2 ms'de oluşur.

2. aşama: İlk aşamada patlama merkezinden dışa doğru yayılan şok dalgası (+) pozitif yönlü idi. Bu dalga serbest yüzeye ulaştığında yansıtılır ve gerilme dalgası oluşturacak (-) negatif değer alır. Bu gerilme dalgası patlama merkezine doğru hareket eder ve ilk aşamada oluşan radyal çatlaklar daha da gelişir.

Birinci ve ikinci aşamada etkin olan şok dalgasının enerjisi tüm enerjinin % 5-15'i arasındadır. Bu bize şok dalgasının tek başına parçalanmayı sağlayamayacağını gösterir.

3. aşama: İlk olarak oluşan radyal çatlaklar bu aşamada yüksek basınçlı gaz ve gerilme basıncının etkisi ile çok hızlı bir şekilde genişler. Bu arada ikincil çatlaklar oluşur ve kaya kütlesi serbest yüzeye doğru hareket eder(Şekil 2.6) [9].



ŞEKİL 2.6. Birleşik Teori Patlatma Aşamaları

2.5.2.6. Çekirdek Veya Basınç Dalgası Teorisi

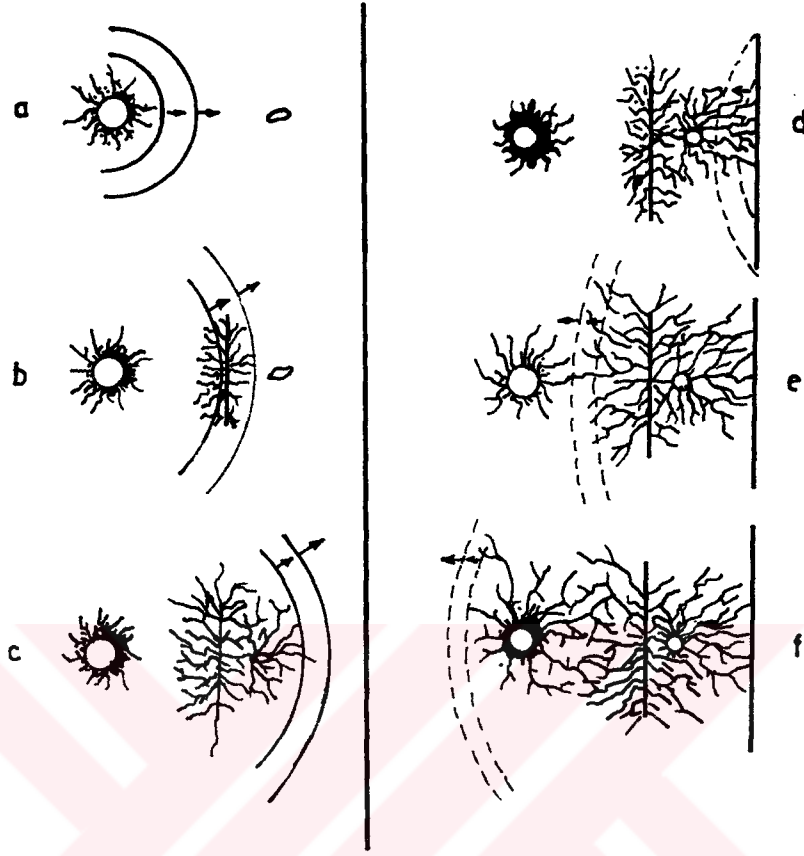
Bu teori Maryland Üniversitesinde laboratuvar çalışmaları sonucu geliştirilmiş ve formüle edilmiştir. Çalışma sonuçları basınç dalgalarının parçalanma açısından çok önemli olduğunu ve delikten çok uzak noktalarda dahi

önemli miktarda çatlak oluşturduğunu göstermiştir. Patlatmanın yapılacağı alandaki küçük veya büyük boşluklar, yataklanma düzlemleri, süreksizlikler bir çekirdek (kaynak) görevi üstlenerek çatlakların oluşması, gelişmesi ve genişlemesini sağlar. Bu teoriye göre basınç dalgaları üzerinden geçtikleri süreksizliklerin büyümesini ve bir çatlak sistemi oluşmasını sağlar. Dalgalar serbest yüzeyden yansıdıktan sonra bu çatlak sistemini iyice geliştirerek parçalanmanın temelini oluşturur. Bu teoriye göre gaz basıncının parçalanma üzerinde önemli bir etkisi yoktur. Gaz basıncı daha çok kaya kütlesinin hareket etmesini sağlamaktadır. Bu teori ile ilgili olarak yapılan son çalışmalar göstermiştir ki, eski teorilerin aksine, patlatma deliğinden nispeten uzak noktalardaki süreksizlikler üzerinde basınç dalgasının etkisi oldukça büyüktür. Delik çevresinde gaz basıncının oluşturduğu radyal çatlakların tüm parçalanma olayı içindeki payı ise oldukça küçüktür (Şekil 2.7).

2.5.2.7. Tork Teorisi

Bu teorinin geçerliliği tamamıyla kullanılan ateşleme sisteminin şekli ve zamanlamasına bağlıdır. Birbirine paralel iki delik aynı anda fakat ters yönlerden ateşlenirse patlayıcı kolon boyunca ters yönlü olarak hareket eden şok dalgaları oluşur. Bu ters yönlü ve oldukça büyük basınç kuvvetleri iki delik arasındaki kaya kütlesini değişik yönlerle doğru hareket ettirmeye çalışır ve kaya kütlesi bu kuvvetlerin etkisi altında parçalanır (Şekil 2.8).

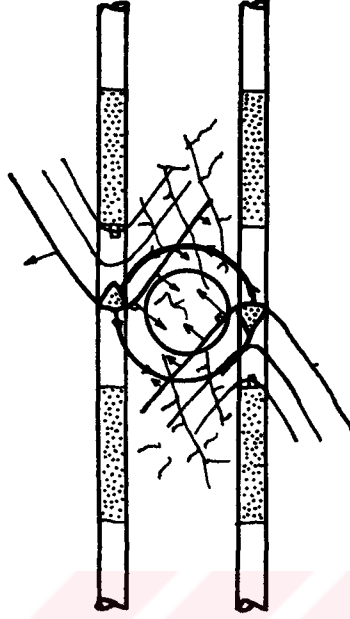
Patlama sonucu oluşan basınç en yüksek değeri detonasyon'un başlangıç noktasında alır. Detonasyon delik boyunca hareket ettiği için basınç dalgası delik boyunca hareket etmektedir.



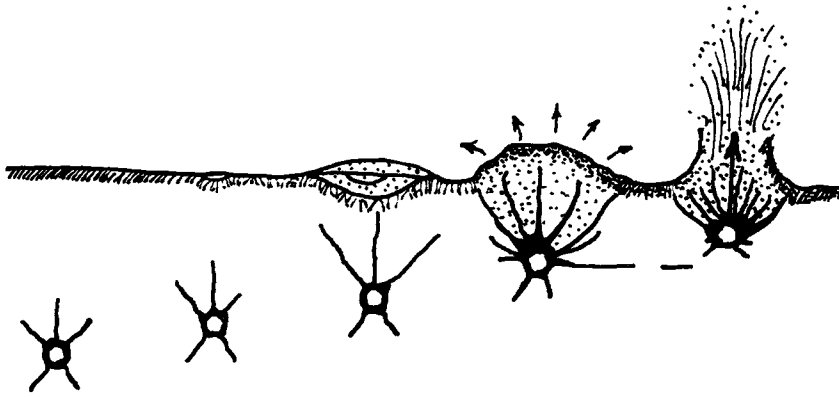
ŞEKİL 2.7. Çekirdek Teorisi Patlatma Aşamaları

2.5.2.8. Krater Teorisi

Bu teoriye göre belli bir şarj ve serbest yüzey için en büyük kraterin oluştuğu bir burden büyüklüğü vardır. Bu büyüklük optimum burden veya derinlik olarak adlandırılır. Buna benzer şekilde, yüzeyde küçük radyal çatlaklar dışında her hangi bir krater veya püskürmenin olmadığı bir burden mesafesi daha vardır. Buna da kritik burden denir. (Şekil 2.9). Bu mesafe bize kaya dayanımının yenilmeye başladığı mesafeyi gösterir. Livingston bu kritik burden ve şarj miktarı arasında bir bağıntı kurarak bu teoriyi geliştirmiştir.



ŞEKİL 2.8. Tork Teorisi Çalışma Mekanizması



ŞEKİL 2.9. Krater Teorisine Göre Patlama

2.6. Patlatma Dizaynı ve Değişik Yaklaşımlar

Bir önceki bölümde değişik teorilerden bahsedildi. Bu teoriler ve patlayıcılar üzerine yapılan çalışmalar neticesinde dizayn ile ilgili bir çok değişik formül geliştirilmiştir. Patlama olayının yapıldığı ortamın çok değişken olması bu denli fazla yaklaşım ve formüle kaynak gösterilebilir. Çalışma ortamının özelliği nedeniyle formüllerde bir çok katsayı bulunmakta ve bazı büyüklükler için kesin değerler yerine belli aralıklar verilmektedir. Bu bölümde basit formüllerden başlayarak bir çok dizayn yaklaşımı kısaca anlatılmıştır.

2.6.1. Eski Burden Formülleri

Patlayıcı maddeler için geliştirilen ilk formüller genel olarak askeri amaçlı ve şarj miktarının belirlenmesine yönelik formüllerdi. Bu yüzden bu formüllerden bahsedilmemiştir.

i)- O.Anderson Burden Formülü: Andersen'e göre patlatma açısından en önemli özellikler burden mesafesi ile patlayıcı maddenin kuvvet, miktar ve yayılımıdır. Bu görüşe dayanarak geliştirdiği formül şöyledir:

$$B = Cx \sqrt{D \times L} \quad (2.4)$$

Burada;

B : Burden büyüklüğü (ft)

D : Delik çapı (ft)

L : Delik boyu (ft)

C : Deneysel olarak belirlenen katsayı

Uygulamalar göstermiştir ki delik çapı feet yerine inç ve C=1 olarak alındığında gerçeğe oldukça yakın değerler elde edilmektedir.

Bu formülün özelliği hesaplamanın pratik olarak yapılabilmesi, delik ve patlayıcı ile ilgili parametreleri içermemesidir. Bu formül plastik özellik gösteren kil ve çamur taşından çok sert hematit ve takonite kadar pratik olarak kullanılabilmektedir. [10].

ii)- G.E. Pearse Burden Formülü: Pearse kayacın ve patlayıcı maddenin fiziksel özelliklerine bağlı olarak bir formül geliştirmiştir.

$$B = Kxdx \sqrt{Ps/T} \quad (2.5)$$

Burada;

B : Maximum burden (inç)

K : Kayaç karakteristiklerine bağlı katsayı (0.7 ile 1 arasında)

d : Delik çapı (inç)

Ps: Patlayıcının reaksiyon basıncı (lb/inç²)

T : Kayanın gerilme dayanımı (lb/inç²)

iii)- K.H.Frankel Burden Formülü: Frankel, kayaçlar için patlatmaya direnç adlı bir karakteristik geliştirerek bu formülü oluşturmuştur.

$$B = \frac{R \times L^{0.3} \times l^{0.3} \times d^{0.8}}{50} \quad (2.6)$$

Burada;

B : Burden büyüklüğü (m)

R : Patlatmaya direnç (1 ile 6 arasında değişir)

L : Delik boyu (m)

l : Şarj boyu (m)

d : Delik çapı (m)

S : Delikler arası mesafe (m)

Yapılan deneyler neticesinde bu formül için bazı pratik yaklaşımlar bulunmuştur.

$$S \leq 1.5 B$$

$$l = 0.75 L$$

$$0.8B < 0.67 L$$

2.6.2. Krater Teorileri

i)- R.Peele Krater Teorisi: Yatay bir yüzeye dik bir delik delinip ateşlendiğinde yatayla yaklaşık 45° açı yapan konik şekilli bir krater oluşur. Bu kraterin hacmi şöyle belirlenir:

$$V = 0.33 L \times \pi \times L^2 \quad (2.7)$$

Pratikte gevşetilen kaya hacmi ise şöyle alınır:

$$V = M \times L^3 \quad (2.8)$$

Burada;

V : Gevşetilen kaya hacmi (m^3)

L : Delik boyu (m)

M : Katsayı (yumuşak esnek kaya: 0.4, sert kırılğan kaya 0.9)

Laboratuvar şartlarında iyi sonuçlar veren bu teori arazi şartlarında pek başarılı değildir [3].

ii)- C.W.Livingston Krater Teorisi: Livingston'un krater teorisi, patlatma teorileri bölümünde kısaca anlatılmıştı. Bu yüzden burada sadece formüller verilmiştir.

$$N = E \times W^{1/3} \quad (2.9)$$

veya;

$$d_c = \Delta \times E \times W^{1/3} \quad (2.10)$$

N : Kritik burden (feet)

W : Patlayıcı miktarı (pound)

E : Katsayı (deneysel olarak bulunur)

d_c : Şarj merkezinin serbest yüzeye uzaklığı

Δ : Derinlik oranı(şarj derinliği /kritik burden)

E katsayısı, aynı patlayıcı başka kayaçta kullanıldığında veya aynı kayaçta başka patlayıcı kullanıldığında değişir. Bu durumda deneysel olarak bulunması gerekir.

2.6.3. R.L.ASH Patlatma Dizaynı

Ash, gaz yayılma teorisi ile birlikte dizayn için bazı formüller de geliştirmiştir.

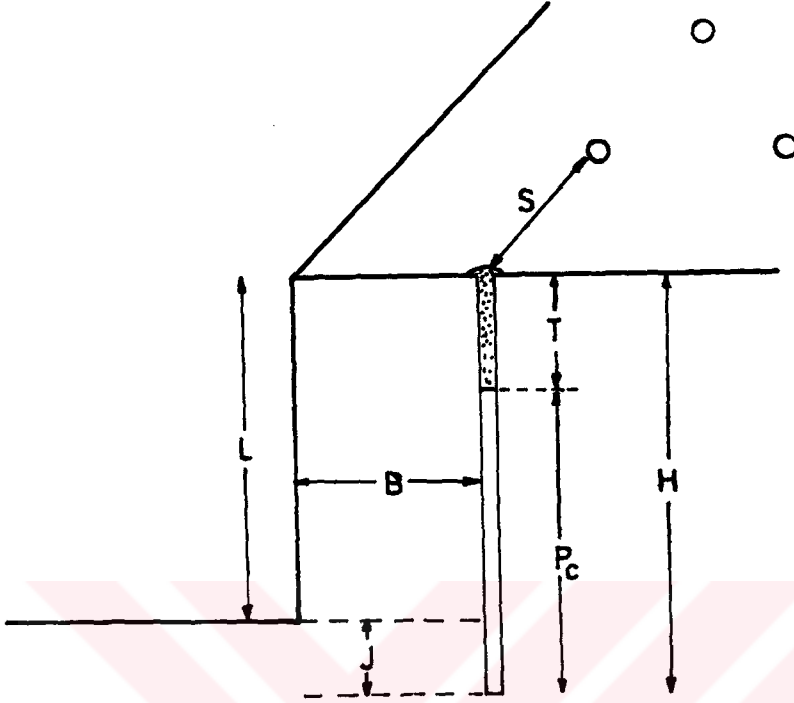
i)- Burden hesabı

$$B = 0.036 \times D_{ex} (SG_e / SG_r)^{1/3} \quad (2.11)$$

Delik çapı inç. ve burden feet olarak alınırsa bu formül şöyle verilir.

$$B = 3 \times D_{ex} (SG_e / SG_r)^{1/3} \quad (2.12)$$

Şekil 2.10'da basamak patlatma dizaynı parametreleri gösterilmektedir.



- De: Delik çapı (mm)
B : Burden (m)
T : Sıkılama (m)
J : Delik altı delme(m)
H : Delik boyu (m)
Pc: Patlayıcı kolon boyu(m)
L : Basamak yüksekliği (m)
SGe:Patlayıcının spesifik gravitesi
SGr:Kayanın spesifik gravitesi
Ve: Patlayıcı detonasyon hızı
Vp: Ortamın sesiletme hızı
S : Delikler arası mesafe (m)

ŞEKİL 2.10. Basamak Patlatma Dizaynı Parametreleri

ii)- Sıkılama

$$T = (0.5 \text{ } \cup \text{ } 0.7) \times B \quad (2.13)$$

Bu formül genelde şöyle kullanılır:

$$T = \frac{2}{3} \times B \quad (2.14)$$

iii)-Delik altı delme

$$J = \frac{B}{3} \quad (2.15)$$

iv)- Delik boyu

$$H = 0.097 \times De \quad (2.16)$$

Delik çapı inç ve yükseklik feet olarak alınacak olursa

$$H = 8.1 \times De \quad (2.17)$$

v)- Patlayıcı kolon boyu

$$P_{o_{\max}} = 3 \times B (V_e/V_p) \quad (2.18)$$

Hız oranı (Kv) olarak adlandırılan V_e/V_p kritik delik derinliğinin belirlenmesi açısından önemlidir [9].

$$H_{\min} = Kv [(B^2 + J^2)^{1/2} - T] + T \quad (2.19)$$

$$H_{\max} = Kv (T - B) + T \quad (2.20)$$

Kv değeri 0.5 ile 2.0 arasında değerler alabilir. Bu değer basınç dalgasının kayaç içerisinde yayılma şeklinide belirler.

vi)- Delikler arası mesafe

$$S = (1 \text{ } \vee \text{ } 1.5) B \quad (2.21)$$

vii)- Çeşitli oranlar

Burden-Delik çapı oranı: $K_B = 20 \text{ } \vee \text{ } 40$ (ortalama 30)

Delik boyu-Burden oranı: $K_H = 1.5 \text{ } \vee \text{ } 4$ (ortalama 2.6)

Basamak altı delme-Burden oranı : $K_J = 0.3$ (minimum)

Sıkılama-Burden oranı : $K_T = 0.5 \text{ } \vee \text{ } 1.0$ (ortalama 0.7)

Delikler arası mesafe-Burden oranı : $K_S = 1 \text{ } \vee \text{ } 2$

viii)- Elektrikli ateşlemede minimum gecikme zamanı

$$t_d = \frac{B}{305} + \frac{P_c}{V_e} + \frac{B}{23} \quad (2.22)$$

2.6.4. İsveç Patlatma Dizaynı

İsveçliler genel olarak deliğe yüklenen patlayıcı madde miktarına bağlı olarak çalışmalar yapmışlardır. Langefors bu düşünceden hareketle bir dizi formül geliştirmiş ve maximum burden için şu sonuca varmıştır [11].

$$B_{max} = \frac{d}{33} \times \sqrt{\frac{Pxs}{\bar{C} \times f \times S/B}} \quad (2.23)$$

Burada;

B_{max} : Maximum burden (m)

B : Pratik burden (m)

d : Delik çapı (mm)

P : Yükleme yoğunluğu kg/lt
S : Patlayıcının ağırlık kuvveti
C : Birim kayayı sökmek için gerekli patlayıcı (kg/m³)
 $\bar{C} : C+0.05$ ($B_{\max}=1.4$ m 15 m arasında ise)
f : Delik eğimine bağlı katsayı
delik dik ise : 1.0
eğim 3:1 ise: 0.95
S/B:Delikler arası mesafe/burden oranı
K : Basamak yüksekliği (m)
H : Delik boyu (m)
U : Basamak altı delme (m)
E : Delme hatası (m)
b : Spesifik delme (m/m³)
 l_b : Dip şarj konsantrasyonu (kg/m)
 h_b : Dip şarj yüksekliği(m)
 Q_b : Dip şarj ağırlığı (kg)
 h_o : Sıkılama mesafesi (m)
 l_c : Kolon şarj konsantrasyonu (kg/m)
 h_c : Kolon şarjı yüksekliği (m)
 Q_c : Kolon şarjı ağırlığı (kg)
q : Spesifik şarj (kg/m³)

Langefors'un formülü üzerinde çalışan İsveçli araştırmacılar bu formülü değişik patlayıcılar için basit hale getirmişlerdir [7].

$$B_{\max} = 1.36 \sqrt{l_b} \times R_1 \times R_2 \quad (\text{Anfo}) \quad (2.24)$$

$$B_{\max} = 1.45 \sqrt{l_b} \times R_1 \times R_2 \quad (\text{Emulite 150}) \quad (2.25)$$

$$B_{\max} = 1.47 \sqrt{l_b} \times R_1 \times R_2 \quad (\text{Dynamex M}) \quad (2.26)$$

Burada,

l_b : Şarj konsantrasyonu (kg/m)

R_1 : Eğim düzeltme faktörü

R_2 : Kaya sabiti düzeltme faktörü

Bu formüllerde eğim 3:1 ve kaya sabiti 0.4 alınmıştır. Bu değerler dışında düzeltme faktörü kullanılır (Tablo 2.6 ve 2.7).

TABLO 2.6. Eğim Düzeltme Değerleri

Eğim	Dik	10:1	5:1	3:1	2:1	1:1
R ₁	0.95	0.96	0.98	1.00	1.03	1.10

TABLO 2.7. Kaya Sabiti Düzeltme Değerleri

C	0.3	0.4	0.5
R ₂	1.15	1.00	0.90

i)- Basit Oranlar;

Burden-Delik çapı oranı : $B_{max} = 0.046 \times d =$

Basamak yüksekliği -burden oranı : $K = 4 \times B_{max}$

Basamak altı delme-burden oranı : $V = 0.3 \times B_{max}$

Sıkılama-burden oranı : $h_o = B_{max}$

Delikler arası mesafe-burden oranı: $S = 1.25 \times B_{max}$

ii)- Delik Boyu;

$$H = K + U + \text{eğim düzeltmesi} \quad (2.27)$$

$$H = 1.05 (K + U) \quad (\text{eğim} = 3:1 \text{ için}) \quad (2.28)$$

iii)- Delme Hatası;

$$E = \frac{d}{1000} + 0.03 \times H \quad (2.29)$$

iv)- $B_{\max} - E$ (2.30)

v)- Spesifik Delik Delme;

$$b = \frac{n \times H}{n \times B \times S \times K} \quad (n: \text{delik sayısı}) \quad (2.31)$$

iv)- Dip Şarj boyu ve Ağırlığı;

$$h_b = 1.3 \times B_{\max} \quad (2.32)$$

$$Q_b = l_b \times h_b \quad (2.33)$$

vii)- Kolon Şarj Yoğunluğu, Boyu ve Miktarı

$$l_c = (\% 40 \text{ \textasciitilde } 60) \times l_b \quad (2.34)$$

$$h_c = H - h_b - h_o \quad (2.35)$$

$$Q_c = l_c \times h_c \quad (2.36)$$

viii)- Spesifik Şarj

$$q = \frac{n \times Q_{\text{tot}}}{n \times B \times S \times K} \quad (n: \text{delik sayısı}) \quad (2.38)$$

2.6.5. Atlas Powder Company Arazi Deneyimleri

Atlas Powder Company uzun yıllardan beri patlayıcı madde üretmektedir. Arazide yaptıkları deneyler sonucunda dizayn parametreleri arasında bazı oranları bulmuşlardır. Bu değerler sadece laboratuvar çalışmaları sonucu değil, uzun süre arazide yapılan uygulamalar ve deneyimler sonucu elde edildiği için önemlidir [3].

ii)- Burden Uzunluğu

$$B = \frac{(25 \text{ } \text{ } 35) \times D}{12} \quad (2.41)$$

Eğer burden (m) ve delik ęapı (cm) alınırsa

$$B = (0.25 \text{ } \text{ } 0.35) \times D \quad (2.42)$$

iii)- Delikler Arası Mesafe

$$S = (1 \text{ } \text{ } 1.8) \times B \quad (2.43)$$

iv)- Basamak Y¼kseklięi

$$H = 2 \times B \quad (2.44)$$

v)- Basamak Altı Delme

$$J = (0.2 \text{ } \text{ } 0.5) \times B \quad (2.45)$$

vİ)- Sıkılama Boyu

$$T = (0.7 \text{ } \text{ } 1.3) \times B \quad (2.46)$$

vii)- Ara Sıkılama

$$T_d = 6 \times D \quad (2.47)$$

2.6.6. C.J.Konya'nın Patlatma Dizaynı

C.J.Konya, Ash'in burden form¼l¼ ¼zerinde ęalıřarak bu form¼l¼ geliştirmiş ve buna bağlı olarak diğer dizayn parametrelerini hesaplamıştır. Konya'nın kullandığı parametreler s¼yledir [6].

B	: Burden	(ft)
De	: Patlayıcı madde çapı	(in)
SG _r	: Kayanın spesifik gravitesi	(gr/cm ³)
SG _e	: Patlayıcı maddenin spesifik gravitesi	(gr/cm ³)
St _v	: Rölatif hacim kuvveti	
T	: Sıkılama boyu	(ft)
SZ	: Sıkılama malzemesi boyutu	(in)
L	: Basamak yüksekliği	(ft)
J	: Basamak altı delme	(ft)
Dh	: Delik çapı	(in)
Kr	: Delik sırası düzeltme faktörü	
K _d	: Yataklanma yönü ile ilgili düzeltme faktörü	
K _s	: Jeolojik yapı ile ilgili düzeltme faktörü	
P _c	: Patlayıcı kolonboyu	(ft)

i)- Burden Hesabı

$$B = [(2 \times SG_e / SG_r) + 1,5] \times De \quad (2.48)$$

$$B = 0.67 De (St_v / SG_r)^{0.33} \quad (2.49)$$

Burden formülü için düzeltme faktörleri şöyledir.

TABLO 2.8. Delik Sırası Düzeltme Faktörü

	Kr
Bir ve iki sıra delik	1.00
3 veya daha fazla delik	0.90

TABLO 2.9. Yataklanma Yönü Düzeltme Faktörü

	K _d
Yataklanma içe doğru	0.95
Yataklanma dışa doğru	1.18
Diğer durumlar	1.00

TABLO 2.10. Jeolojik Yapı Düzeltme Faktörü

	K_s
Çok çatlaklı zayıf çimentolu	1.30
İnce, Çimentolu çatlaklar	1.10
Masif kütle	0.95

ii)- Basamak Yüksekliği Seçimi: Basamak Yüksekliği Burden'e Bağlı Olarak Belirlenir.

TABLO 2.11. Basamak Yüksekliği, Burden Oranının Etkileri

L/B	Parçalanma	Gürültü	Taşfırlaması	Titreşim
1	Düşük	Şiddetli	Şiddetli	Şiddetli
2	Orta	Orta	Orta	Orta
3	İyi	İyi	İyi	İyi
4	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel

Tablo'dan görülebileceği gibi L/B oranı 2 ile 4 arasında seçilebilir. Ortalama olarak "3" alınır.

$$L = (2 \text{ } \cup \text{ } 4) \times B \quad (2.50)$$

iii)- Delik Çapı Seçimi

$$L = 5 \times D_e \quad (2.51)$$

iv)- Sıkılama Miktarı ve Malzeme Boyutu

$$T = 0.45 \times D_e \times (ST_v/SG_r)^{0.33} \quad (2.52)$$

$$T = 0.7 \times B \quad (2.53)$$

$$SZ = 0.05 D_h \quad (2.54)$$

v)- Basamak Altı Delme Miktarı

$$J = 0.3 \times B \quad (2.55)$$

vi)- Patlayıcı Kolon Boyu

$$P_c = [5 B \times (V_i / D_p)] + J \quad (2.56)$$

Burada;

V_g = Patlayıcı Madde Detonasyon hızı (ft/sn)

V_p = Kayanın sesiletme hızı (ft/sn)

vii)- Basit Oranlar

Burden-Delik çapı oranı : $K_B = 15 \sim 30$

Delik boyu-Burden oranı : $K_H = 2 \sim 4$

Basamakaltı delme-Burden oranı: $K_j = 0.3$

Sıkılama-Burden oranı : $K_T = 0.7$

Delikler arası mesafe-Burden oranı: $K_s = 1 \sim 1.8$

2.7. Patlatmaya Etki Eden Faktörler

Buraya kadar anlatılan teori ve formüllerden görüldüğü kadarıyla patlamayı etkileyen bir çok değişik faktör bulunmaktadır. Bunları maddeler halinde şöyle sıralayabiliriz:

Bir veya iki serbest yüzeyin olması

Kayacın kohezyonu

Kayaç yapısı (masif, tabakalı, çatlaklı vb.)

Kullanılan patlayıcının tipi, kuvveti ve yapısı

Ateşleme yöntemi

Detonasyon tipi (gecikmeli, ani)

Parçalanan taşın yerine yığılması veya ötelenmesi

Delik çapı, tipi ve derinliği

Şarj kalınlığı ile delik boyu oranı

Şarj malzemesinin taşınma şekli

Örtü malzemesinin taşınma şekli
İstenen parçalanma derecesi
Şarj edilen patlayıcının sıcaklığı
Çevredeki yerleşim yeri ve kurumlar
İzin verilen gürültü (hava şoku)
Kırılması gereken taş miktarı
Delikteki su durumu
Kazının son şekli
Kazılan malzemenin kullanım yeri ve amacı
Can güvenliği
Mevcut yasal düzenlemeler [10,12,13,14,15].

Bu denli çok faktörün etkilediği patlatma çok kompleks bir olaydır ve uzman bilgisine ihtiyaç duyar.

BÖLÜM 3. UZMAN SİSTEMLER

3.1. Giriş

Son yıllarda bilgisayar dünyasında yeni bir yazılım türü oldukça önem kazanmıştır. Expert System (Uzman Sistem) olarak adlandırılan bu yazılım türü ülkemiz için henüz yeni olmasına karşın özellikle Amerika ve Avrupa'da oldukça yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu ilginin sebebi Uzman Sistemler'in klasik bilgisayar yazılımlarından oldukça farklı olmasıdır. Esasen Uzman sistem, makineleri ve bilgisayarları insanlar gibi zeki davranışlar yapabilir hale getirmeye çalışan Yapay Zeka (Artificial Intelligence)'nin en önemli ve ticari olarak kullanım alanı bulmuş kısmıdır.

Bu bölümde uzman sistemler kısaca anlatılacak, klasik sistemlerle karşılaştırılması yapılacak ve Madencilik alanında geliştirilmiş uzman sistemlerden bahsedilecektir.

3.2. Uzman Sistem Nedir?

Hernagi bir konuya yönelik uzmanlık bilgisi ve deneyimi olan insanlara alan uzmanı denmektedir. Modern toplumlarda bu uzmanlara ve uzman tavsiyelerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Örneğin basit olarak tıp konusunu ele alalım. 19. yy'da doktorlar tüm tıbbi sorunlarla ilgileniyordu, bugün ise kalp-damar'dan göz'e kadar tam anlamıyla bir branşlaşma vardır. Tüm doktorlar genel sağlık konularıyla ilgili bilgiye sahiptir fakat, hepsinin ayrı ayrı uzmanlık alanları vardır. Kalp rahatsızlığı olan bir kişi hiç bir zaman tedavinin ortopedik uzmanına gitmediği gibi kolu çıkan bir kişi de hiç bir zaman bir göz uzmanına gitmez.

İkinci olarak tamir ve bakımı ele alalım. Aracımızın elektrik sisteminde bir arıza olduğu varsayalım. Bu arızayı bizim bulmamız ve tamir etmemiz oldukça zor ve zaman isteyen bir süreçtir. Oysa konu ile ilgili bir tamiirciye veya servise gidersek arıza çok kısa zamanda bulunur ve yapılır.

Uzman sistemler, bir uzmanın bilgi, beceri ve deneyimine ihtiyaç duyan karmaşık sorunları, uzmanın akıl yürütme mantığını ve bilgisini kullanarak çözen sistemlerdir.

Uzmanlığın kişilerde toplanması, zaman zaman bu uzmanlığa ulaşmayı oldukça pahalı ve zor hale getirmektedir. Örneğin uzmanımızın hasta olduğunu veya başka bir problem üzerinde çalıştığını düşünelim. Bu durumda yeni bir uzman bulunması, bizi zaman kaybı ve maliyet açısından zor durumda bırakacaktır.

Bir uzmanın yetişmesi için gereken süreç oldukça uzundur. Bu uzmanın birgün çalışamayacak duruma gelmesi, onun sahip olduğu bilgi ve becerinin de kullanılamaması demektir. İşte saydığımız bu ve benzeri sorunları bertaraf etmek maksadıyla Uzman Sistem yazılımlarına doğru bir yönelme olmuştur. Bu yönelmenin amacı Uzman Sistemler ile Uzmanların yer değiştirmesi değildir. Uzman Sistem yazılımlarının asıl amacı Uzman bilgi ve deneyimlerinin daha geniş kapsamlı olarak kullanılmasını sağlamaktır [16].

3.2.1. Uzman Sistemlerin Özellikleri

Her uzman sistemin kendine özgü özellikleri vardır. Bunun yanında bazı özellikler geneldir.

i)- Performans: Herhangi bir konuda yazılmış uzman sistemin en azından o konunun uzmanlarına eş bir performans göstermesi gerekir. Aksi bir durumda bu sistemi

geliştirmenin bir anlamı kalmaz. Aslında bir çok uzmanın bilgi ve deneyiminin toplandığı uzman sistemlerin, uzmanlardan daha iyi sonuçlar vermesi beklenir.

ii)- Cevap Süresi: Sistemin probleme çözüm üretmesi veya sorular arasında uzun bir süre geçiyorsa kullanıcılar tercihlerini uzman yönünde kullanabilir.

iii)- Değişikliklere Uyum Gösterme: Uzman sistem yapısı, konu üzerinde yapılan çalışmalar sonucu geliştirilen bilgi ve kurallara karşı esnek olmalı ve onları kolayca yapısına alabilmelidir.

iv)- İyi Bir Arabirim: Arabirim bilgi tabanı ve kullanıcı arasındadır ve problemin başarılı bir çözümü için bu ara birimin çok iyi olması gerekir.

v)- Açıklama Yeteneği: Bir uzman sistem sadece sonuçları göstermez. Bu sonuçlara nasıl ulaştığını gösterirken çeşitli uyarılar yaparak kullanıcıyı uyarır. Bu kullanıcı açısından oldukça önemlidir. Kullanıcı bu uyarılara dayanarak sorunların neler olduğunu rahatlıkla anlayabilir.

3.2.2. Uzman Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları

Uzman sistemler, uzmanlar ile karşılaştırıldığında bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Avantajları bir tablo halinde şöyle gösterebiliriz (Tablo 3.1).

Önceki bölümde saydığımız özellikleri taşıyan uzman sistemler, uzmanlar ile kıyaslandığında bazı avantaj ve dezavantajlarının olduğu görülür. Bu avantaj ve dezavantajlar bir bakıma insan ve makinanın birbirlerine karşı üstün olduğu noktaları gösterir.

TABLO 3.1. Uzman Sistemlerin Avantajları

UZMAN SİSTEM	UZMAN
Tutarlı ve sürekli Çok ucuza çoğaltılabilir Kolay değiştirilir Kontrolü kolay Bilgi olarak güçlüdür Aynı anda birden fazla yerde olabilir	Tutarsız ve geçici Yetiştirmesi pahalı Kolay değiştirilmez Kontrolü zor Zayıf Aynı anda tek yerde bulunur

Uzman sistemlerin dezavantajları ise şöyle sıralanır:

- * Uzman sistemin her sahada denenmesi zordur.
- * Bilgi tabanı gelişmedikçe yeni durumlara uyum gösteremez.
- * Kullanıcıya sunabilmek için test edilmelidir.
- * Uzman sistemin gereksinim duyduğu bilginin toplanması oldukça uzun ve zor bir iştir.
- * Uzman sistem bilgisinin sınırını bilmez.
- * Uzman sistemin geçerliliğini koruması için bir uzman veya bilgi mühendisi tarafından bakımı yapılmalıdır.

3.2.3. Uzman Sistemlerin Çalışma Sahaları

Uzman sistemlerin herhangi bir konudaki problemleri çözmek için yazılmış sistemler olduğunu biliyoruz. Fakat bu problemler nelerdir? Uzman sistemlerin çalışma sahası nedir? Bu bölümde madde madde belirtilecektir.

Uzman sistemlerin ilk uygulamaları genellikle tıbbi teşhis ve tedavi üzerindeydi. Daha sonra, uzman sistem uygulamaları geniş bir alana yayıldı ve çok farklı görevlerde kullanılmaya başlandı. Uzman sistemlerin başarılı olduğu görevler şöyle sıralanabilir.

- * Yorumlama
- * Tahmin
- * Teşhis
- * Tasarım
- * Planlama
- * Hata ayıklama
- * Eğitim ve öğretim
- * Denetleme ve kontrol
- * Değerlendirme

3.2.4. Uzman Sistemlerin Klasik Programlama İle Karşılaştırılması

Çalışma ve sonuç çıkarma biçimleri oldukça farklı olan uzman sistemler ile klasik programlama arasında bir çok ayrılık noktası vardır. Bunları maddeler halinde şöyle sıralayabiliriz [16].

i)- Klasik Sistemler

* Bilgilendirme ve çalışma sistemi genellikle tek programda birleştirilmiştir.

* Program hata yapmaz programlayıcı hata yapar.

* Genellikle giriş datalarına neden ihtiyaç duyulduğunu ve sonuçlara nasıl ulaşıldığını açıklamaz.

* Programda değişiklik güç ve can sıkıcıdır.

* Sistem ancak tamamen bittiğinde çalışabilir.

* Çalışma basamak basamak yapılır.

* Çalışabilmek için bilginin tamamına ihtiyaç duyar.

* Dataları kullanır.

* Verimlilik en önemli amaçtır.

* Miktar ve büyüklük ile ilgili değerlerle yakından ilgilenir.

* Nümerik girdi ve bilgileri bulup, belirler ve dağıtır.

ii)- Uzman Sistemler

- * Bilgi tabanı kolaylıkla işletim mekanizmasından ayrılır.
- * Program hata yapabilir.
- * Sonuç ve tavsiyelerle ilgili açıklama uzman sistemin bir parçasıdır.
- * Kurallarda değişiklik yapmak oldukça kolaydır.
- * Sistem sadece bir kaç kuralla işleyebilir.
- * İşletim heuristik ve mantık yoluyla yapılır.
- * Tamamlanmamış ve kesinleşmemiş bilgi ile çalışabilir.
- * Geniş bir bilgi tabanını verimli olarak kullanabilir.
- * Bilgileri kullanır.
- * Faydalılık en önemli amaçtır.
- * Konu ile ilgili değerlerle ilgilenir.
- * Kendini muhakeme eder ve bilginin değerlendirmesini yapar.

Görüldüğü gibi uzman sistemlerin klasik programlamaya göre üstün olduğu bazı noktalar vardır. Bilgiyi değerlendirmedeki bu üstünlükleri nedeniyle uzman sistemler son yıllarda oldukça yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

3.3. Uzman Sistemlerin Tarihçesi

Uzman sistemler, Yapay Zeka'nın bir kolu olarak 1960'lı yılların ortalarından itibaren gelişmeye başlamıştır. İlk uzman sistem, Stanford Üniversitesi tarafından geliştirilen DENDRAL'dır. DENDRAL, organik kimyasal bileşiklerin moleküler yapılarının belirlenmesi amacıyla geliştirilmiş ve oldukça başarılı olmuştur. Aynı proje kapsamında daha gelişmiş bir yorumu olan META-DENDRAL geliştirilmiştir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü yine aynı yıl (1965) karmaşık matematiksel analizler yapan MACSYMA'yı geliştirdi. Bu program da uzmanlardan daha iyi bir

performans göstermiştir.

Uzman sistemlerin asıl gelişmesi 1970'li yıllarda olmuştur. 1972 yılında geliştirilmeye başlanan MYCIN tıbbi bir uzman sistemdir ve 1976 yılında bitirilmiştir. Yine bu dönemde hastalık teşhisi maksadıyla CADAUCEUS ve CASNET adlı uzman sistemler geliştirilmiştir.

Stanford Araştırma Enstitüsü'nün maden arama çalışmalarına yardımcı olmak maksadıyla, 1972 yılında üzerinde çalışmaya başladığı PROSPECTOR 70'li yılların sonunda tamamlanmıştır. Oldukça büyük bir Molibden yatağının keşfinde gösterdiği başarı sonraki yıllarda Uzman Sistemler Üzerindeki çalışmaların artmasına sebep olmuştur.

1979 yılında Carnegie-Melon Üniversitesi tarafından geliştirilen R1 veya XCON adıyla tanınan uzman sistem kullanımdaki en başarılı uzman sistemlerden biridir. Müşteri talebine göre bilgisayar sistemlerini konfigure etmektedir.

80'li yıllarla birlikte Uzman Sistem projelerinde büyük bir patlama olmuştur. Daha önce sadece hastalık tahmini gibi teşhis amaçlı olarak kullanılan uzman sistemler farklı amaçlar için geliştirilmeye başlanmıştır. 80'lerin ilk yarısında uzman sistemler daha çok tıp ve mühendislik alanında yazılıyordu. 80'lerin ikinci yarısından itibaren ise uzman sistemler iş çevrelerinde de önemli başarılar elde etmiştir. Günümüzde finans ve imalattan idari ve askeri alana kadar bir çok konuda yazılmış uzman sistemler mevcuttur. Burada bunların hepsinden bahsetmek imkansızdır. Bu yüzden bunların sadece adı ve ilgili olduğu konu alanı verilmiştir.

Tarım	: PLANT, POMME
Kimya	: CONGEN, CRYSLIS, MOLGEN, SPEX
Bilgisayar	: CRIB, DART, IDT, MIXER, R1
Elektronik	: ACE, BDS, COMPASS, DAA, EL, FOREST, PEACE, SOPHIE

Mühendislik	: DELTA, REACTOR, SACON, STEAMER
Jeoloji	: DRILLING ADVISOR, ELAS, HYDRO, LITHO, MUD
Bilgi yönetimi	: CODES, EDAAS, FOLID, GCA
Hukuk	: AUDITOR, DSCAS, LDS, LRS, SAL, SARA, TAXMAN
İmalat	: IMACS, ISIS, PTRANS
Matematik	: ADVISOR, MATHLAB
Tıp	: ABEL, ANGY, ANNA, BABY, CLOT, EMERGE, GALEN, GUIDON, HEME, IRIS, MEDICO, ONCOIN
Metalurji	: WILLARD
Askerlik	: ACES, ADEPT, AIRID, AIRPLAN, BATTLE, DART, SPAM
Fizik	: GAMMA, MECHO
Proses Kontrolü	: FALCON, PDS
Uzay Bilimi	: ECESIS, FAITH, LES, RPMS

Uzman sistemlerin kısa geçmişine rağmen bu denli geniş bir sahaya yayılması, uzman sistem tasarımı konusunda çalışanların geleceğe ümitle bakmasına sebep olmaktadır [17,18,19,20,21,22,23].

3.4. Uzman Sistemlerin Yapısı, Geliştirilmesi ve Çeşitleri

Çalışma şekli, sonuçlara ulaşması ve yorumlaması klasik sistemlerden oldukça farklı olan Uzman Sistemler'in yapısı ve geliştirilmesi de oldukça farklıdır. Bu bölümde uzman sistemlerin yapısı ve geliştirilmesinde izlenen yol ve yöntemler kısaca anlatılacaktır.

3.4.1. Uzman Sistemin Yapısı

Uzman Sistemler genelde iki ana bölümden oluşur.

- * Geliştirme evresi
- * Çalıştırma evresi

Geliştirme evresinde, sistemi geliştirenler sistemin parçalarını oluşturur ve bilgiyi bilgi tabanına yerleştirir. Çalıştırma evresinde ise uzman olmayan bir kişi uzmanlık bilgisi ve tavsiyeleri edinmek üzere sistemi kullanılır.

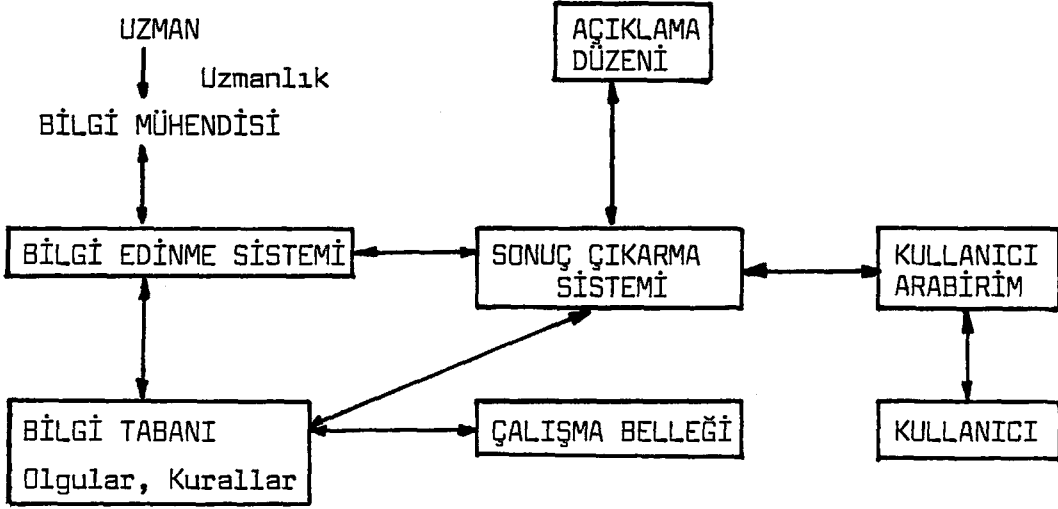
Uzman sistemlerin yapısı genelde şu bölümlerden oluşur:

i)- Bilgi edinme alt sistemi: Bu bölüm çeşitli bilgi kaynaklarından problem çözümünde kullanılan uzmanlık ve bilginin toplanarak, bilgisayar sisteminde bilgi tabanının oluşturulduğu bölümdür.

ii)- Bilgi tabanı: Bu bölümde bilgi mühendisi tarafından bir veya daha fazla uzmandan elde edilen bilgiler depolanır. Bilgi tabanı genel olarak, bilinen gerçeklerden, kurallardan ve sezgisel bilgilerden oluşur.

iii)- Sonuç çıkarma birimi: Bu birim Uzman Sistemin beynidir. Sorunun çözülmesi için bilgi tabanının ihtiyaç duyduğu formüller ve metodların bulunduğu bölümdür. Bu bölüm sisteme ait bilgilerin nasıl kullanılacağını belirleyen, kontrol ve organize eden direktifler içerir. Tipik bir Uzman Sistem yapısı Şekil 3.1'de verilmiştir.

iv)- Çalışma belleği: Geçici veri deposu, veri tabanını olarak da adlandırılan çalışma belleği sistemin sahip olduğu bilginin özel bir zamandaki ayrıntılarını içerir. Bundan dolayı başlangıçta boştur ve kullanıcı sistemi işlettikten sonra bilgi yükleme olur. Genelde çalışma belleği, bilgi tabanının bir parçası olarak göz önüne alınır.



ŞEKİL 3.1. Tipik Bir Uzman Sistem Yapısı

v)- Açıklama düzeni: Bir uzman, karmaşık bir problemi çözerken, çözüme nasıl ulaştığını, nasıl akıl yürüttüğünü açıklayabilir. Bu bölüm uzman sistemin problemi nasıl çözdüğünü, hangi akıl yürütmeyi kullandığını kullanıcıya gösterdiği yerdir. Böylece kullanıcı sorunun çözümünü ve bilginin kullanılmasını anlayabilir.

vi)- Kullanıcı arabirim: Kullanıcı ile Uzman sistem arasında iletişimi sağlayan bölümdür. Kullanıcı arabirim, kullanıcıdan aldığı bilgiyi kabul eder, sisteme uygun bir biçime dönüştürür veya sistemden bilgileri alarak, bilgiyi kullanıcının anlayabileceği bir biçime dönüştürür.

vii)- Bilgi analiz sistemi: Bu bölüm Uzman Sistemlerin hepsinde görülmez. Uzmanların ulaştıkları sonuçları ve kendi performanslarını analiz etmek yeteneği vardır. Uzman Sistem de bu bölümde ulaştığı sonuçları, başarı ve başarısızlıkları değerlendirir.

3.4.2. Uzman Sistemin Geliştirilme Aşamaları

Bir uzman sistemin geliştirilmesi çok uzun ve yoğun bir takım çalışmasına ihtiyaç duyar. Bu takımda uygulama alanına ait bilgiyi sağlayan alan uzmanları ve bu bilgiyi alarak uzman sisteme uygulayan bilgi mühendisleri vardır. Bu takım uzman sistemi geliştirirken şu aşamalardan geçer.

i)- Problemin tanımlanması: Bilgi mühendisi ve uzman birlikte çalışarak problemin tanımını ve sınırlarını belirler. Ayrıca, gerekli kaynakları saptar ve kullanılacak olan geliştirme aracını seçerler.

ii)- Kavramlaştırma: Bu aşamada problemin çözüm sürecini tanımlayacak olan anahtar kavramlar, ilişkileri ve gerekli bilgi akışı karakteristikleri belirlenir. Ayrıca görev bölümleri, stratejileri ve problem çözme süreciyle ilgili kısıtlamalar saptanır.

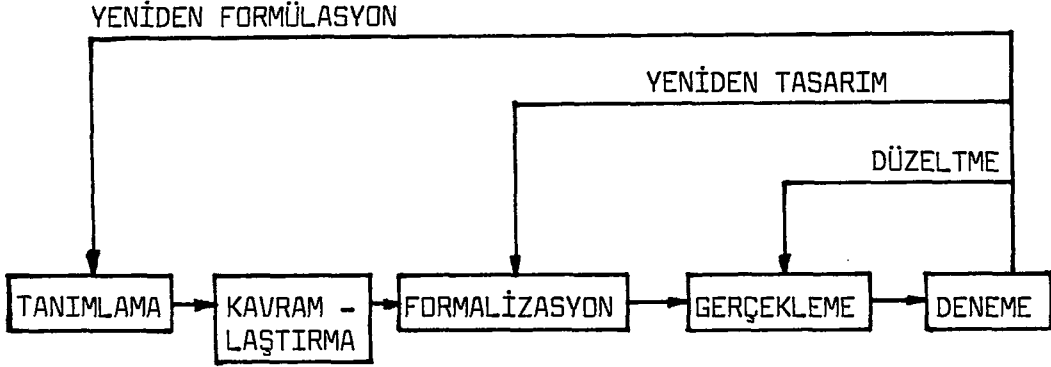
iii)- Formalizasyon: Bu aşama, anahtar kavramları ve ilişkileri, seçilen uzman sistem oluşturma aracı tarafından önerilen formal bir gösterilime dönüştürme aşamasıdır.

iv)- Gerçekleme: Bu aşamada bilgi mühendisi, formalize edilen bilgiyi, kullanılan araca kodlar ve başlangıçta, sınırlı bir bilgi tabanına sahip olan bir prototip sistem geliştirir.

v)- Deneme: Bu aşamada uzman, geliştirilen prototip sistemi dener. Bilgi tabanı ve sonuç çıkarma birimindeki hataları ve zayıf noktaları bulur. Böylece uzman, programın performansını inceler ve gerekirse düzeltme için bilgi mühendisine yardım eder.

Bu aşamalar birbiriyle bu kadar kesin şekilde ayrılamaz . Çünkü her aşama birbiri ile bağlantılıdır ve

birinde meydana gelen sorun diğerlerini de etkiler [17]. (Şekil 3.2).



ŞEKİL 3.2. Uzman Sistem Geliştirme Aşamaları

3.4.3. Uzman Sistem Çeşitleri

Uzman sistemlerin, bilginin programa sunulmasına bağlı olarak bazı değişik tipleri vardır. Bunlar şu şekilde sınıflandırılabilir [16].

i)- Bilgi tabanlı sistemler: Bu sistem, bir uzman gibi davranış gösteren sistemleri uzman sistem olarak kabul eder. Buna en güzel örnekler MYCIN ve XCON'dur. Bu sistemler tıpkı bir uzman gibi çalışmaktadır.

ii)- Kural tabanlı sistemler: Bu sistemlerde bilgi kurallar serisi olarak verilir. Bir çok ticari uzman sistem bu tiptedir. Çünkü bu sistemler diğerlerine nazaran daha iyi geliştirilir.

iii)- Çerçeve tabanlı sistemler: Bu tip sistemlerde bilgi, programa çerçeveler halinde sunulur.

iv)- Hibrid sistemler: Bu sistemlerde birden fazla türde bilgi sunma yöntemi kullanılır, en azından çerçeve ve kurallar şeklinde sunulur. Fakat genellikle daha fazla yöntem kullanılır.

v)- Model tabanlı sistemler: Bu sistemler, yapıyı simüle eden ve üzerinde çalışılan sistemin fonksiyonu olan bir yapı çevresinde kurulmuştur.

vi)- Anahtar sistemler: Uzman sistemler, kullanıcının özel ihtiyaçlarına cevap verecek tarzda geliştirilebilir. Bu tip sistemler herhangi bir kullanıcı için hazır olarak alınabilir. Bu tip sistemler proje yönetiminde ki uygulama paketlerine benzer. Bu tip sistemler sadece mikrokompüterler için geliştirilmektedir.

vii)- Zaman sınırlı sistemler: Bu tip sistemlerde zamanla ilgili çok kesin bir sınırlama vardır. Sistem kompüterize edilen işlemin kontrolünde kullanılabilecek kadar hızlı olmalıdır.

3.5. Madencilik Alanında Geliştirilen Uzman Sistemler

Bilgisayar uygulamaları uzun zamandan beri, rezerv belirleme, çeşitli dizaynlar, izleme ve kontrol vb. amaçlarla madencilik alanında başarıyla uygulanmaktadır. Madencilik alanında, uzun zamandan beri, Uzman Sistemler konusunda araştırmalar yapılmakta ve başarıyla uygulanan Uzman Sistemler geliştirilmektedir. Bunların birincisi ve belkide en önemli başarıyı göstereni tarih bölümünde de bahsettiğimiz PROSPECTOR'dır [18].

PROSPECTOR değeri yaklaşık 100.000.000 doların üzerinde olan bir molibden yatağının tespitinde başarıyla kullanılmıştır. Endüstriyel uygulamada ki bu başarı, hem genel olarak Uzman Sistemler'in hem de madencilikte Uzman Sistemler'in geliştirilmesi konusunda araştırmacıları teşvik etmiştir. PROSPECTOR, bir bölgedeki toprağa ve jeolojik minerallere ait verileri yorumlayarak, belirli bir tür mineral yataklarının o bölgede bulunma olasılığını tahmin eder. Sistemin uzmanlık bilgisi cevher yataklarının modellerinden oluşan jeolojik kurallar ve kayalar ile

minerallerin bulunduğu bir sınıflandırma tablosundan oluşmaktadır.

PROSPECTER'in başarısından sonra Madencilik sahasında bir çok uzman sistem yazılmıştır. Bunlardan bazıları şöyledir:

DIPMETER ADVISOR, petrol sahalarında kuyu loglarını inceler. Bu inceleme neticesinde yapısal bozuklukları belirler, derinlik analizi ve stratigrafik inceleme yapar. Böylece çıkması muhtemel sorunları belirler ve en iyi kuyu yerini tespit eder [18].

LITHO, isimli sistem de yaklaşık aynı görevi yerine getirir. Kuyu loglarından elde edilen kaya yoğunluğu, direnç, radyoaktivite gibi verileri bölgenin jeolojik yapısı ile birleştirilerek petrol aramaları için önemli olan kaya gözenekliliği, geçirgenliği ve bileşimini bulabilir [19].

MUD, iyi bir sondaj için hayati önem taşıyan en uygun sondaj çamur karışımının korunmasını sağlayan bir sistemdir.

GRIDDING ADVISOR, bir maden yatağının rezervinin bulunması için, değişik veri türlerine göre, hangi karelej yönteminin kullanılması gerektiğine karar vermede yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir.

UFEL ve METHPRO, yeraltı ocaklarında metan ile ilgili sorunları çözmek amacıyla yazılmıştır.

Shearer Fault Diagnosis yeraltı kömür ocaklarında kullanılan kömür kesicilerdeki elektrik ve hidrolik arızaların tanısını kolaylaştırmak amacıyla yazılmıştır.

CHOOZ, yeraltı kömür işletmelerinde en verimli çalışmayı temin edecek çalışma ekibini kurmak amacıyla

geliştirilmiştir.

ESDS ve Slope Safety Analyzer ise açık ocaklardaki şev duraylılığı problemlerine çözüm üretmek amacıyla geliştirilmiştir.

Uzman sistem geliştirmeye yönelik çalışmaların artması neticesinde yurdumuzda da bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Örneğin: ODTÜ'de ŞEVDUR adıyla adlandırılan ve şev stabilitesi üzerinde çalışan bir program geliştirilmiştir [20].

Bu bölümde madencilik amaçlı olarak geliştirilmiş uzman sistemler anlatıldı. Burada anlatılanlar dışında daha bir çok uzman sistem uygulaması mevcuttur. Bizim hakkında bilgi verdiğimiz sistemler, uzman sistemler dünyasında en çok bilinen ve uygulanan sistemlerdir.

BÖLÜM 4. BİLGİYE ULAŞMA

4.1. Giriş

Uzman sistem için bilgi en büyük güçtür. Uzman sistem, sahip olduğu bilgi vasıtasıyla sorunlara çözüm üretir, dizayn yapar, tahminde bulunur. Uzman sistemin verimli olarak çalışabilmesi için çok iyi bir bilgi seviyesinin olması gerekir. Patas uzman sisteminin geliştirilmesi ve denenmesi çalışmasında klasik literatür araştırması dışında başka tekniklerde kullanılmıştır.

4.2. Anket Çalışması

PATAS uzman sisteminin geliştirilmesi sırasında Türkiye'deki patlayıcı madde kullanımı, karşılaşılan sorunlar vb. konularda uygulama alanından bilgi edinmek amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır.

Anket çalışmasının ilk aşamasında, ülkemizde madencilik faaliyeti sırasında patlatma tekniğini kullanan kurum ve firmalar belirlenmiştir. Daha sonra bu firmalara yeraltı ve açık ocak patlatma sistemleri için ayrı ayrı hazırlanmış formlar gönderilmiştir. Formlarda, kullanılan patlayıcı cinsinden örtü tabakasına kadar bir çok değişik konuda sorular bulunmaktadır. Bu anket formlarının birer nüshası EK-A'da verilmiştir.

4.3. Soma Bölgesinde Yapılan Çalışmalar

Anket çalışmasına ülkemizin özellikle kamuya ait bir çok büyük maden kuruluşu katılmasına rağmen sorunları yerinde görmenin daha uygun olacağı düşüncesiyle bir maden işletmesine gidilmesine karar verilmiştir. Bu amaçla

Ülkemizin en büyük linyit havzalarından biri olan SOMA seçilmiştir. Soma 1993 yılı itibariyle yaklaşık 47.500.000m³ dekapajın yapıldığı bir işletmedir. Bu dekapajın ise tamamına yakın bölümü delme patlatma yöntemiyle yapılmaktadır. Ayrıca Soma'nın yapısal bakımdan değişik özellikler gösteren bölgelerinin olması, hem yeraltı hem de açık ocak faaliyetlerinin beraber yürütülmesi seçilmesinde etken olmuştur.

Soma bölgesinde yapılan çalışma öncelikle anket formlarının yüzyüze görüşme yapılarak doldurulması olmuştur. İşletme mühendisleri bu görüşmelerde de yaklaşık daha önce anketlerde verdikleri bilgileri vermişlerdir.

Daha sonraki aşamada ise Soma'da ki tüm bölgeler (Işıklar, Kısırakdere, Deniz, Eynez) tek tek gezilerek gerek yeraltı gerekse açık ocaklarda patlatma işlemleri izlenmiştir.

4.3.1. Yeraltı Patlatma İşlemleri

Soma'da yeraltı çalışması yalnızca Eynez bölgesinde yapılmaktadır. Yeraltında patlatma işleminin uygulandığı faaliyetler şunlardır:

- * Hazırlık galerileri sürülmesi
- * Tavan, taban yolu sürülmesi
- * Kömürün kazılması
- * Tavanın göçertilmesi

Galeriler marn içinde sürülürken pek bir sorun yaratmamakta ve tüm delikler gecikmeli kapsül kullanılarak bir seferde atılmaktadır. Kömürün geçildiği durumlarda ise emniyet gereği üç ayrı kademe halinde ateşleme yapılmaktadır. Bu durum ilerleme performansını düşürmektedir. Delik geometrisi ve ateşleme sırası işletmede yapılan araştırmalar ile oluşturulmuştur. Bu yüzden delik

geometrisi ile ilgili pek bir sorun görülmemektedir.

Kömür kazısı ve tavanın göçertilmesi için yapılan atımlarda zaman zaman patlamayan delik görülmektedir. Yeraltında görünürdeki en büyük sorun bu patlamayan deliklerdir. Bu sorun delik yakınına yeni bir delik delinip ateşlenmesi suretiyle çözülmektedir. Sorunu önlemek amacıyla kapsüllerin omajları ölçülüp sınıflandırılmaktadır.

4.3.2. Açık Ocak Patlatmaları

Soma'da açık işletme Deniz, Işıklar, Kısırakdere bölgelerinde yapılmaktadır. Açık ocaklarda yapılan incelemelerde özellikle tabaka yatımlarının değişmesi ve jeolojik bozukluklar nedeniyle patlatmada çeşitli sorunların ortaya çıktığı görülmüştür. Bunların en önemlisi tırnak kalması olayıdır. Bu durumda ekskavatörler yükleme yapamamakta, dozerler ile ripperleme gerekmektedir. Bu, iş ve zaman kaybına yol açmaktadır.

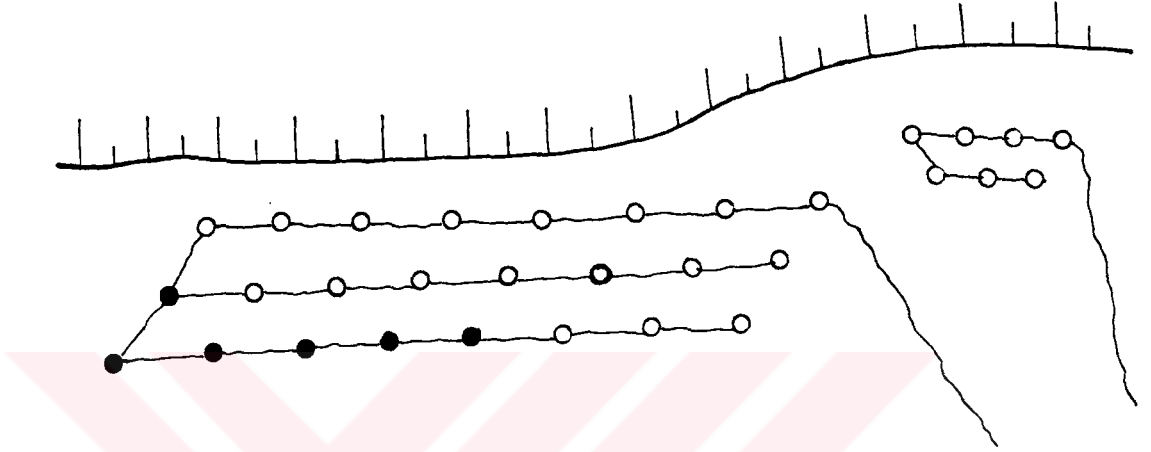
Açık ocaklardaki en büyük sorunlardan birisi de jeolojik bozukluklar nedeniyle başarısız olmuş bir atımdan sonra aynı yerde tekrar delik delinerek ateşleme yapılmasıdır. Gevşek arazide delik delmek büyük sorun yaratmaktadır. Yapılan atım ise arazinin gevşetilmiş olması nedeniyle verimli olmamaktadır.

İşletmede su bulunan deliklerde suyun zararından kaçınmak için dip kısımlarda 1-2 torba Emulan kullanımı yaygın. Tırnak kalmasını önlemek için yine dip şarja 1-2 torba (50-100 kg) Emulan katılmaktadır.

Tırnak kalması işletmenin en büyük sorunudur. Çalışma sahasında heyelan olması, delik delinen yerin gevşek olması gibi sebeplerle 17 m olarak delinen delikler neticede 14-15 metreye düşmektedir. Kısa deliklerde sıkılamamanın yeterli olması amacıyla Anfo miktarı 1 torba azaltılmaktadır. Bu durum delik dibinde patlatma veriminin

düşmesine ve tırnak kalmasına sebep olmaktadır. Tırnak oluşumuna sebep olan diğer bir faktör ise tabaka yatımlarının sürekli değişmesidir.

Soma açık ocaklarında kullanılan tipik atım şekli ile özel bir atım Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

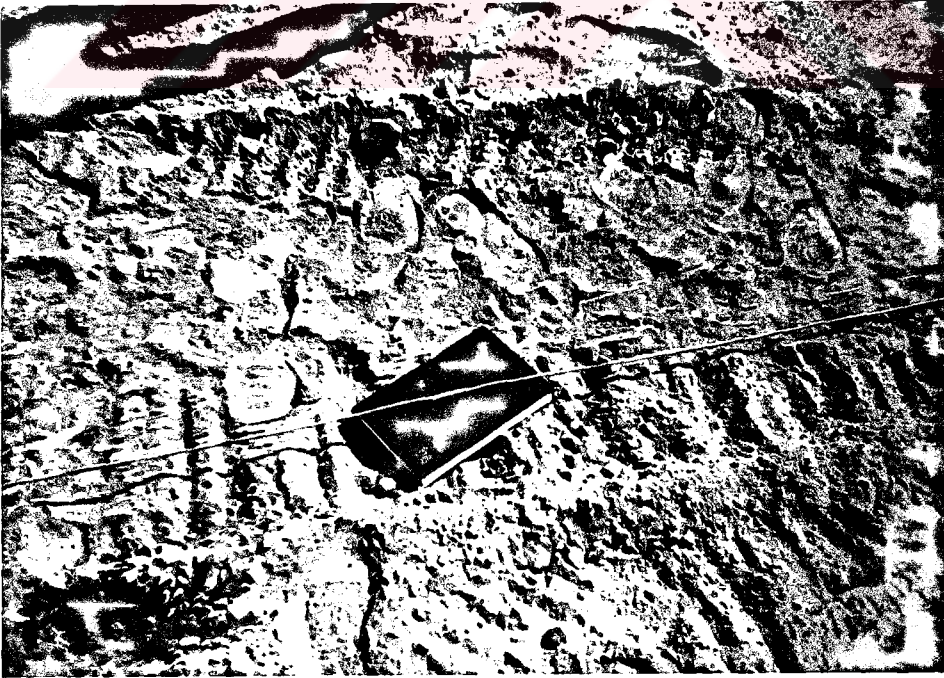


ŞEKİL 4.1. Soma Bölgesindeki Tipik Bir Ateşleme

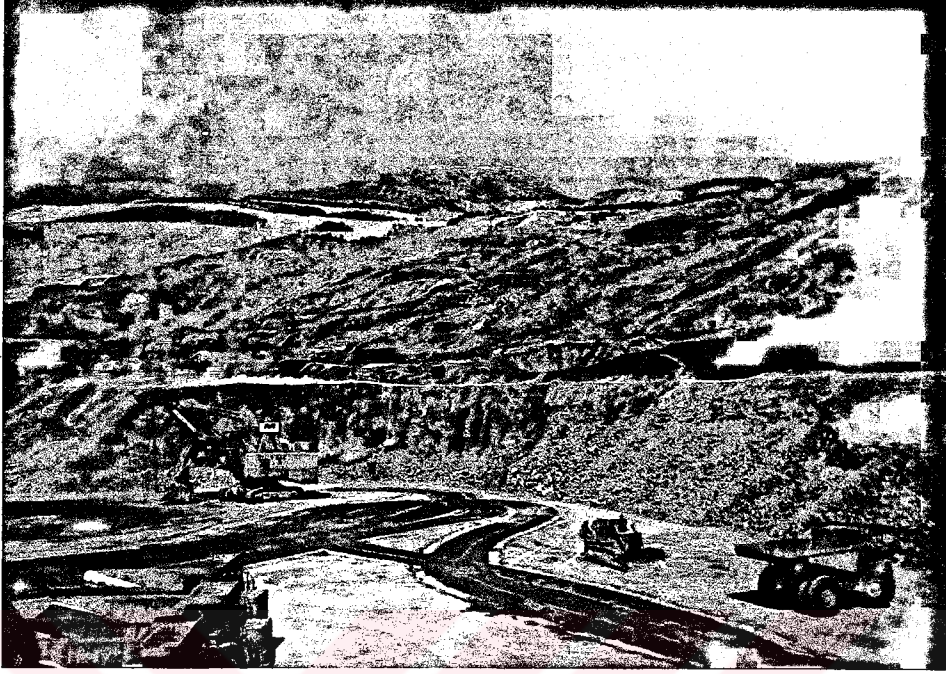
Bu atımda toplam 31 delik atılmaktadır. Sağ tarafta önde pasa olduğu için delik aralıkları düşürülmüştür ve 5x5m. olarak delinmiştir. Sol tarafta ise mesafeler normal olarak 6x8m alınmış ve sıralar arasına gecikmesi 20 msn olan ikişer röle konmuştur. Ateşleme sağ taraftaki 7 delik ile başlamış ve sol taraftaki delikler ile sona ermiştir. Bu patlamanın delik düzeni, röle bağlantısı ve patlama evreleri Şekil 4.2- 4.10'da görülmektedir.



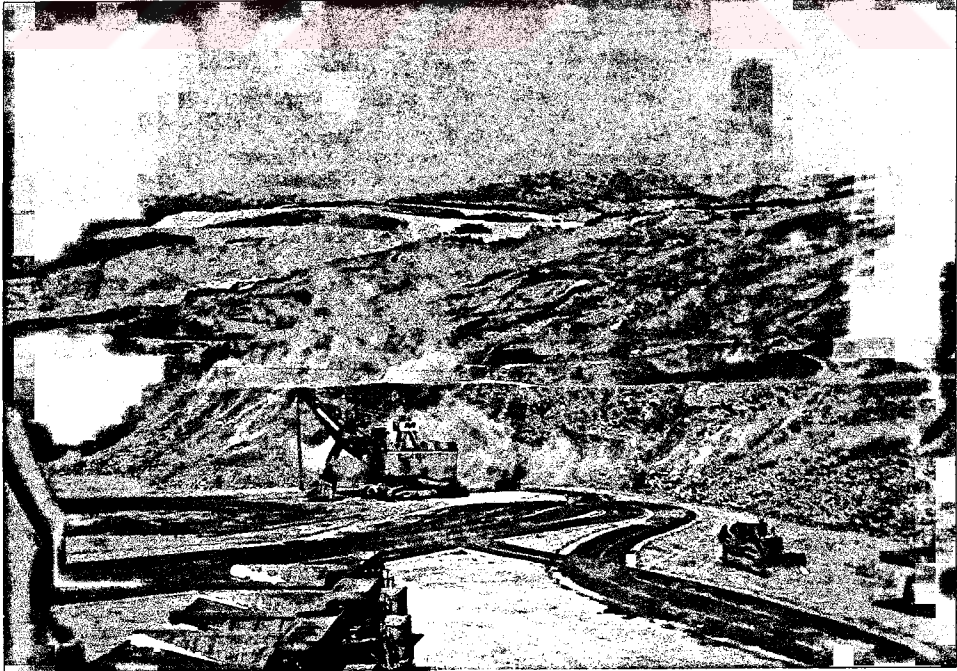
ŞEKİL 4.2. Delik Düzeni



ŞEKİL 4.3. Gecikme Rölesi Bağlantısı



ŞEKİL 4.4. Sağ Taraftaki 7 Deliğın Ateşlenmesi



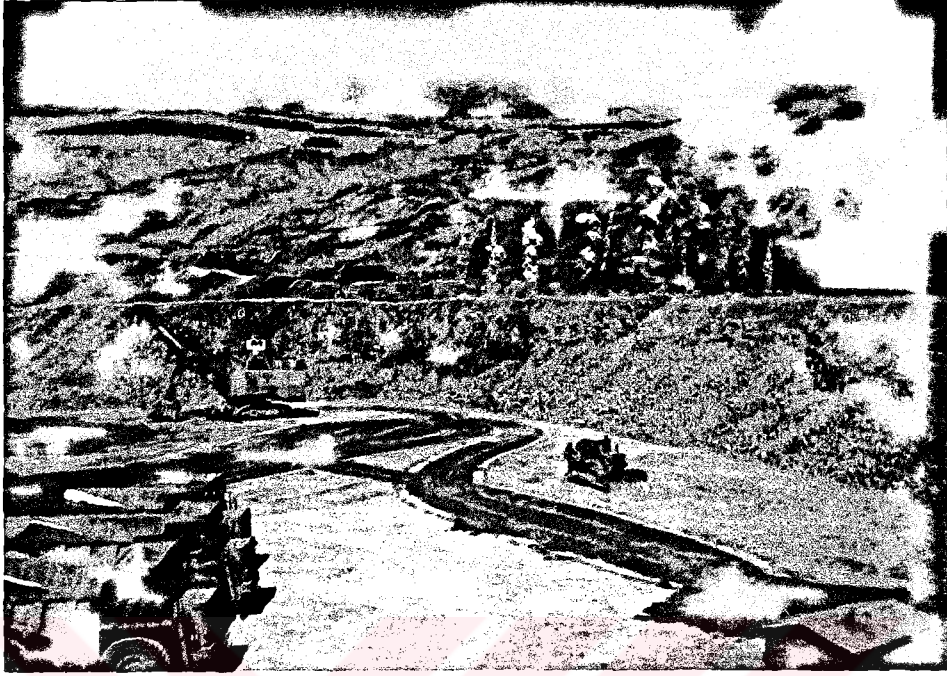
ŞEKİL 4.5. Sağ Tarafta Gaz Yayılması



ŞEKİL 4.6. Ateşlemenin Sona Ermesi ve Duman Çıkışı



ŞEKİL 4.7. Sol Tarafta Ateşleme Başlangıcı



ŞEKİL 4.8. Sol Tardafta Ateşleme Anı



ŞEKİL 4.9. Sol Tardafta Gaz yayılması



ŞEKİL 4.10. Sol Tarafta Ateşlemenin Sona Ermesi

4.4. Sonuçlar ve Türkiye'deki Durum

Sonuç olarak görünen o dur ki, patlatma işlemleri anketlerde söylendiği kadar kusursuz değildir. Hemen hemen tüm işletmelerin tırnak, patar, patlamayan delik vs. bir çok sorunu vardır. Anketler incelendiğinde bazı ilginç noktalar ortaya çıkmaktadır. Bunları sıralayacak olursak:

* Ülkemizde patlayıcı madde olarak genelde ANFO ve yemleme olarak da Dinamit kullanılmaktadır. Diğer patlayıcılara pek fazla rağbet edilmemektedir.

* Hemen hemen tüm işletmeler tırnak kalmasını önlemek amacıyla basamak altı delme yapmaktadır.

* Eğimli delikler çok seyrek olarak kullanılmaktadır.

* Anketlerde parçalanmanın genelde iyi olduğu söylenmektedir. Fakat patar ülkemizde patlatmanın en önemli sorunlarındanıdır.

* Anketlerde krater oluşumunun, patlamayan deliğın ve fora eden deliğın çok nadir görüldüğü söylenmektedir.

* Gürültü, titreşim, hava şoku ve toz miktarı konusunda bir iki istisna hariç hiç bir çalışma yapılmamıştır.

* Anketlerin önemli bir kısmında ocağı gelen su miktarı konusunda bilgi bulunmamaktadır.

* İşletmelerimizin hiç birinde Anfo'ya metal tozu vb. enerji verici maddenin katıldığı görülmemektedir.

* Tüm işletmeler ateşlemeyi ya anında ya da 1-2 saat içinde yaptığını söylemektedir.

4.5. Uzman Sisteme Bilgi Toplama Çalışmalarının Eleştirisi

Bir organizasyona ait kişiler, kendi aralarında sorunları rahatlıkla tartışırken, genelde dışardan gelen 3. bir şahısa bu sorunları aktarmakta seçici davranırlar. Bu durum özellikle devlet işletmelerinde görülr. Buna sorunları küçük görme hastalığı diyebiliriz. Bu yüzden anketlerde özellikle patlatma ile ilgili sorunların güvenilir olarak verildiğini düşünmek hata olur. Uygun olan, bu tip bilgilerin uzmanlarla uygulama yerinde karşılıklı görüşme yoluyla elde edilmesidir. Bu amaçla Soma'da yapılan çalışma faydalı olmuştur. Fakat yeterli olup olmadığı, elde edilen bilgilerin, uygulamasının yapılması ile anlaşılabılır.

Ülkemizde bugüne kadar patlayıcı madde uygulaması ile ilgili bu denli kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Çalışma bu yönüyle de oldukça önemlidir.

Ufak tefek sorunlara karşın yapılan anket alışması Türkiye'deki patlayıcı madde kullanımı, şarj biçimleri delik düzenleri konusunda oldukça büyük bir bilgi birikimi oluşturmuştur.



BÖLÜM 5. ANKET BİLGİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE MEVCUT TASARIM YÖNTEMLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

5.1. Giriş

PATAS isimli uzman sistemin yazılması sırasında ülkemizdeki patlayıcı madde kullanımı konusunda bilgi edinmek maksadıyla bir anket çalışması düzenlenmiştir. Bu anket çalışmasında, yeraltı çalışması yapılan 14 işletme ve açık işletme uygulaması yapılan 12 işletme anketleri doldurarak göndermiştir. Bu tez kapsamında basamak patlatması incelendiği için bu bölümde sadece açık işletmelerden gelen bilgiler değerlendirilmiştir. Yeraltı ve açık işletmeler için hazırlanan anket formları EK-A'da verilmiştir.

5.2. Anket Bilgilerinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, anketlerdeki sorulara verilen cevaplar anketteki sıraya göre değerlendirilmiştir. Tasarım ile ilgili bölümlerde daha önceki bölümlerde anlatılan teoriler ile mukayese yapılmıştır.

5.2.1. Saha Hakkında Verilen Genel Bilgilerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde işletmedeki kazı işinin cinsi, iklim ve yerleşim ile ilgili sorular bulunmaktadır.

Kazı işinin cinsi genelde dekapaj'dır. Bazı işletmelerde cevher gevşetilmesi amacıyla da patlayıcı ile kazı yapılmaktadır.

Sıcaklık ve iklim için verilen cevaplarda ise maden sahalarının bulunduğu bölgelerin genelde karasal iklimin etkisinde olduğunu göstermektedir. Faaliyetlerin en üst düzeyde olduğu yaz mevsiminde yağmur ile ilgili bir sorun görülmemektedir. Su geliri açısından verilen en büyük değer ise Marmara linyitleri işletmesinde görülen $2000\text{m}^3/\text{gün}$ lük değerdir. Su geliri ve yağmur durumu, kullanılacak patlayıcı madde cinsi için suya dayanım özelliği açısından oldukça önemlidir.

Maden sahalarının hepsinin civarında yerleşim yeri bulunmaktadır. Yerleşim yerleri genelde titreşim açısından sorun yaratmayacak mesafededir.

Maden sahalarının bir kısmı tarıma elverişli ve ormanlık arazinin içindedir. Son yıllarda, özellikle çevreci hareketin gelişmesi, ormanları madencilik için bir sorun haline getirmiştir.

5.2.2. Basamak Büyüklükleri İle İlgili Bilgilerin Değerlendirilmesi

Anketlerden elde edilen, basamak büyüklükleri ile ilgili bilgiler ve oranlar Tablo 5.1 ve 5.2'de verilmiştir. Araştırmacıların verdiği teorik oranlar ise Tablo 5.3'dedir.

i)- Burden-Delik çapı oranı(B/D): Bu değer çeşitli araştırmacılar tarafından 15 ile 46 arasında değişen büyüklükte verilir. Şekil 5.1'de ise anketlerden elde edilen B/D oranının frekans dağılımı görülmektedir.

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi B/D oranı ülkemizde 15 ile 30 değerleri arasında yoğunlaşmaktadır. Bu değerler araştırmacıların verdiği değerlerden düşük fakat kabul edilebilir büyüklüktedir.

TABLO 5.1. İşletmelerde Kullanılan Basamak Büyüklükleri

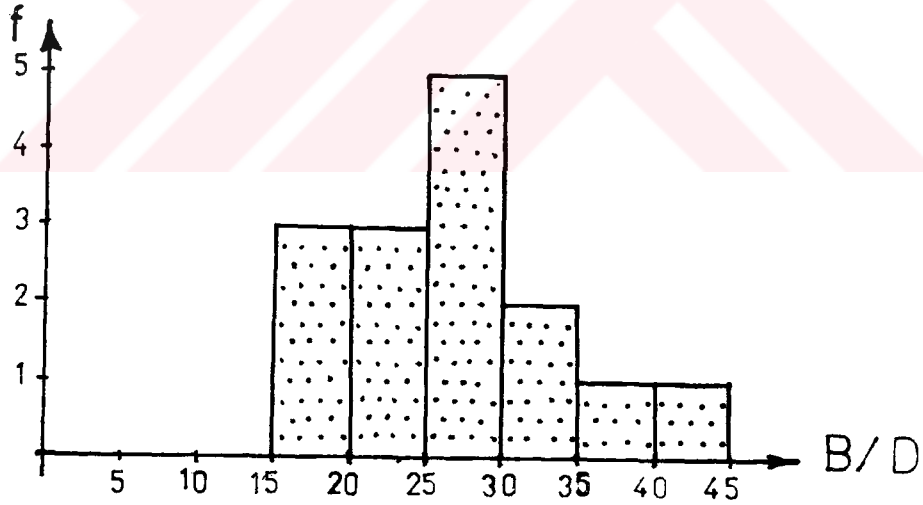
	BAS. YÜK L (m)	DEL. BOYU H (m)	DEL. ÇAP D (mm)	BURDEN B (m)	SIR. ARA. (m)	DEL. ARA. S (m)	B. AL. DEL. J (m)	PASA HAC. PASA MİK	ÇAT. MES. m	GÖC. MES. m
AKMADEN	6.0	7.0	90	1.50	1.75	1.75	1.0	15.75	39.38	1.50
ASL. ÇİMEN.	7.5	7.5	102	4.00	4.00	4.00	0.0	120.00	300.00	0.00
SÖĞ. MAD.	6.0	6.0	90	3.75	3.50	4.00	0.0	90.00	225.00	0.00
ETİ SEY1	13.0	14.0	165	4.50	4.50	5.00	1.5	292.50	731.25	1.00
ETİ SEY2	13.0	14.0	250	7.00	7.00	8.00	1.5	728.00	1820.00	1.00
ETİ KÜRE	12.0	13.5	160	2.75	2.75	4.25	1.5	140.25	350.63	0.00
ETİKIRKA	6.0	6.4	160	4.00	5.00	5.00	0.4	120.00	300.00	0.00
ETİŞAKR.	10.0	10.5	160	4.50	3.50	3.00	0.5	135.00	337.50	0.00
ETİEMET	10.0	11.0	160	4.00	4.00	4.25	1.0	170.00	425.00	0.50
TKİ GLİ	15.0	17.0	229	8.00	8.00	10.00	2.0	1200.00	3000.00	0.00
TKİ ELİ1	15.0	17.0	250	4.00	6.00	7.50	2.0	450.00	1125.00	0.75
TKİ ELİ2	15.0	17.0	229	6.00	6.00	8.00	2.0	720.00	1800.00	0.00
TKİ MLİ1	12.0	13.0	229	6.00	8.00	10.00	1.0	720.00	1800.00	0.50
TKİ MLİ2	12.0	14.0	229	8.00	8.00	10.00	2.0	960.00	2400.00	0.50
TDÇİ DİVR.	12.0	14.0	194	4.00	4.00	5.00	1.5	240.00	600.00	0.00
	164.5	181.9	2697	72.00	76.00	89.75	17.9	6101.50	41.26	
	10.967	12.127	179.8	4.80	5.07	5.98	1.4	406.77	1016.92	2.75

TABLO 5.2. Basamak Büyüklüklerinin Oranları

	B/D	H/B	J/B	T/B	S/B	L/J	L/T	H/S
AKMADEN	16.67	4.67	0.67	2.00	1.17	6.00	2.00	3.43
ASL ÇİMEN	39.22	1.88	0.00	0.63	1.00	0.00	3.00	1.88
SÖĞ. MAD.	41.67	1.60	0.00	0.67	1.07	0.00	2.40	1.50
ETİ SEY1	27.27	3.11	0.33	1.33	1.11	8.67	2.17	2.60
ETİ SEY2	28.00	2.00	0.21	0.86	1.14	8.67	2.17	1.63
ETİ KÜRE	17.19	4.91	0.55	1.64	1.55	8.00	2.67	2.82
ETİKIRKA	25.00	1.60	0.10	1.00	1.25	15.00	1.50	1.20
ETİŞAKR.	28.13	2.33	0.11	0.11	0.67	20.00	20.00	3.33
ETİEMET	25.00	2.75	0.25	1.50	1.06	10.00	1.67	2.35
TKİ GLİ	34.93	2.13	0.25	0.69	1.25	7.50	2.73	1.50
TKİ BLİ1	16.00	4.25	0.50	2.25	1.88	7.50	1.67	2.00
TKİ BLİ2	26.20	2.83	0.33	1.25	1.33	7.50	2.00	1.88
TKİ MLİ1	26.20	2.17	0.17	0.75	1.67	12.00	2.67	1.20
TKİ MLİ2	34.93	1.75	0.25	0.56	1.25	6.00	2.67	1.20
TDÇİ DİVR.	20.62	3.50	0.38	1.25	1.25	8.00	2.40	2.40

TABLO 5.3. Tasarımda Kullanılan Basamak Büyüklüklerine Ait Oranlar

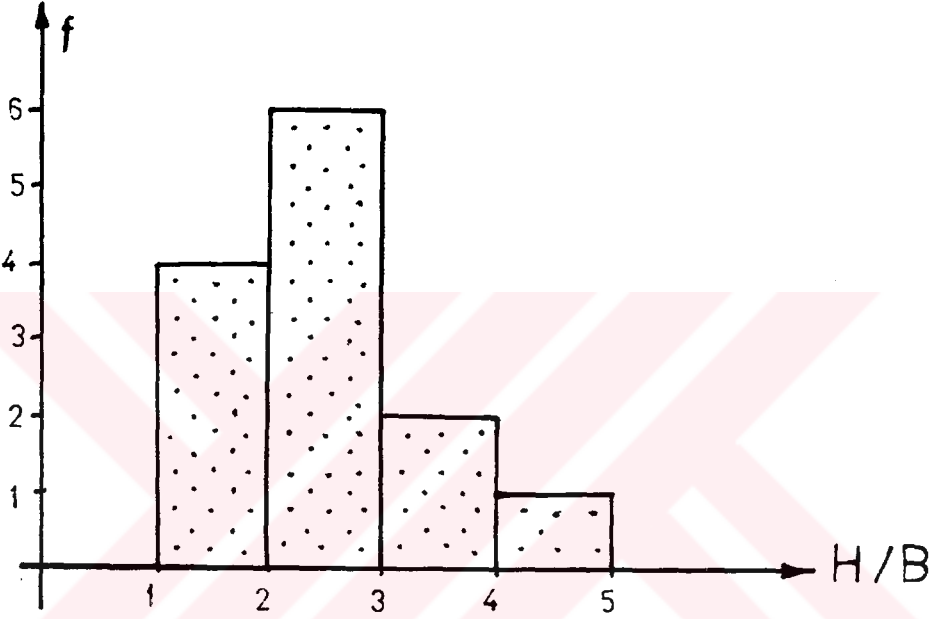
	Ash	Langefors	Atlas	Konya
B/D	20 ∩ 40	46	25 ∩ 35	15 ∩ 30
H/B	1,5 ∩ 4	4	2	2 ∩ 4
J/B	0.33	0.33	0.2∩0.5	0.3
T/B	0.5 ∩ 0.7	1	0.7∩1.3	0.7
S/B	1 ∩ 2	1.25	1∩1.8	1 ∩ 2
L/J	5.5 ∩ 13	13	4.4 ∩ 12.5	7.6∩14.3
L/T	3 ∩ 7.5	4.33	1.7 ∩ 3.6	3.3 ∩ 6.15



ŞEKİL 5.1. Burden-Delik Çapı Oranı Frekans Dağılımı

Ülkemizde delik çapına göre burden büyüklüğü düşüktür. Bu durum burden'e bağlı olarak belirlenen basamak yüksekliğinin optimumdan düşük olmasına sebep olmaktadır.

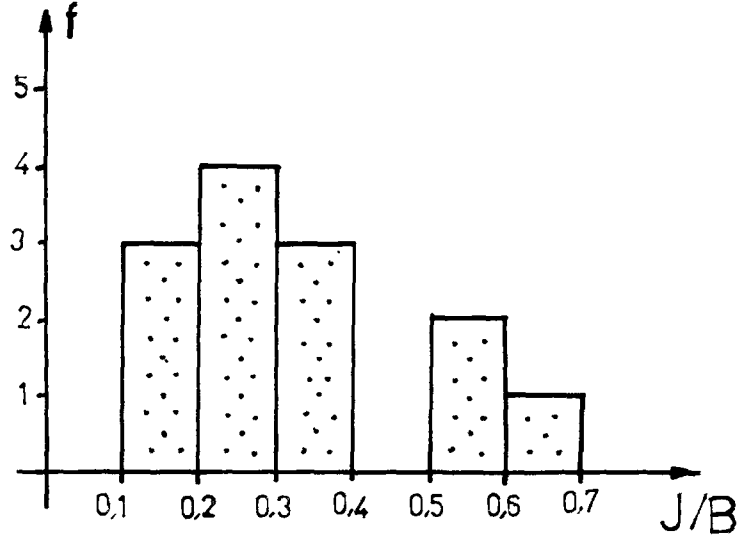
ii)- Basamak yüksekliği-Burden oranı(H/B): Araştır-
macıların teorik hesaplamalarına göre bu oran 1.5 ile 4
arasında alınabilir. Bu oran gürültü, titreşim, hava řo-
ku ve paraçalanmayı etkilemektedir ve optimum sonuçlar
için 3 ve üzerindeki oranların seğıilmesi faydalıdır. Şe-
kil 5.2'de H/B oranının frekans dağılımı görülmektedir.



ŞEKİL 5.2. Basamak Yüksekliği-Burden Oranı Frekans
Dağılımı

Şekilden görüldüğü gibi yoğunluk 1 ile 3 arasındadır.
Halbuki başarılı bir tasarım için 3 ve üzerindeki oranlar
daha uygundur.

iii)- Basamak Altı Delme-Burden Oranı(J/B): Tabanda
tırnak kalmasını önlemek maksadıyla basamak seviyesinin
altında bir miktar delik daha delinir. Bu miktar burdene
bağılı olarak belirlenir ve yaklaşık 1/3'ü kadar olması is-
tenir. Şekil 5.3'de J/B oranının frekans dağılımı görülmektedir.



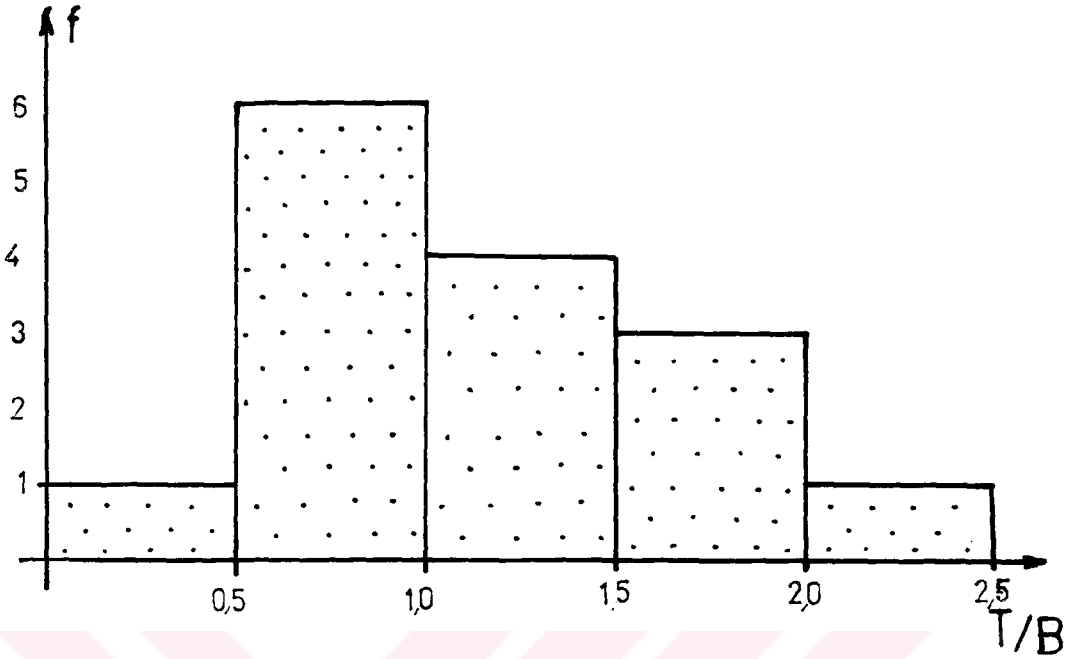
ŞEKİL 5.3. Basamak Altı Delme-Burden Oranı Frekans Dağılımı

Şekilden görüldüğü gibi yoğunluk 0.3 civarındadır. Bu durum teorik değerle uyum göstermektedir.

iv)- Sıkılama-Burden Oranı (T/B): Sıkılama, patlayıcı maddenin görevini tam olarak yapması açısından önemlidir. Sıkılama boyunun düşük olması durumunda sıkılama püskürerek patlatmanın verimsiz olmasına sebep olmaktadır. Teorik olarak bu oranın 0.5 ile 1.3 arasında değiştiği kabul edilir. Şekil 5.4'de sıkılama-Burden oranının frekans dağılımı görülmektedir.

Şekil 5.4'de Sıkılama-Burden oranının 0.5 ile 1.5 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum teorik olarak verilen sınırlar ile uyum göstermektedir.

Ülkemizde delik boyları genelde teorik olarak belirlenen boylardan kısa olarak gerçekleşmektedir. Bu durumda, deliğe doldurulan patlayıcı miktarı ve şarj boyu belli olduğu için, sıkılama boyu kısalmaktadır. Bu ise verimsiz ateşleme, delik püskürmesi gibi olaylara neden olmaktadır.

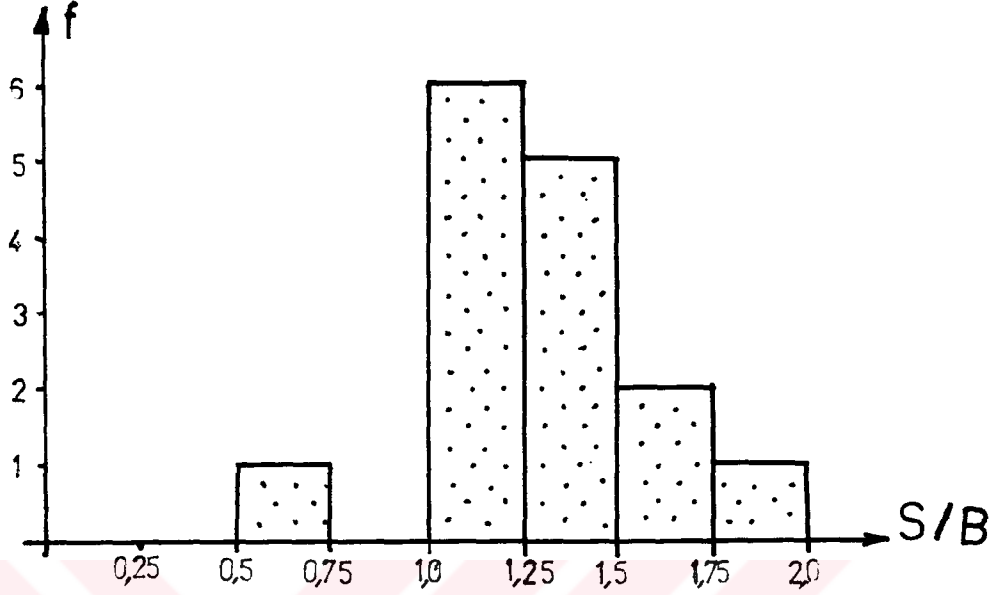


ŞEKİL 5.4. Sıkılama-Burden Oranı Frekans Dağılımı

v)- Delikler arası mesafe-Burden oranı(S/B): Bu oran patar olayı ve parçalanmayı etkilediği için önemlidir. Fazla büyük bir oran patar oluşumuna sebep olur ve patlatmanın verimini düşürür. Çeşitli araştırmacılar bu oranı 1 ile 2 arasında vermiştir. Şekil 5.5'de delikler arası mesafe-burden oranının frekans dağılımı görülmektedir.

Şekilden görüldüğü gibi işletmelerimizde S/B oranı 1.0 ile 1.50 arasında yoğunlaşmaktadır.

İncelediğimiz bu beş oran basamak patlatmasında tasarım açısından oldukça önemlidir. Bunların arasında tek sorun basamak yüksekliği-burden oranında görülmektedir. Bu oranın düşük olması durumunda titreşim, hava şoku ve parçalanma açısından sorunlar olabileceği söylenmektedir. Ülkemizdeki uygulamada ise bu oran 1 ile 3 arasında yoğunlaşmaktadır. Optimum değerlerin 3 ile 4 arasında olduğu düşünülürse titreşim, hava şoku ve parçalanma açısından sorun çıkması beklenir.



ŞEKİL 5.5. Delikler Arası Mesafe-Burden Oranı Frekans Dağılımı

Basamak ile ilgili diğer soruları incelediğimizde ise şunları görüyoruz:

- * Basamak şev açıları 75° ile 90° arasındadır.
- * Genel şev açıları ortalama 45° 'dir.
- * Eğimli delik uygulaması yaygın değil, sadece Etibank Şark Kromları ve Söğüt Madencilikte kullanılmaktadır.
- * Genel olarak Şeş-Beş delik düzeni tercih edilmektedir.
- * Göçük payı bırakılması fazla tercih edilmemektedir.

5.2.3. Patlayıcı Madde Uygulaması İle İlgili Bilgiler

* Ankete cevap veren işletmelerin yıllık dekapajlarının % 90'a yakını patlayıcı madde kullanılarak yapılmaktadır.

* Özgöl şarj 15 gr/m³ ile 475 gr/m³ arasında değişmektedir. Metal madenlerinde genelde yüksek değerler görülmektedir.

* Kullanılan patlayıcı madde miktarı, tamama yakını ANFO olmak üzere yaklaşık 15.000 ton/yıl'dır.

* Kullanılan dinamit miktarı yaklaşık 250 ton/yıl'dır.

* Toplam kapsül sarfiyatı ise yaklaşık 100.000 adet/yıl'dan fazladır.

* Su ile ilgili sorunu olan işletmelerde ANFO naylon torba ile uygulanmaktadır.

* ANFO içine Alüminyum tozu vb. hiçbir enerji verici madde katılmamaktadır.

* Delikler arası gecikme uygulaması yaygındır. Gecikme miktarları 20msn ile 75msn arasında değişmektedir.

* Ateşleme, genelde delik doldurulur doldurulmaz, anında yapılmaktadır. En büyük gecikme süresi 1-2 saat'tir.

* Ateşleme sistemi olarak en çok tercih edilen sistemler Manyeto+Millisaniyeli kapsül, Manyeto+Kapsül ve Manyeto+İnfilaklı fitil'dir.

Bu bölüm ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler Tablo 5.4 bulunmaktadır.

TABLO 5.4. Patlayıcı Madde Uygulaması

	TOP. DEK. PAT. KUL. m3*1000	ÖZ. ŞARJ gr/m3	P.M.MİK DİNAMİT ton/yıl ton/yıl	KAPÜL adet/yıl	H. TORBA	% MAZOT	ARAZ. KAR.	DEL. SIKI. MET.	TOZU D.A. GEC.	ATEŞ. ZAM. ATEŞLEME
			7.5	2.50	H	2.50	R	R	H	30
1000	400	100	20	0.80	800					1.2 MK
810	810	15	370	9.90	10885	6.00	R	R	H	ANINDA MK
750	675	380	263	12.00	225	5.80	H	H	H	ANINDA MK, MMK.
900	900	136	117	3.70	2525	6.60	H	H	H	ANINDA MKI
100	100	100	100	2.50	800	6.00	R	R	H	1.2 MK MM
1800	1800	300	440	12.00	16000	6.00	H	R	H	ANINDA MK
22628	18102.4	170	3000	47.00	1500	5.70	R	R	H	ANINDA MKI MKM
27500	25500	322	8500	96.00	3750	5.50	H	R	H	ANINDA MKI MMI
6000	6000	219	1264	13.00	10200	5.50	H	R	H	ANINDA MK
7249	6935	213	*** 14'	33.30	3	5.50	R	R	H	1.2 MMI
1000	1000	475	900	20.00	25000	6.00	H	R	H	1.2 MK MMK
69737	62222.4		14982	252.70	101685					

5.2.4. Patlatma Sonuçları ve Çevre İle İlgili Bilgiler

* Tüm işletmeler ateşleme sonucundaki parçalanmayı tatminkar bulmaktadır. Bazı işletmelerde büyük bloklar da görülmektedir.

* İşletmelerin büyük çoğunluğu patlatma sonrasında parşanın % 70-80'nin ayna önüne yığıldığını söylemektedir.

* Bir kaç işletme dışında tırnak kalması arasına görülmektedir.

* Basamak üzerinde krater oluşumu çok nadir görülmektedir.

* Patlamamış delik probleminin de oldukça nadir görüldüğü söylenmektedir.

* Delik püskürmesi olayı da nadir olarak görülmektedir.

* Arından fırlayan taşlar bir kaç işletme hariç 40m 'nin altındaki mesafelere dağılmaktadır.

* Hiç bir işletmede gürültü şiddeti ölçülmemesine rağmen genelde normal olduğu söylenmektedir.

* Titreşim şiddeti Aslan Çimento ve Marmara Linyitleri'nde ölçülmüştür. Marmara Linyitleri'nde 2.8 mm/sn, Aslan Çimento'da ise 5 mm/sn'nin altında olduğu bulunmuştur. Diğer işletmeler genelde titreşimin normal olduğunu söylemektedir.

* Hava şoku hiç bir işletmede ölçülmemiştir ve genelde normal olduğu söylenmektedir.

* Açık ocaklarda toz ölçümü yapılmamaktadır. İşletmeler patlama sonucu oluşan tozun genelde normal olduğunu söylemektedir.

* Tüm işletmeler patlama sonucunda ocağın diğer kısımlarında heyelan görülmediğini söylemektedir.

Bu bölüm ile ilgili daha geniş bilgi Tablo 5.5'de verilmiştir.



TABLO 5.5. Patlatma Sorunları

PARÇALAN PASA YİĞ. TIRNAK	ŞEV YÜZ KRATER	PAT. DEL. FORA DE.	TAŞ FIR.	GÜR. ŞİD.	TİT ŞİD	HAVA ŞOK TOZ MİK	HEYELAN
ARL. ÇİPİR. T	70 Nd	Nd	>40	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	0 Hk	Nd	15 YOK	<5	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	0 Hk	Hk	0	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	80 As	Hk	>40	S	S	S	YOK
ARL. ÇİPİR. T	80 As	Hk	>40	S	S	S	YOK
ARL. ÇİPİR. T	70 As	Nd	40	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	80 Hk	Hk	30	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	70 As	Nd	30	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	70 Nd	As	30	N	S	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	50 Hk	Hk	20	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	70 Nd	Nd	40	S	S	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	50 As	Nd	30	N	N	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	70 As	Hk	20	S	2.8 S	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	70 As	Nd	20	S	2.8 S	N	YOK
ARL. ÇİPİR. T	80 Nd	Hk	20	N	N	S	YOK

BÖLÜM 6. PATAS UZMAN SİSTEMİNİN TANITILMASI VE DENENMESİ

6.1. Giriş

Uzman sistemler ve yapıları daha önce genel olarak anlatılmıştır. Bu bölümde ise patlatma dizaynı amacıyla geliştirilen PATAS isimli uzman sistem tanıtılacak ve anket formları kullanılarak bir kaç işletmede denenecektir.

6.2. Uzman Sistem Programında Aranılan Özellikler

Yazılan uzman sistemin çalışma sahası, dizayn sırasında yapması gereken işlemler göz önüne alınarak, kullanılacak uzman sistem paketinin taşıması gereken özellikler belirlenmiştir. Bunlar Tablo 6.1'de verilmiştir [24,25].

TABLO 6.1. Uzman Sistem Paketinde Aranılan Özellikler

Özellikler	
Donanım	WINDOWS ortamında çalışacak, Genişletilmiş hafızaya erişebilecek
Sonuç çıkarma mekanizması	Önden(Forward) ve arkadan zincirleme (Backward chaining) beraber bulunacak
Programlama	Kurala dayalı fakat nesne düzenleyici programlamayı da kapsamına alabilecek
Olasılık	Kesinlik faktörü ile çalışacak
Grafik	Bit-map,vektör, tiff gibi grafik çeşitlerini kabul edebilecek
Prosedür Programlama	Aritmetik işlem yapabilecek ve matematik fonksiyonları kullanabilecek
Diğer programlar ile iletişim	Windows tablolama programı EXCEL'i, DOS-C modüllerini çalıştırabilecek ve dBASE dosyalarını doğrudan okuyabilecek
Çalışma zamanı kopyası	Çalışma zamanı kopyası için EXE dosyaları yaratabilecek

6.3. Uzman Sistemin Tanıtılması

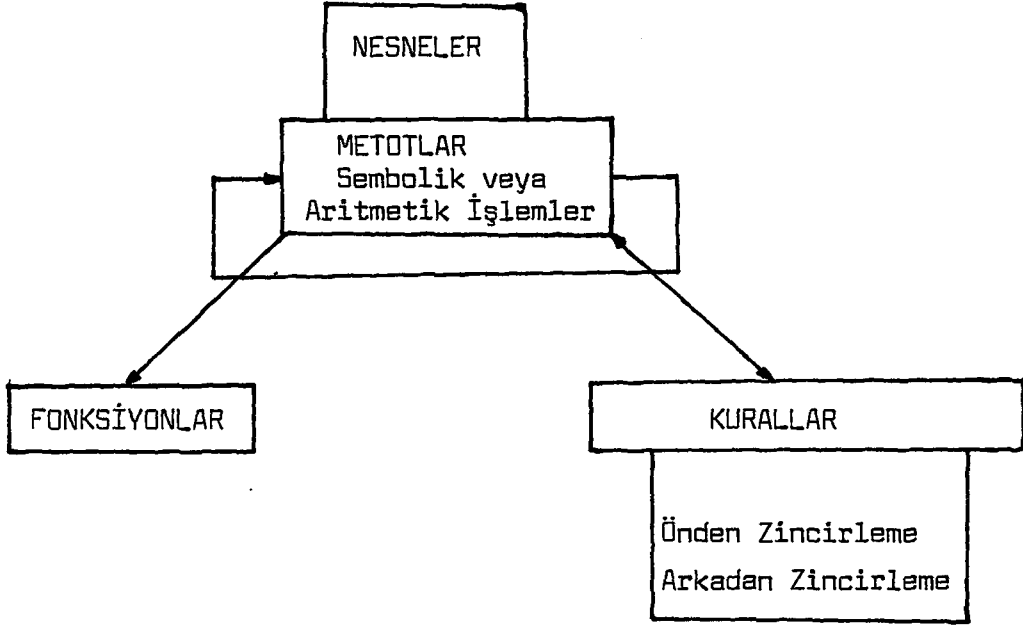
Önceki bölümde belirtilen özellikler ve TÜBİTAK'a bağlı olarak uzman sistemin yazılmasında KAPPA-PC kullanılmıştır.

6.3.1. Uzman Sistemin Yapısı

İlk uzman sistem programlama dillerinin, en basit aritmetik işlemi bile yapma yeteneği yoktu. KAPPA-PC'de aritmetik işlemler yapılabildiği gibi iterasyon da yapılabilmektedir. Bu KAPPA-PC ortamında algoritmik programlamanın da yapılabileceği ve sembolik işlemlerle aynı anda kullanılabileceği anlamına gelir. Bu nedenle delik içerisindeki patlayıcı miktarı, yeri, toplam yemleme gibi sayısal büyüklükler ayrı bir programlama diline gerek kalmadan hesaplanabilmektedir.

PATAS'da değişken yapısı tamamiyle KAPPA-PC'ye bağlı olarak hiyerarşik ve nesne düzenlemelidir. PATAS'da nesne düzenlemeli değişken sistemi, metodlar ve kurallar birbiri ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Örneğin menüden patlayıcı seçimi istendiğinde komut önce patlayıcı özellikleri veri tabanını tarayan bir metoda aktarılır daha sonra veri tabanı taranır ve seçilen patlayıcı özellikleri kurallar vasıtası ile kontrol edilir. Eğer uygun ise diğer bir metod tarafından yazılan pencereye özellikleri yazdırılır.

PATAS'da kuralların yanında bazı işleri kolaylaştırmak için yapısal programlama dillerinde olduğu gibi fonksiyonlarda yazılmıştır. Genellikle fonksiyonlar metodlar veya kurallar tarafından çağrılır. Fakat fonksiyonlar kural zincirleme mekanizması veya metodları çağdırmamaktadır. (Şekil 6.1).



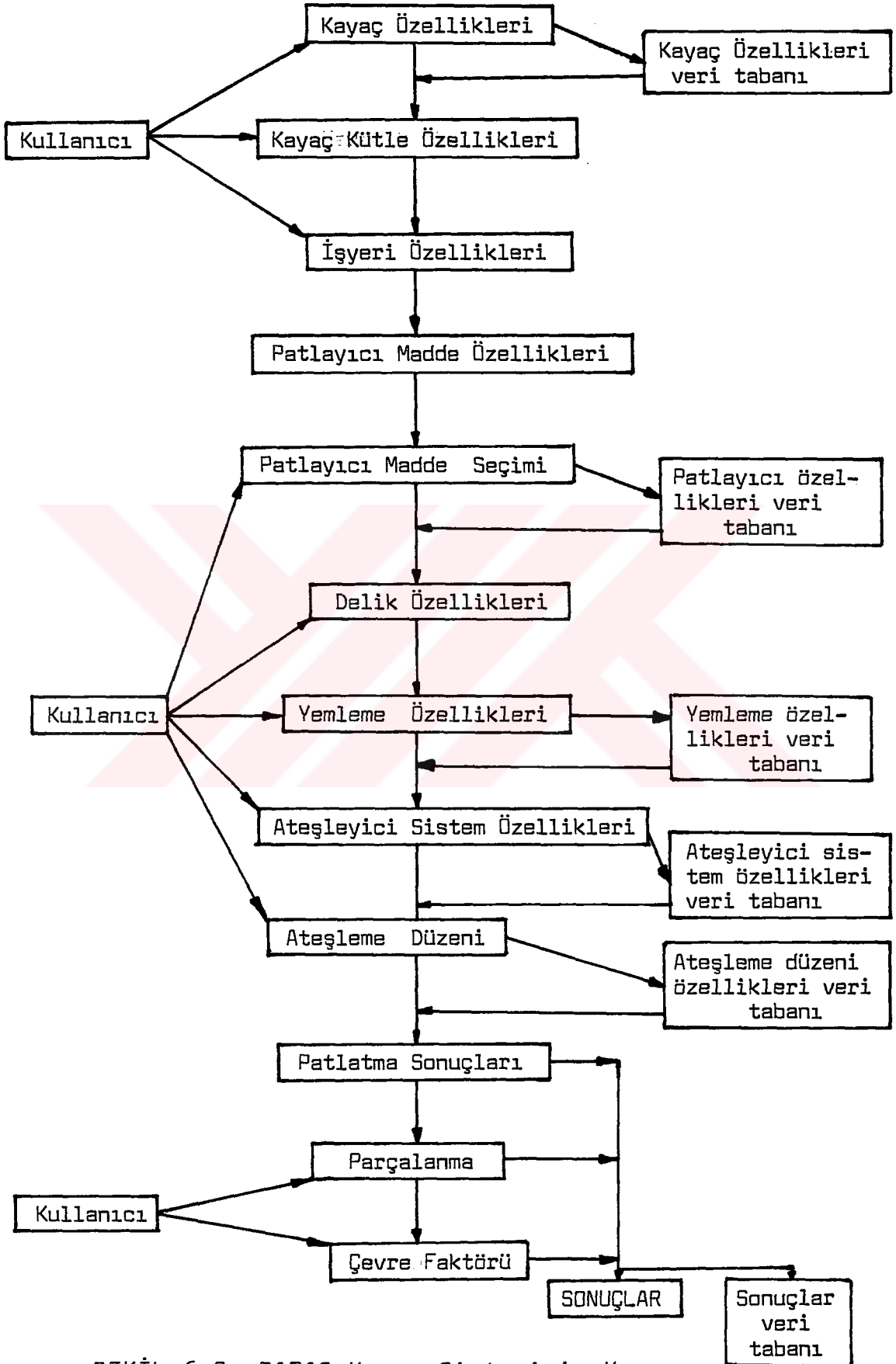
ŞEKİL 6.1. PATAS Uzman Sisteminin Çalışma Şekli

PATAS uzman sistemi Kayaç özelliklerinden başlayarak kullanıcıyı sorgular. Her aşamada yeni bilgiler elde edilir. Bu bilgiler birleştirilerek sonuca ulaşılır. PATAS uzman sisteminin yapısı Şekil 6.2'de gösterilmiştir.

6.3.2. Kurallar

PATAS'da kurallar iki sembolik hesaplama tekniğine uygun olarak ele alınmıştır. Önden zincirleme veya arkadan zincirleme, kuralların geliştirilip zeki sonuçlar üretilmesi gereken yerlerde devreye girmektedirler. Örneğin tasarım kısmında daha çok önden zincirleme kullanılmıştır. Fakat tasarım bittikten sonra titreşim açısından kontrol yapılırken arkadan zincirleme kullanılmıştır.

PATAS'da kurallar programlama açısından benzer olsa bile işlevlerine göre 3'e ayrılır. Normal kurallar, Meta kurallar, ihtar kuralları.



ŞEKİL 6.2. PATAS Uzman Sisteminin Yapısı

Normal kurallār bir gerçēk açığā çıktığında diğēr-
lerini açığā çıkarān kurallardır. Örneğīn "hava yağmurlu
ise deliklerde bu birikir" gibi.

Meta kurallar programın o zamana kadar yaptığı işleri
düzene sokān kurallardır. Örneğīn "patlayıcı cinsi değış-
ti ise yemleme cinsini de yeniden seç" gibi.

İhtar kuralları normal kurallara benzer fakat kuralın
ikinci yarısı bir gerçēğı açığā çıkaracak yerde kullanıcı
penceresine bir ihtar yazısı yollar, ikaz düdüğü çalar ve-
ya pencereleri değıştirir.

6.3.3. Veri Tabanları

PATAS'da veri tabanları dBASE III ve IV formatında
yazılmıştır. Veri tabanları kullanım yerine göre ikiye
ayrılır. Bunlar Tablo 6.2 ve 6.3'de verilmiştir.

TABLO 6.2. Uzman Sistemin Yapılandırılmasında Kullanılan
Veri Tabanları

Veri Tabanı	İşlevi
Patlayıcı maddeler kazı tasarımı bilgi bankası	Kuralların çıkarılması için elektronik kartoteks olarak kullanılmıştır.
Türkiye'de patlayıcı ile kazı yapan kuruluşlar veri bankası	Patlayıcı maddelerle kazı tasarımı ile ilgili parametrelerin depo edilme- si ve uzman sistem tamamlandıktan sonra deneme için kullanılmıştır.

Tablo 6.2'de verilen veri tabanlarını program direkt
olarak kullanmamaktadır. Bu veri tabanları kuralların
oluşturulması ve programın denenmesine yardımcı olarak
kullanılmıştır.

TABLO 6.3. Uzman Sistemin Doğrudan Kullandığı Veri Tabanı

Veri Tabanı	İşlevi
Patlayıcı özellikleri veri tabanı	En uygun patlayıcının seçimi
Yemleme özellikleri veri tabanı	Uygun yemleme seçimi
Patlayıcı delik düzeni veri tabanı	Uygun delik düzeni seçimi
Kayaç özellikleri veri tabanı	Kayaç ismi bilindiğinde kayaç özellikleri hakkında bilgi verir.

6.3.4. Çıktılar

Uzman sistemin çıktıları kullanıcının isteğine göre değişik şekillerde olabilir. Çıktılarda basamak ve delik büyüklükleri, seçilmiş patlayıcı ve özellikleri, yemleme ve ateşleyici sistem özellikleri, delik düzeni, parçalanma ve çevre ile ilgili (titreşim, gürültü) sonuçlar bulunur.

Kullanıcı sadece hesaplama sonuçlarını alabileceği gibi tüm sonuçları da alabilir.

6.4. Uzman Sistemin Denenmesi

Yazılan uzman sistemin pratikte uygulanabilirliğinin denenmesi gerekir. Bu amaçla Türkiye madenciliğinden elde edilen anketler kullanılmıştır. Uzman sistemi, ELİ, TDÇİ Divriği Demir ve Etibank Seydişehir Alüminyum işletmelerinden elde edilen anketler üzerinde denenmiştir. Bu işlemlere ait bilgisayar çıktıları EK-B'de verilmiştir.

6.5. Uzman Sistemin Denenmesine Ait Sonuçlar

* Ege linyitleri işletmesinde örtü tabakasının basınç dayanımı 500 kg/cm^2 ile 1200 kg/cm^2 arasında değişmekte, dir. Uzman sistemin patlayıcı cinsini belirlerken kullandığı parametrelerden biri de basınç dayanımıdır. PATAS'ın basınç dayanımının değişmesinde nasıl davrandığını görmek için önce 900 kg/cm^2 daha sonra 1200 kg/cm^2 değerleri için patlayıcı secimi yaptırılmıştır. 900 kg/cm^2 için yapılan değerlendirmede ANFO, Pril ANFO, Elbar dinamit gibi patlayıcılar bulunmuştur. 1200 kg/cm^2 için yapılan değerlendirmede ise Emülsiyon ve Slurry tipi patlayıcılar bulunmuştur. İşletmede uygulanan ise normalde ANFO kullanımı, tırnak ve patar oluşumu gibi sorunların olduğu yerlerde ise Emülite + ANFO kullanımıdır.

* Anket bilgilerinin değerlendirilmesinde söylediğimiz gibi yurdumuzda basamak yüksekliği-burden oranı biraz düşüktür. Yapılan denemelerde genellikle PATAS'ın bulduğu burden değerleri uygulamadaki değerlere oldukça yakın olmasına rağmen optimum basamak yükseklikleri uygulamadaki değerlerden fazladır.

* Uzman sistemde burden normalde Konya formülü ile hesaplanmaktadır. Burden formülünü değiştirme imkanını kullanarak aynı işletme için değişik formüller ile burden hesabı yaptırıldı. Bunun neticesinde Langefors formülünün burden ve basamak yüksekliği için en büyük değerleri verdiği, Ash formülünün ise Konya'dan daha düşük burden ve basamak yüksekliği değerlerini verdiği görülmüştür.

* Patlayıcı seçiminde ülkemizde üretilen patlayıcılar içinden seçim yapıldığında, Kayaç dayanımı ve su problemi yoksa genelde ANFO ve Pril ANFO önerilmektedir. Seçim tüm dünyada üretilen patlayıcılar içinden yapıldığında ise ANFO'dan önce güçlendirilmiş ANFO karışımları önerilmektedir.

* Kayaç kütle özelliklerinde meydana gelen değişiklik burden üzerinde bir miktar büyüme veya küçülme etkisini göstermektedir.

* Basamak altı delme, burdene ve dolayısıyla delik çapına bağlı olarak değişmektedir. Fakat ülkemizdeki uygulamada iki ayrı delik çapı kullanılan işletmede basamak altı delme yine aynı kalmaktadır.

* Sıkılama boyu da burden ve delik çapına bağlıdır. Uzman sistem farklı iki çap için sıkılamayı farklı olarak hesaplamaktadır. Fakat ülkemizdeki uygulamada bu duruma dikkat edilmemekte, dolayısıyla sıkılama fazla veya az olmaktadır. Bu durum delikteki şarj miktarını da etkilemektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yurdumuzdaki patlayıcı madde uygulamaları incelendiğinde işletmelerimizin birçoğunda bu konuda sorunlar olduğu görülmektedir. Madencilik faaliyetinde patlatma üretiminin başlangıç noktasıdır ve ekonomiklik ile yakından ilgilidir. Bu yüzden patlatma ile ilgili sorunların çözülmesi oldukça önemlidir.

İşletmeler üzerinde yapılan denemelerde görüldüğü gibi PATAS uzman sisteminin yaptığı hesaplama ve seçimler pratikteki uygulamalarla uyum içerisindedir. Arazi uygulamalarındaki sorunlar göz önüne alındığında ise ufak tefek farklılıkların normal olduğu görülür.

Kullanıcının isteğine göre değişik formül ve teoriler ile hesaplama yapabilen PATAS uzman sistemi, mevcut sistemlerdeki kusurların belirlenmesi, yeni bir maden ocağı için tasarım yapılması ve mühendislik eğitiminde başarılı bir şekilde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] CEYLANDOĞLU, A., KAHRİMAN, A., DEMİRCİ, A., "Delme Patlatmanın Önemi, Kullanıldığı Alanlar ve Maden Mühendisliği ile İlgisi, Delme Patlatma Sempozyumu", Ankara, 127-139, (1993).
- [2] LEWIS, R.S., Element of Mining, John Wiley and Son's Inc., New York, p.102-131 (1964).
- [3] MORHARD, R.C., Explosives and Rock Blasting, Field Technical Operations of Atlas Powder Comp., Dallas, (1987).
- [4] BARUTSAN, Dergisi, Ticari Patlayıcı Maddeler ve Seçimi, Nisan, (1994).
- [5] BARUTSAN, Ürün Kataloğu
- [6] KONYA, C.J., WELTER, E.J., Surface Blast Design, Prentice Hall Inc., New Jersey, (1990).
- [7] OLOFSSON, S.O., Applied Explosive Technology For Construction and Mining, Applex, Arla, İsveç, (1990).
- [8] ASH, R.L., The Mechanics of Rock Breakage, Pit and Quarry, (1963).
- [9] ASH, R.L., Design of Blasting Rounds, Surface Mining 2. Edition, Port City Press Inc., Baltimore, (1990).
- [10] GREGORY, C.E., Explosives For North American Engineers, Trans Tech. Publications, Zellerfeld, Almanya (1984).
- [11] LANGEFORS, U., KIHLSSTROM, B., The Modern Technique of Rock Blasting, John Wiley and Son's Inc, Uppsala, İsveç, (1967).
- [12] BAUER, A., CROSBY, W.A., Blasting, Surface Mining 2. Edition, Port City Press Inc., Baltimore, (1990).
- [13] KENNEDY, B.A., Surface Mining, 2. ed., Port City Press Inc., Baltimore (1990).

- [14] PAVETTO, C.S., Surface Mine Blasting, Maclean Hunter Publishing Comp., Chicago(1992).
- [15] PEELE, R., Mining Engineering Hand Book, 3.ed., John Wiley and Son's, New York, (1966).
- [16] TURBAN, E., Expert Systems and Applied Artificial Intelligence, MacMillan, (1992).
- [17] ROLSTON, D.W., Principles of Artificial Intelligence and Expert Systems Development, Mc Graw-Hill Book Comp., New York, (1988).
- [18] FEIGENBAUM, E.A., Survey of Expert System,A.I. A Knowledge-Based Approach, Ed., Firebaugh M.W., PWS-KENT Publishing Comp., Boston (1989).
- [19] ÇELEBİ, N., Madencilik Sektöründe Uzman Sistemler
- [20] ÖZGENOĞLU, A., ÜCAL, A., ŞEVDUR, Sev Stabilitesi Analizi, Mine Planning and Equipment Selection, Paşamehmetoğlu Ed., Balkema Rotherdam, (1994).
- [21] FİDAN, S., Uzman Sistemler ve Proje Yönetim Yazılımı Seçimine Bir Uzman Sistem Yaklaşımı, İ.T.Ü., Doktora Tezi, (1994).
- [22] WINSTON, P.H., PRENDERGAST, K.A., The A I Business, Commercial Use if AI, The MIT Press, Cambridge, London, (1984).
- [23] TAYLOR, W.A., What Every Engineer Should Know About Artificial Intelligence, The MIT Press, London, (1988).
- [24] NASUF, E., YAZICI, S., A Prototype Expert System for Blasting Design, Mine Planning And Equipment Selection 94, Balkema, Rotherdam (1994).
- [25] NASUF, E., YAZICI, S., Tübitak Proje Raporları (1994-95).

E K L E R



EK-A- ANKET FORMLARI

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş. Gör. Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampüsü 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

**PATLAYICI MADDELER İLE KAZI TASARIMI İÇİN BİLGİ TOPLAMA
FORMU**
Yeraltı Madenciligi Bölümü-Sürüm 1.0

1 GENEL BİLGİLER

Kuruluşun Adı:.....
Adres:
Posta Kodu: Şehir:
Santral Tel: Fax:

Personel ile ilgili aşağıdaki bilgiler istenirse verilmeyebilir.

Formu Dolduranın (1) Adı, Soyadı:.....
Ünvanı:
Telefon:
Fax:.....

Formu dolduranın (2) Adı, Soyadı:.....
Ünvanı:
Telefon:
Fax:.....

"Patlayıcı Maddeyle Kazı Tasarımı" ile ilgili bu bilgiler gizli tutulsun mu ? Evet ☐ Hayır ☐
Tarih:.....

2 SAHA HAKKINDA BİLGİLER

GENEL

Bölgede Uygulanan Maden İşletme Metodu: Açık ☐ Açık+Yeraltı ☐ Yeraltı ☐

Yeraltı İşletme Metodunun Uygulandığı Sahanın Adı:.....

Kazı İşinin Cinsi:

Kömür Ocağı Kazıları..... ☐
Cevher Ocağı Kazıları..... ☐ ise Cevherin Adı:
Diğer..... ☐ ise Belirtiniz:

Sahada Uygulanan Yeraltı Maden İşletme Yönteminin Adı:.....
Yeraltı İşletme Yöntemi Dolgulu ☐ Göçertmeli ☐

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş. Gör. Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

Ocak İçine Giriş Nasıl? Kuyu ☐ Desandri ☐ Galeri ☐

Havalandırmada Kullanılan Ventilatorlerin Cinsi Nedir ?

Emici ☐ Üfleici ☐ Emici+Üfleici ☐ Doğal Havalandırma ☐

Ocak Havasının Ortalama Nem İçeriği Yüzdesi'ni Ortalama Bir Değer Olarak Verebilir misiniz ?

%.....

Ocak Havasının Ortalama Sıcaklığı Kaç Derecedir ?°

Sahada Taban Kabarması Olayı Var mı ? Evet ☐ Hayır ☐

Sahada Konverjans Olayı Var mı ? Evet ☐ Hayır ☐

Ocak, Kömür Ocağı ise,

Kömür nasıl kazılıyor ?

Kazma+Kürek ☐ Martopikör ☐ Delme+Patlatma ☐

Kesici+Yükleyici ☐ Diğer ☐ ise belirtiniz.....

Kömürde kendiliğinden yanma olayına rastlanıyor mu ? Evet ☐ Hayır ☐

Ocakta Gaz Ölçümü Yapılıyor mu ?

Evet ☐ Hayır ☐

Evet ise hangi gazlar ölçülüyor ?

Metan ☐ CO ☐ CO₂ ☐ H₂ ☐ H₂S ☐

SO₂ ☐ NO₂ ☐ Diğer ☐ ise belirtiniz

Ocakta Toz Ölçümü Yapılıyor mu?

Evet ☐

Hayır ☐

Evet ise Toz konsantrasyonu < 40 mg/m³ ☐ 40-60 mg/m³ ☐ > 60 mg/m³ ☐

Tozun tane büyüklüğü > 850µ ☐ <850µ ☐

Saha Yakınında Bulunan Yeryüzü Suları Var mı? Irmak, Dere ☐ Göl, Gölet ☐ Deniz ☐

Ocağın Ortalama Su Geliri Ne Kadar?m³/gün

Sahanın 10 km Civarında Yerleşim Yerleri Var mı?

Şehir ☐ Kasaba ☐ Köy ☐ Yok ☐

Sahanın Üzerinde Yerleşim Yerleri Var mı ?

Şehir ☐ Kasaba ☐ Köy ☐ Yok ☐

Saha Üzerinde Tasman (Çökme) Hasarları Oluyor mu ? Evet ☐ Hayır ☐

Evet ise çökmenin miktarı ne kadardır ?.....cm

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

ANA HAZIRLIK GALERİLERİ

Ana Hazırlık (Kat) Galerilerinin Kesit Şekli Nedir?

Atnalı ☐ Kare ☐ Daire ☐ Trapez ☐
Diğer ☐ ise belirtiniz :

Ana Hazırlık (Kat) Galerilerinin Kesit Alanları Ne Kadar?

14 m² ☐ 18 m² ☐ 20 m² ☐ Diğer ☐ ise belirtinizm²

Ana Hazırlık Galerilerinde Pasa Yükleme Hangi Araç İle Yapılıyor?

Önden boşaltmalı yükleyici ☐ Yandan boşaltmalı yükleyici ☐
Kürek ile yükleme ☐ Diğer ☐ ise belirtiniz

Ana Hazırlık Galerilerinde Nakliyat Aşağıdakilerden Hangisi ile Yapılıyor?

Lokomotif ☐ Bant ☐ Monoray ☐ İnsan ☐ Hayvan ☐

Ana Hazırlık Galerilerindeki Günlük Kazı İlerlemesi Kaç Metre?.....m/gün

Ana Hazırlık Galerilerinde Kullanılan Tahkimatın Cinsi Nedir ?

Çelik bağ ☐ TH Geçme bağ ☐ Ağaç tahkimat ☐
Tahkimatsız ☐ Beton ☐
Diğer ☐ ise belirtiniz

TABAN VE TAVAN YOLLARI

Tavan-Taban Yollarının Kesit Şekli Nedir?

Atnalı ☐ Kare ☐ Daire ☐ Trapez ☐
Diğer ☐ ise belirtiniz :

Tavan-Taban Yollarının Kesit Alanları Ne Kadar?

6 m² ☐ 8 m² ☐ 10 m² ☐ Diğer ☐ ise belirtinizm²

Tavan-Taban Yollarında Pasa Yükleme Hangi Araç İle Yapılıyor?

Önden boşaltmalı yükleyici ☐ Yandan boşaltmalı yükleyici ☐
Kürek ile yükleme ☐ Diğer ☐ ise belirtiniz

Tavan-Taban Yollarında Nakliyat Aşağıdaki Nakliyat Türlerinden Hangisi ile Yapılıyor?

Lokomotif ☐ Bant ☐ Monoray ☐ İnsan ☐ Hayvan ☐

Tavan-Taban Yollarındaki Günlük Kazı İlerlemesi Kaç Metre?.....m/gün

Tavan-Taban Yollarında Kullanılan Tahkimatın Cinsi Nedir ?

Çelik bağ ☐ TH Geçme bağ ☐ Ağaç tahkimat ☐
Tahkimatsız ☐ Beton ☐
Diğer ☐ ise belirtiniz

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampüsü 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

3 DELİK DELME VE DELİK DÜZENİ

Aşağıda Bahsedilen Delik Delme Düzenin Yapıldığı Yer

Tavan Taban Yolu ☐ Ana Hazırlık Galerisi ☐ Cevher Kazısı ☐
Diğer ☐ ise belirtiniz.....

Eğer tavan taban yolu, ana hazırlık galerisi gibi ocağın birden fazla bölümünde kazı yapılıyorsa bu formu çoğaltarak her kazı yeri için lütfen ayrı ayrı doldurun.

Orta Çekme Kullanılıyor mu ? Evet ☐ Hayır ☐

Evet ise ortaçekme şekliniz çiziniz ve şekil üzerinde boyutlandırma (açılar,uzunluklar) yapınız ?

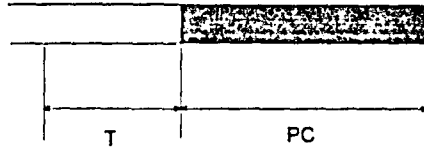
1. Koni Şeklinde Ortaçekmeler

Pramit şeklinde ortaçekme ☐ Meyilli yüzey üzerinde orta çekme ☐
Prizma şeklinde ortaçekme ☐ Yelpaze şeklinde ortaçekme ☐
Üçgen şekilli ortaçekme ☐ Yelpaze ve prizma şeklinde ortaçekme ☐

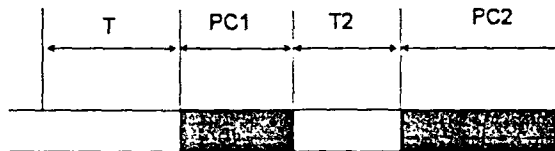
2. Silindirik Şeklinde Ortaçekmeler

Brenner ortaçekmesi ☐ Coromant ortaçekmesi ☐
Geniş çaplı sondaj ile ortaçekme ☐ Kademeli ortaçekme ☐

Aşağıdaki Patlatıcı Madde ve Delik Doldurma Düzenlerinden Şartlarınıza Uygun Olanı Doldurunuz.



a) Tek Kolonlu Şarj



b) İki kolonlu şarj

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampüsü 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

	Ortaçekme	Patlatma delikleri	Tarama delikleri
Tek kolonlu şarj			
Sıkılama Mesafesi, T (m)			
Sıkılama Cinsi			
Patlayıcı Madde Cinsi			
Patlayıcı Madde Miktarı (kg)			
Patlayıcı Kolon Boyu, PC, (m)			
Patlayıcı Yoğunluğu (gr/cm ³)			
Ateşleyicinin cinsi:			
VEYA			
İki kolonlu şarj			
Üst Sıkılama Mesafesi, T, (m)			
Üst Patlayıcı Madde Cinsi			
Üst Patlayıcı Madde Miktarı (kg)			
Üst Patlayıcı Kolon Boyu, PCI, (m)			
Üst Patlayıcı Yoğunluğu (gr/cm ³)			
Ara Sıkılama Mesafesi, T2, (m)			
Ara Sıkılama Cinsi :			
Dip Patlayıcı Madde Cinsi			
Dip Patlayıcı Madde Miktarı, (kg)			
Dip Patlayıcı Kolon Boyu, PC2, (m)			
Dip Patlayıcı Yoğunluğu (gr/cm ³)			
Ateşleyicinin cinsi:			

Şarj düzeniniz bunlardan farklı ise, bu sayfanın arkasına şekil çizerek belirtir misiniz?

Kullanılan Delicinin veya Delicilerin Cinsi Nedir ?

Martoperferatör ☐ Tek bumlu jumbo ☐ Çift bumlu jumbo ☐
Üç bumlu jumbo ☐ Diğer ☐ ise belirtiniz.....

Delik Yerleri Önceden İşaretleniyor mu ? Evet ☐ Hayır ☐

Bir Gündeki Ortalama Atım Sayısı:.....atım/gün

Bir Günde Ortalama Patlatılan Delik Sayısı :.....adet/gün

Delik çapı mm veyainç

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sinan YAZICI, Prof. Dr. Erkan NASUF, Araş. Gör. Hanifi ÇOĞUR, Muh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampüsü 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

Özgül Şarj : gr/m³

Patlayıcı Madde Cinsi ve Yıllık Patlayıcı Madde Sarfıyatı :

..... ton/yıl
..... ton/yıl
..... ton/yıl

Yıllık Patlayıcı Madde Sarfıyatı adet/yıl

Aşağıdaki Ateşleme Sistemlerinden Hangisini Kullanıyorsunuz ?

Manyeto + kapsül ☐
Manyeto + mili saniyeli kapsül ☐
Manyeto + kapsül + infilaklı fitil ☐
Manyeto + mili saniyeli kapsül + infilaklı fitil ☐
Diğer ☐ ise açıklayın.....

Delikler Arası Gecikme Ne Kadar ?.....

Delikler Doldurulduktan Sonra Ateşlemeye Kadar Ne Kadar Süre Geçiyor ?

Anında (10-15 dakika) ☐ 1-2 Saat ☐ 2-24 saat ☐ 1 günden fazla ☐

5 FORMASYON

Formasyonun İsmi :

Kazısı Yapılan Kayacın veya Kayaçların İsmi :

Ayrışma Durumu Az ☐ Orta ☐ Fazla ☐ Çok fazla ☐

Kil Durumu Patlatmanın şokunu yutan bir killi yapı var ☐
Patlatmayı etkilemeyen kil var ☐
Kil hiç yok ☐

Kayacın veya Kayaçların Ortalama Dayanımı (Tek Eksenli Basınç Dayanımı):

Pek çok kuvvetli (> 200 MPa)	veya (> 2000 kg/cm ²)	ör. diabaz	☐
Çok kuvvetli (200-100 MPa)	veya (2000-1000 kg/cm ²)	ör. granit	☐
Kuvvetli (100-50 MPa)	veya (1000-500 kg/cm ²)	ör. kumtaşı	☐
Orta kuvvetli (50-10 MPa)	veya (500-100 kg/cm ²)	ör. beton	☐
Orta zayıf (10-5 MPa)	veya (100-50 kg/cm ²)	ör. kireçtaşı	☐
Zayıf (<5 MPa)	veya (<50 kg/cm ²)	ör. sert zemin	☐

Kayacın Tek Eksenli Basınç Dayanımından Başka Bir Dayanım Değeri Ölçülmüş ise :

Dayanım Testinin Adı (Çekme, Kesme, Schmidt Çekici vs) :
Dayanım Değeri :

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

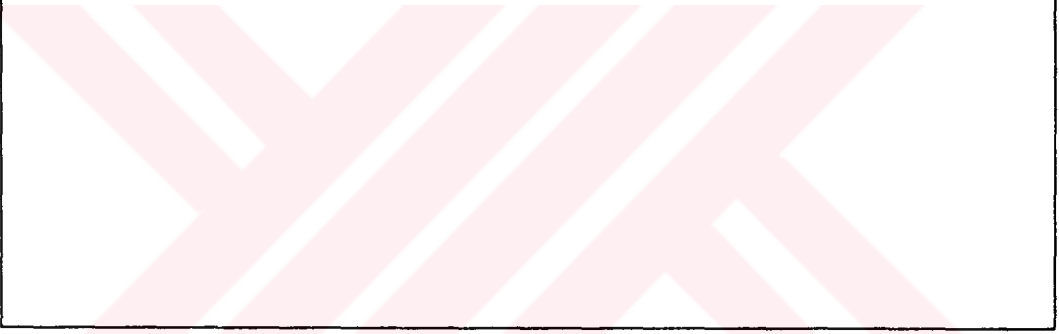
Kaya Sınıflaması Yapıldıysa, Kaya Sınıfı Nedir?

RQD RMR.....
Barton-Q Diğer.....

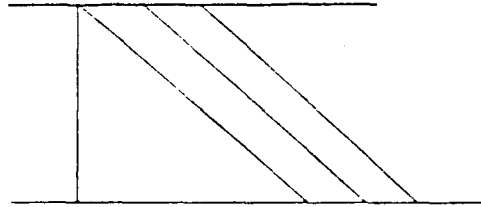
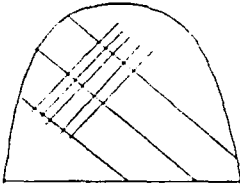
Kaya Kütlesi Kırıklığı, Genel Olarak Aşağıdakilerden Hangisi ile Tarif Edilebilir ?
(Birden Fazla Cevap Verebilirsiniz.)

Çatlaksız - masif	☐	Bir çatlak düzlemi	☐
İki çatlak düzlemi	☐	İkiden fazla çatlak düzlemi	☐
Çatlak düzlemleri ve düz yataklanma	☐	Düz yataklanma	☐
Çamurlu (killi) çatlaklar	☐	Su içeren tabakalar	☐
Sağlam dolgulu (kalsit, vs) çatlaklar	☐	Karstik boşluklar	☐
Homojen arın	☐	Heterojen arın	☐

Lütfen arının yapısal durumunu gösteren basit bir kesitini, aşağıdaki örnek şeklindeki gibi çiziniz.



Örnek Şekil:



Kaya Kütlesi Çatlaklı ise Aşağıdaki Gibi Sınıflandırılabilir.

Bloklı - Çatlaklar arası 1 metreden büyük..... ☐
Kırılmış - Çatlaklar arası 0.3 metre ile 1 metre arası ☐
Parçalanmış - Çatlaklar arası 0.3 metreden küçük ☐

Su Geliri Aşağıdaki Gibi Sınıflandırılabilir.

Patlatma delikleri su ile doluyor ☐
Delik diplerinde su gözüküyor ☐
Delik içi ıslak ☐
Delik kuru..... ☐

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR, Müh. Orhan COŞKUN
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 02/03/94

6 PATLATMA SONUÇLARI

Kazı Sonrası Parçalanma Durumu Nedir? (Birden Fazla Cevap Verebilirsiniz.)

- Tatminkar ☐ Tatminkar değil ☐
Çok ince parçalar (fazla ufalanma) var ☐
Nakliyat sistemine uygun olmayan büyük parçalar oluşuyor ☐
Tatminkar parçalanma var, fakat büyük bloklar da ortaya çıkıyor ☐

Bir Atımdaki Kazının Ne Kadarı Pasa Olarak Aynanın Önünde Yığılıyor?

- % 40-60 ☐ % 60-80 ☐ % 80 üstü ☐

Yeni Açılan Galeri Cıdarında Hasar Var mı ?

- Yok ☐ Çatlaklı ☐ Derin çatlaklar ve kazı sonrası göçme ☐

Patlamamış Delik Problemi Var mı ?

- Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

Delğin Püskürmesi Problemi Var mı?

- Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

Patlama Sırasında Fırlayan Pasa Eski Arından Ne Kadar Uzağa Düşüyor ?

- En fazla 5 m ☐ En fazla 10 m ☐ Diğer ☐ ise Belirtiniz

Patlatma Sonucu Oluşan Yer Titreşimleri Ölçüldü mü ? Evet ☐ Hayır ☐

Evet ise ortalama değerler verebilir misiniz ?.....

Hayır ise sizce patlatmanın yer titreşimleri Normal ☐ Çok şiddetli ☐

Patlatma Sonucu Oluşan Toz Ölçüldü mü ? Evet ☐ Hayır ☐

Evet ise ortalama değerler verebilir misiniz ?.....

Hayır ise sizce toz miktarı Normal ☐ Çok şiddetli ☐

Patlatmalardan Sonra Ocağın Diğer Bir Kısımında Göçme Olayına Rastlandı mı?

- Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

NOT: Sorular Hakkında Daha Detaylı Açıklama Yapmak Gerekliyorsa Lütfen Gerekenleri Yazınız.

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLGİN, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03/03/94

**PATLAYICI MADDELER İLE KAZI TASARIMI İÇİN BİLGİ TOPLAMA
FORMU**
Basamak Kazısı Bölümü - Sürüm 1.1

1 GENEL BİLGİLER

Kuruluşun Adı:.....
Adres:
Posta Kodu: Şehir:
Santral Tel: Fax:

Personel ile ilgili aşağıdaki bilgiler istenirse verilmeyebilir.

Formu Dolduranın (1) Adı, Soyadı:.....
Ünvanı:
Telefon:
Fax:

Formu dolduranın (2) Adı, Soyadı:.....
Ünvanı:
Telefon:
Fax:

"Patlayıcı Maddeyle Kazı Tasarımı" ile ilgili bu bilgiler gizli tutulsun mu ? Evet ☐ Hayır ☐
Tarih:.....

2 SAHA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bolgede Uygulanan Maden İşletme Metodu: Açık ☐ Açık+Yeraltı ☐ Yeraltı ☐

Açık İşletme Metodunun Uygulandığı Sahanın Adı:.....

Kazı İşinin Cinsi:

Kömür Üstü Dekapaj Kazısı (Yükleme Ekskavatör ile) ☐
Kömür Üstü Dekapaj Kazısı (Yükleme Draglayn ile) ☐
Kömür Gevşetme Kazısı ☐
Cevher Üstü Dekapaj Kazısı ☐
Cevher Kazısı ☐
Taş Ocağı Kazısı ☐
Karayolu Açma Kazısı ☐
Diğer ☐
Diğer ise Açıklayın ☐

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLGİN, Araş. Gör. Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03/03/94

İklim şartları:

Yazları Sıcaklık	: Çok sıcak ($>30^{\circ}\text{C}$)	☐	Orta Sıcak ($30-15^{\circ}\text{C}$)	☐	Az Sıcak ($<15^{\circ}\text{C}$)	☐
Kışları Sıcaklık	: Çok soğuk ($<-10^{\circ}\text{C}$)	☐	Orta Soğuk ($-10+10^{\circ}\text{C}$)	☐	Ilık	☐
Yazları Yağmur	: Sık Sık Yağmurlu	☐	Arasıra Yağmurlu	☐	Kurak	☐
Kışları Yağmur	: Sık Sık Yağmurlu	☐	Arasıra Yağmurlu	☐	Kurak	☐
Kışları Kar	: Tamamen Karla Kaplı	☐	Arasıra Karla Kaplı	☐	Kar Yok	☐

Saha Yakınında Bulunan Yeryüzü Suları Var mı? Irmak, Dere ☐ Göl, Gölet ☐ Deniz ☐

Ocağa Su Geliri (Yağışlardan, Irmaklardan vs.) Ne Kadar?m³/gün

Sahanın 10 km Civarında Yerleşim Yerleri Var mı?

Şehir ☐ Kasaba ☐ Köy ☐ Yok ☐

Örtü Tabakasının Üst Toprağı Tarım Yapmaya Elverişli mi(ydı)? Evet ☐ Hayır ☐

Örtü Tabakasının Üzeri Ormanlık mı(ydı)? Evet ☐ Hayır ☐

Evet ise Ne Tür Ağaçlar Var(dı)?

3 KÖMÜR VEYA CEVHER DEKAPAJINDA DELİK DÜZENİ

Sembollerin anlamı için lütfen Şekil 1'e bakınız.

Delici Makine Adı, Cinsi, Tipi, v.b.

Delikler Eğimli ☐ Eğimsiz ☐

Delik Düzeni Düz (Şekil.1.b) ☐ Şeşbeş (Şekil.1.c) ☐

Delik Yerleri Önceden İşaretleniyor mu?Evet ☐ Hayır ☐

Bir Deliğin Ortalama Uzunluğu (L1) : m

Bir Gündeki Ortalama Atım Sayısı : atım/gün

Bir Günde Ortalama Patlatılan Delik Sayısı : adet/gün

Delik çapı (D) : mm veya inç

Delik ile Şev Yüzeyi Arasındaki Mesafe (V) : m

Basamak Şev Açısı (α) : °

Genel Şev Açısı : °

Delikler Arası Mesafe (S) : m

Sıralar Arası Mesafe (S1) : m

Basamak Yüksekliği (L) : m

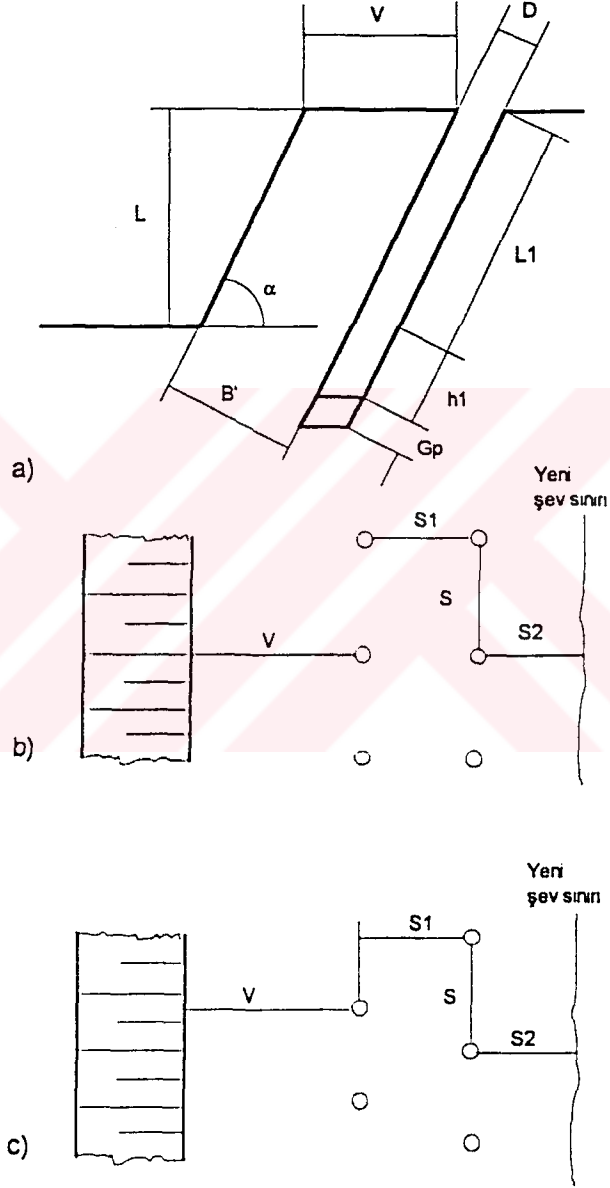
Basamak Altı Delik Uzunluğu (h1) : m

Arka Delikler ile Yeni Şev Sınırı Mesafesi (Çatlama Mesafesi)(S2).....m

Göçük Payı Veriyor musunuz (Gp) ? Evet ☐ Hayır ☐ Evet ise kaç metre?m

NOT: Delikler Su ile Dolu Olduğu Zamanlar Dekapajdaki Delik Düzeninde Herhangi Bir Değişiklik Yapılıyorsa, İkinci Sayfadakine Benzer Şekilde Arka Sayfaya Belirtmişsiniz?

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BILGIN, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03.03/94



Şekil 1: Delik Düzeni

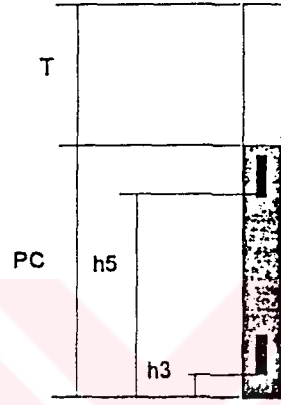
a) Kesit Görünüş, b) Plan Görünüş (Düz Delik Düzeni)
c) Plan Görünüş (Şeşbeş Delik Düzeni)

T

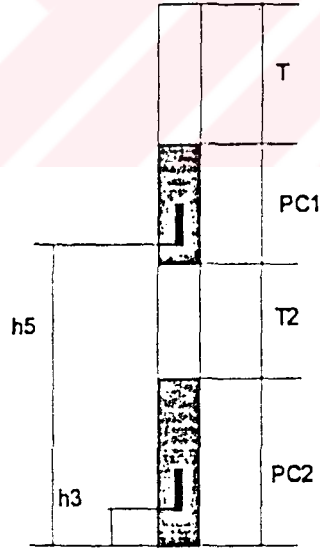
Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLGIN, Araç Gör. İlhan ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03/03/94

4 DEKAPAJDA PATLAYICI MADDE UYGULAMASI

Aşağıdaki Patlatıcı Madde ve Delik Doldurma Düzenlerinden Şartlarınıza Uygun Olanı Doldurunuz.



a) Arasıkılamasız Çift Yemleme



b) Arasıkılamalı Çift Yemleme

Sıkılama Mesafesi (T) :m
Sıkılama Cinsi :

Patlayıcı Madde Cinsi :
Patlayıcı Madde Miktarı : kg
Patlayıcı Kolon Boyu (PC) :m
Patlayıcı Yoğunluğu :(gr/cm³)

Üst Yemleme Cinsi :
Üst Yemleme Miktarı :kg
Üst Yemleme Yüksekliği (h5) :m

Dip Yemleme Cinsi :
Dip Yemleme Miktarı :kg
Dip Yemleme Yüksekliği (h3) :m

Üst Sıkılama Mesafesi (T) :
Üst Sıkılama Cinsi :

Üst Patlayıcı Madde Cinsi :
Üst Patlayıcı Madde Miktarı : kg
Üst Patlayıcı Kolon Boyu (PC1) :m
Üst Patlayıcı Yoğunluğu :(gr/cm³)

Üst Yemleme Cinsi :
Üst Yemleme Miktarı :kg
Üst Yemleme Yüksekliği (h5) :m

Ara Sıkılama Mesafesi (T2) :m
Ara Sıkılama Cinsi :

Dip Patlayıcı Madde Cinsi :
Dip Patlayıcı Madde Miktarı : kg
Dip Patlayıcı Kolon Boyu (PC2) :m
Dip Patlayıcı Yoğunluğu :(gr/cm³)

Dip Yemleme Cinsi :
Dip Yemleme Miktarı :kg
Dip Yemleme Yüksekliği (h3) :m

NOT: Şarj düzeniniz bunlardan farklı ise, bu sayfanın arkasına şekil çizerek belirtir misiniz?

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLGİN, Araş.Gör.Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03/03/94

Toplam Yıllık Dekapaj : m³
Patlayıcı Madde ile Yapılan Dekapaj : m³
Patlayıcı Madde Kullanmadan Yapılan Dekapaj : m³
Özgül Şarj : gr/m³
Yıllık ANFO veya Diğer Patlayıcı Madde Sarfıyatı : ton/yıl
Yıllık Dinamit Sarfıyatı : ton/yıl
Yıllık Kapsül Sarfıyatı : adet/yıl

ANFO kullanıyorsanız :

ANFO'yu naylon torba içine koyuyor musunuz ? Evet ☐ Hayır ☐
ANFO'yu mazot ile karıştırıyor musunuz? Evet ☐ Hayır ☐
Evet'se mazot yüzdesi nedir? %.....
ANFO'yu mazot ile arazide mi karıştırıyorsunuz ? Evet ☐ Hayır ☐
ANFO'yu delik içinde sıkılıyor musunuz ? Evet ☐ Hayır ☐
ANFO'ya metal tozu katıyor musunuz ? Evet ☐ Hayır ☐
Evet'se hangi metal ?
Metal yüzdesi nedir? %.....

Aşağıdaki Ateşleme Sistemlerinden Hangisini Kullanıyorsunuz ?

Manyeto + kapsül ☐
Manyeto + mili saniyeli kapsül ☐
Manyeto + kapsül + infilaklı fitil ☐
Manyeto + mili saniyeli kapsül + infilaklı fitil ☐
Diğer ☐ ise açıklayın.....

Delikler Arası Gecikme Ne Kadar ?

Delikler Doldurulduktan Sonra Ateşlemeye Kadar Ne Kadar Süre Geçiyor ?

Anında (10-15 dakika) ☐ 1-2 Saat ☐ 2-24 saat ☐ 1 günden fazla ☐

Delik ve ateşleme sırasının plan görünüşünü aşağıdaki boşluğa çizebilir misiniz ?

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLGİN, Araş. Gör. Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampüsü 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03.03/94

5 FORMASYON

Formasyonun İsmi :

Dekapajı Yapılan Kayacın veya Kayaçların İsmi :

Ayrışma Durumu Az ☐ Orta ☐ Fazla ☐ Çok fazla ☐

Kil Durumu Patlatmanın şokunu yutan bir killi yapı var ☐
Patlatmayı etkilemeyen kil var ☐
Kil hiç yok ☐

Kayacın veya Kayaçların Ortalama Dayanımı (Tek Eksenli Basınç Dayanımı):

Pek çok kuvvetli	(> 200 MPa)	veya	(> 2000 kg/cm ²)	ör.	diabaz	☐
Çok kuvvetli	(200-100 MPa)	veya	(2000-1000 kg/cm ²)	ör.	granit	☐
Kuvvetli	(100-50 MPa)	veya	(1000-500 kg/cm ²)	ör.	kumtaşı	☐
Orta kuvvetli	(50-10 MPa)	veya	(500-100 kg/cm ²)	ör.	beton	☐
Orta zayıf	(10-5 MPa)	veya	(100-50 kg/cm ²)	ör.	kireçtaşı	☐
Zayıf	(<5 MPa)	veya	(<50 kg/cm ²)	ör.	sert zemin	☐

Kayacın Tek Eksenli Basınç Dayanımından Başka Bir Dayanım Değeri Ölçülmüş ise :
Dayanım Testinin Adı (Çekme, Kesme, Schmidt Çekici vs) :
Dayanım Değeri :

Kaya Sınıflaması Yapıldıysa, Kaya Sınıfı Nedir?

RQD RMR.....
Barton-Q Diğer.....

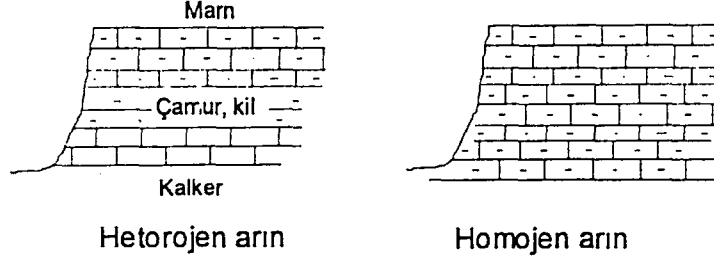
Kaya Kütlesi Kırıklığı, Genel Olarak Aşağıdakilerden Hangisi ile Tarif Edilebilir ?
(Birden Fazla Cevap Verebilirsiniz.)

Çatlaksız - masif	☐	Bir çatlak düzlemi	☐
İki çatlak düzlemi	☐	İkiden fazla çatlak düzlemi	☐
Çatlak düzlemleri ve düz yataklanma	☐	Düz yataklanma	☐
Çamurlu (killi) çatlaklar	☐	Su içeren tabakalar	☐
Sağlam dolgu (kalsit, vs) çatlaklar	☐	Karstik boşluklar	☐
Homojen arın	☐	Heterojen arın	☐

Lütfen arının yapısal durumunu gösteren basit bir kesitini, aşağıdaki örnek şekildeki gibi çiziniz.

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLGİN, Araş. Gör. Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampusu 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03.03.94

Örnek Şekil:



Kaya Kütlesi Çatlaklı ise Aşağıdaki Gibi Sınıflandırılabilir.

- Bloklu - Çatlaklar arası 1 metreden büyük..... ☐
Kırılmış - Çatlaklar arası 0.3 metre ile 1 metre arası ☐
Parçalanmış - Çatlaklar arası 0.3 metreden küçük ☐

Su Geliri Aşağıdaki Gibi Sınıflandırılabilir.

- Patlatma delikleri su ile doluyor ☐
Delik diplerinde su gözüküyor ☐
Delik içi ıslak ☐
Delik kuru..... ☐

6 PATLATMA SONUÇLARI VE ÇEVRE KONTROLÜ

Kazı Sonrası Parçalanma Durumu Nedir? (Birden Fazla Cevap Verebilirsiniz.)

- Tatminkar ☐ Tatminkar değil ☐
Çok ince parçalar (fazla ufalanma) var ☐
Büyük bloklar sonucu patarlama gerekiyor ☐
Ekskavator pasayı yükledikten sonra, çatlamış basamak arkasını kazmak zorunda kalıyor. ☐
Tatminkar parçalanma var, fakat büyük bloklar da ortaya çıkıyor ☐

Bir Atımdaki Kazının Ne Kadarı Pasa Olarak Aynanın Önünde Yığılıyor?

- % 40-60 ☐ % 60-80 ☐ % 80 üstü ☐

Tırnak Kalıyor mu ? Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

Yeni Şev Yüzeyinde Hasar Var mı ?

- Yok ☐ Çatlaklı ☐ Derin çatlaklar ve kazı sonrası göçme ☐

Basamak Üzerinde Kraterler Var mı ? Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

Patlamamış Delik Problemi Var mı ? Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

Fora (Delğin Püskürmesi) Problemi Var mı?

- Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Hiç kalmıyor ☐

Hazırlayanlar: Yard. Doç. Dr. Sina YAZICI, Prof. Dr. Erkin NASUF, Prof. Dr. Nuh BİLİGİLİN, Araş. Gör. Hanifi ÇOPUR
Adres: İTÜ Maden Fakültesi - Maden Müh. Bölümü, İTÜ Kampüsü 80626 Maslak / İstanbul
Tel: 212 285 6243 Fax: 212 285 6531 Tarih: 03.03.94

Patlama Sırasında Fırlayan Taşlar Eski Basamaktan Ne Kadar Uzağa Düşüyor ?
10-20 m ☐ 20-30 m ☐ 30-40 m ☐ 40 metreden fazla ☐

Patlama Sonucu Çıkan Gürültü Ölçüldü mü? Evet ☐ Hayır ☐
Evet ise ortalama bir değer verebilir misiniz ?
Hayır ise sizce patlatmanın gürültüsü Normal ☐ Şiddetli ☐ Çok Şiddetli ☐

Patlatma Sonucu Oluşan Yer Titreşimleri Ölçüldü mü ? Evet ☐ Hayır ☐
Evet ise ortalama bir değer verebilir misiniz ?
Hayır ise sizce titreşimler Normal ☐ Şiddetli ☐ Çok Şiddetli ☐

Patlatma Sonucu Oluşan Hava Şoku Ölçüldü mü ? Evet ☐ Hayır ☐
Evet ise ortalama bir değer verebilir misiniz ?
Hayır ise sizce hava şoku Normal ☐ Şiddetli ☐ Çok Şiddetli ☐

Patlatma Sonucu Oluşan Toz Ölçüldü mü ? Evet ☐ Hayır ☐
Evet ise ortalama bir değer verebilir misiniz ?
Hayır ise sizce toz miktarı Normal ☐ Şiddetli ☐ Çok Şiddetli ☐

Patlatmalardan Sonra Ocağın Diğer Bir Kısımında Heyelan Oluyor mu?
Sık sık ☐ Arasına ☐ Nadiren ☐ Olmuyor ☐

NOT: Sorular Hakkında Daha Detaylı Açıklama Yapmak Gerekliyorsa Lütfen Gerekenleri Yazınız.

EK-B- UZMAN SİSTEM ÇIKTILARI

Kayaç ismi= serpantin
Kayacın basınc dayanımı (MPa)= 50
Kayaçın kategorik dayanımı= kuvvetli

KAYACIN KABUL EDİLEN DAYANIMI= kuvvetli
KAYACIN YOGUNLUĞU= 2.35
STATİK ELAS. MOD. (MPa)= 13170
DİNAMİK ELAS. MOD. (MPa)= 13783
UZUN. DALGA HIZI (m/sn)= 8306

Kayac kütlesi çatlaklılığı - RQD= . iyi
Çatlakların durumu= şeve doğru belli bir meyil yok

Kd KATSAYISI= 1
Ks KATSAYISI= 1.0375
UZUNLAMASINA HIZ (m/sn)= 6956

İş yerinin ismi= divriği
İşin cinsi= dekapaj
Minimum hava sıcaklığı (C°)= 30
Yağmur durumu= kurak
Delik içinde bekleme=..... 1-2 saat
Şehire uzaklık (m)= 4999
Elektrik akımı tehlikesi= HAYIR
Aşırı su geliri var mı ?= HAYIR
Deliklerin ortalama sapması (m)= .. 0.3

KESTİRİLEN NORMAL SU DURUMU= kuru
PATLAMA YERİ BULUTLU MU?= HAYIR

PATLAYICI KUVVETİ= kuvvetli
SUYA DİRENÇ= zayıf
DUMAN KAREKTERİ= kotu
EMNİYETLİLİK= H
MİNİMUM KULLANMA SICAKLIĞI (C°)= .. 30
MİNİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)= 59
MAXİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)= 240
YAPIMI= Türkiye
ANA KULLANIM ALANI= kazi

Delik çapı (mm)= 194
Basamak yüksekliği (m)= 12

KABUL EDİLEN BASAMAK YÜK. (m)= 12
PATLAYICI YOGUNLUĞU= 0.80
KAYAÇ YOGUNLUĞU= 2.35
Kd KATSAYISI= 1
Ks KATSAYISI= 1.04
GBK= 100.0
BURDEN formülü Burdeni kullanıcı girsin
KESTİRİLMİŞ BURDEN 4
DELİK ALTI DELME (m)= 1.5
SIKILAMA BOYU 1 (m)= 5
SIKILAMA BOYU 2 (m)= 0

L/B ORANI=	3
DELİK EĞİMİ=	90
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 1 (m)=	7
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 2 (m)=	0
GÖÇÜK PAYI (m)=	0.18
DELİK BOYU (m)=	13.68
BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)=	12.7
BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)=	12.7
YEMLEME SAYISI=	1
DELİK BAŞINDAN 1. YEMİN YERİ (m)=	12.18
DELİK BAŞINDAN 2. YEMİN YERİ (m)=	FALSE
1. YEM MİKTARI (kg)=	1.80
2. YEM MİKTARI (kg)=	0
AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK=	EVET
ZAMANLAMA DOĞRULUĞU=	kotu
GAZ PATLAMASINA KARŞI EMNİYET=	HAYIR
ELEKTRİK AKIMINA EMNİYET=	az
GÜRÜLTÜ ÇIKARMAYA MÜSADE =	EVET
ZAMANLAMA CİNSİ=	mili saniyeli
YAPIMI=	Turkiye
Alanın eni (m)=	11
Alanın boyu (m)=	40
DELİKLER ARASI MESAFE (m)=	6.7
İSTENEN PARÇALANMA DURUMU=	normal
PARÇALANMA KATSAYISI Kp=	1
AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK=	EVET
SARSINTI YARATMA=	pek çok
GECİKME DURUMU=	anında
ARIN ÖZELLİĞİ=	duz arın
YIĞIN YERİ=	yerinde
SIRA SAYISI=	2
DELİK ÇAPI (mm)=	194
BASMAK YÜKSEKLİĞİ (m)=	12
DELİK EĞİMİ=	90
SIKILAMA BOYU 1 (m)=	5
SIKILAMA BOYU 2 (m)=	0
DELİK ALTI DELME (m)=	1.5
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 1 (m)=	8.5
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 2 (m)=	0
GÖÇÜK PAYI (m)=	0.18
DELİK BOYU (m)=	13.68
BURDEN (m)=	4
DELİKLER ARASI MESAFE (m)=	4
SIRALAR ARASI MESAFE (m)=	4
ARKA MESAFE (m)=	2
DELİKLER ARASI MESAFE 2 (m)=	6.7
PATLATMA YERİ BOYU (m)=	40

PATLATMA YERİ ENİ (m)=	11
KOLON SAYISI=	10
SIRA SAYISI=	2
DELİK SAYISI=	20
DÜZELTİLMİŞ EN (m)=	10
DÜZELTİLMİŞ BOY (m)=	44.7
AÇILAN BASAMAK YÜKSEKLİĞİ (m)=	12
HACİMSEL PASA MİKTARI (m3)=	5364
KAYAÇ YOĞUNLUĞU=	2.4
PASA MİKTARI (kg)=	12614969.4
PASA MİKTARI (ton)=	12615
ŞARJ HACMİ (m3) 1=	0.251
ŞARJ HACMİ (m3) 2=	0
ŞARJ HACMİ (m3) 1+2=	0.251
YEM MİKTARI 1 (kg)=	1.82
YEM MİKTARI 2 (kg)=	0
YEM HACMİ 1 (m3)=	0.00122
YEM HACMİ 2 (m3)=	0
YEM MİKTARI 1+2 (kg)=	1.82
YEM HACMİ 1+2 (m3)=	0.00122
PAT MİKTARI 1 (kg)=	200.03
PAT MİKTARI 2 (kg)=	0
PAT HACMİ 1 (m3)=	0.25
PAT HACMİ 2 (m3)=	0
PAT MİKTARI 1+2 (kg)=	200.03
PAT HACMİ 1+2 (m3)=	0.25
SIKILAMA MİKTARI 1 (kg)=	0.369
SIKILAMA MİKTARI 2 (kg)=	0
SIKILAMA HACMİ 1 (m3)=	0.1478
SIKILAMA HACMİ 2 (m3)=	0
SIKILAMA MİKTARI 1+2 (kg)=	0.369
SIKILAMA HACMİ 1+2 (m3)=	0.1478
SIKILAMA BOYUTU (mm)=	10
TOPLAM PATLAYICI HACMİ (m3)=	5
TOPLAM PATLAYICI MİKTARI (kg)=	4000.6
TOPLAM YEM HACMİ (kg)=	0.02431
TOPLAM YEM MİKTARI (kg)=	36.5
TOPLAM PATLAYICI ENERJİSİ (MJ)= ...	9305.4
TOPLAM YEMLEME ENERJİSİ (MJ)=	107.9
TOPLAM ENERJİ (MJ)=	9413.3
PATLAYICI / PASA (kg/m3)=	0.746
PATLAYICI / PASA (kg/ton)=	0.317
PASA / DELİK SAYISI (m3)=	268.2
PASA / DELİK SAYISI (ton)=	630.748
YEMLEME / PASA (kg/m3)=	0.0068

YEMLEME / PASA (kg/ton)=	0.00289
PATLAYICI / YEMLEME (kg/kg)=	109.72
PATLAYICI / YEMLEME (MJ/MJ)=	86.22
SPESİFİK ENERJİ (MJ/ton)=	0.75
SPESİFİK ENERJİ (MJ/m3)=	1.75
ORTALAMA BOYUT (cm)=	24.95
UNİFORMLUK İNDEKSİ, n =	1.38
Xc (cm) =	32.55
AYNI ANDA PAT. MAX. DEL. SAY=	10
MAKSİMUM ŞARJ (kg)=	2000.31
BURDEN/DELİK ÇAPI=	20.62
BURDEN/DELİK ALTI DELME=	2.67
BURDEN/SIKILAMA=	0.8
BURDEN/DELİKLER ARASI=	0.6
BASAMAK/DELİK ALTI=	8
BASAMAK/SIKILAMA=	2.4

SEÇİLMİŞ PATLAYICININ ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik ANFO bulk
Firma adı:	-
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	ANFO
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	H
Detonasyon hızı (m/sn):	4400
Yoğunluk:	0.80
Göreceli: (ANFO) Bulk kuvveti (yüzde)	100.0
Kuvvet kategorisi (1-5):	2
Suya direnç kategorisi (1-5):	1
Donmaya karşı direnci:	-99
Duman karakteri (1-3):	-
Depolama ömrü (ay):	99
Genel ateşleyici:	yemleme
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Yemlemenin GBK'sı:	-
Booster ağırlığı:	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	E
Çapı ve boyu (mm):	-

Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Alındığı kaynak: 0
Alındığı kaynak: 0
99 veya -99 rakkamı değeri bilinmeyen özellik yerine yazılmıştır

SECİLMİŞ YEMLEMENİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jelatinit dinamit
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	jelatin dinamit
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	E
Detonasyon hızı (m/sn):	6200
Yoğunluk:	1.50
Göreceli (ANFO) Bulk kuvveti (yüzde):	238.6
Kuvvet kategorisi (1-5):	4
Suya direnç kategorisi (1-5):	2
Donmaya karşı direnci:	-20
Duman karakteri (1-3):	2
Depolama ömrü:	6
Genel ateşleyici:	kapsul
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ateşleyici :	-
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	yeralti
Kullanım alanı:	on kesme son kesme
Kullanım alanı:	tunel
Ambalajı:	kagit kartus
Ambalajı:	karton boru
Ambalajı:	plastik boru
Ambalajı:	naylon torba
Ambalajı:	plastik tup
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	H
Çap1 ve boyu (mm):	istege bagli
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Alındığı kaynak:	1729
Alındığı kaynak:	1730

SECİLMİŞ ATEŞLEYİCİNİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik Mili Saniyeli Kapsul
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	elektirikli MS kapsul
Baz şarj:	-
Gürültü:	2
Grizuya karşı emniyet:	HAYIR
Açık işletmeye uygunluk:	EVET
Çekme direnci:	-
Zamanlama:	mili saniyeli
Doğruluk:	1
Suya direnç:	-
Kordon uzunluğu (m):	-
Gecikmenin bulunduğu yer:	kapsul
Kapsülün bağlandığı eleman:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delik içi iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delikler arası iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Gecikme sayısı:	0
Gecikme (ms):	-
Kullanım 1:	acik
Kullanım 2:	basamak kazisi
Kullanım 3:	infaat
Kullanım 4:	acik komur isletmesi
Kullanım 5:	-

Kayaç ismi=	Kireç taşı
Kayacın basınc dayanımı (MPa)=	80
Kayaçın kategorik dayanımı=	kuvvetli
KAYACIN KABUL EDİLEN DAYANIMI=	kuvvetli
KAYACIN YOGUNLUĞU=	2.43
STATİK ELAS. MOD. (MPa)=	21072
DİNAMİK ELAS. MOD.(MPa)=	22053
UZUN. DALGA HIZI (m/sn)=	10330
Kayac kütlesi çatlaklılığı - RQD= .	iyi
Çatlakların durumu=	şeve doğru belli bir meyil yok
Kd KATSAYISI=	1
Ks KATSAYISI=	1.0375
UZUNLAMASINA HIZ (m/sn)=	8651
İş yerinin ismi=	Seydişehir
İşin cinsi=	dekapaj
Minimum hava sıcaklığı (C°)=	20
Yağmur durumu=	kurak
Delik içinde bekleme=.....	anında
Şehire uzaklık (m)=	4999
Elektrik akımı tehlikesi=	HAYIR
Aşırı su geliri var mı ?=	HAYIR
Deliklerin ortalama sapması (m)= ..	0.5
KESTİRİLEN NORMAL SU DURUMU=	kuru
PATLAMA YERİ BULUTLU MU?=	HAYIR
PATLAYICI KUVVETİ=	kuvvetli
SUYA DİRENÇ=	zayıf
DUMAN KAREKTERİ=	kotu
EMNİYETLİLİK=	H
MİNİMUM KULLANMA SICAKLIĞI (C°)= ..	20
MİNİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)=	59
MAXİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)=	240
YAPIMI=	Her hangi bir ülke
ANA KULLANIM ALANI=	kazi
Delik çapı (mm)=	165
Basamak yüksekliği (m)=	13
KABUL EDİLEN BASAMAK YÜK. (m)=	13
PATLAYICI YOGUNLUĞU=	0.80
KAYAÇ YOGUNLUĞU=	2.43
Kd KATSAYISI=	1
Ks KATSAYISI=	1.04
GBK=	100.0
BURDEN formülü	Konya formülü
KESTİRİLMİŞ BURDEN	4.69
DELİK ALTI DELME (m)=	1.41
SIKILAMA BOYU 1 (m)=	3.28
SIKILAMA BOYU 2 (m)=	0

L/B ORANI= 2.77
DELİK EĞİMİ= 90
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 1 (m)= 9.7
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 2 (m)= 0
GÖÇÜK PAYI (m)= 0.2
DELİK BOYU (m)= 14.6
BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)= 11.9

BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)= 11.9
YEMLEME SAYISI= 1
DELİK BAŞINDAN 1. YEMİN YERİ (m)= . 13.2
DELİK BAŞINDAN 2. YEMİN YERİ (m)= . FALSE
1. YEM MİKTARI (kg)= 2.1
2. YEM MİKTARI (kg)= 0

AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK= EVET
ZAMANLAMA DOĞRULUĞU= kotu
GAZ PATLAMASINA KARŞI EMNİYET= HAYIR
ELEKTRİK AKIMINA EMNİYET= az
GÜRÜLTÜ ÇIKARMAYA MÜSADE = EVET
ZAMANLAMA CİNSİ= mili saniyeli
YAPIMI= NULL

Alanın eni (m)= 12
Alanın boyu (m)= 36

DELİKLER ARASI MESAFE (m)= 5
İSTENEN PARÇALANMA DURUMU= normal
PARÇALANMA KATSAYISI Kp= 1
AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK= EVET
SARSINTI YARATMA= pek çok
GECİKME DURUMU= anında
ARIN ÖZELLİĞİ= duz arin
YIĞIN YERİ= on
SIRA SAYISI= 2

DELİK ÇAPI (mm)= 165
BASMAK YÜKSEKLİĞİ (m)= 13
DELİK EĞİMİ= 90
SIKILAMA BOYU 1 (m)= 3.28
SIKILAMA BOYU 2 (m)= 0
DELİK ALTI DELME (m)= 1.41
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 1 (m)= 11.1
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 2 (m)= 0
GÖÇÜK PAYI (m)= 0.2
DELİK BOYU (m)= 14.6

BURDEN (m)= 4.7
DELİKLER ARASI MESAFE (m)= 4.7
SIRALAR ARASI MESAFE (m)= 4.5
ARKA MESAFE (m)= 2.5
DELİKLER ARASI MESAFE 2 (m)= 5

PATLATMA YERİ BOYU (m)= 36

PATLATMA YERİ ENİ (m)=	12
KOLON SAYISI=	7
SIRA SAYISI=	2
DELİK SAYISI=	14
DÜZELTİLMİŞ EN (m)=	11.7
DÜZELTİLMİŞ BOY (m)=	35.5
AÇILAN BASAMAK YÜKSEKLİĞİ (m)=	13
HACİMSEL PASA MİKTARI (m3)=	5394.7
KAYAÇ YOĞUNLUĞU=	2.4
PASA MİKTARI (kg)=	13125200.1
PASA MİKTARI (ton)=	13125.2
ŞARJ HACMİ (m3) 1=	0.238
ŞARJ HACMİ (m3) 2=	0
ŞARJ HACMİ (m3) 1+2=	0.238
YEM MİKTARI 1 (kg)=	2.08
YEM MİKTARI 2 (kg)=	0
YEM HACMİ 1 (m3)=	0.00139
YEM HACMİ 2 (m3)=	0
YEM MİKTARI 1+2 (kg)=	2.08
YEM HACMİ 1+2 (m3)=	0.00139
PAT MİKTARI 1 (kg)=	189.17
PAT MİKTARI 2 (kg)=	0
PAT HACMİ 1 (m3)=	0.236
PAT HACMİ 2 (m3)=	0
PAT MİKTARI 1+2 (kg)=	189.17
PAT HACMİ 1+2 (m3)=	0.236
SIKILAMA MİKTARI 1 (kg)=	0.176□
SIKILAMA MİKTARI 2 (kg)=	0
SIKILAMA HACMİ 1 (m3)=	0.07022
SIKILAMA HACMİ 2 (m3)=	0
SIKILAMA MİKTARI 1+2 (kg)=	0.176
SIKILAMA HACMİ 1+2 (m3)=	0.07022
SIKILAMA BOYUTU (mm)=	8□
TOPLAM PATLAYICI HACMİ (m3)=	3.31
TOPLAM PATLAYICI MİKTARI (kg)=	2648.3
TOPLAM YEM HACMİ (kg)=	0.01946
TOPLAM YEM MİKTARI (kg)=	29.2
TOPLAM PATLAYICI ENERJİSİ (MJ)= ...	6160
TOPLAM YEMLEME ENERJİSİ (MJ)=	86.4
TOPLAM ENERJİ (MJ)=	6246.4
PATLAYICI / PASA (kg/m3)=	0.491
PATLAYICI / PASA (kg/ton)=	0.202
PASA / DELİK SAYISI (m3)=	385.334
PASA / DELİK SAYISI (ton)=	937.514
YEMLEME / PASA (kg/m3)=	0.00541

YEMLEME / PASA (kg/ton)= 0.00222
PATLAYICI / YEMLEME (kg/kg)= 90.75
PATLAYICI / YEMLEME (MJ/MJ)= 71.31
SPESİFİK ENERJİ (MJ/ton)= 0.48
SPESİFİK ENERJİ (MJ/m3)= 1.16

ORTALAMA BOYUT (cm)= 24.77
UNİFORMLUK İNDEKSİ, n = 1.24
Xc (cm) = 33.27

AYNI ANDA PAT. MAX. DEL. SAY= 7
MAKSİMUM ŞARJ (kg)= 1324.16

BURDEN/DELİK ÇAPI= 28.43
BURDEN/DELİK ALTI DELME= 3.33
BURDEN/SIKILAMA= 1.43
BURDEN/DELİKLER ARASI= 0.94
BASAMAK/DELİK ALTI= 9.24
BASAMAK/SIKILAMA= 3.96

SECİLMİŞ PATLAYICININ ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik ANFO bulk
Firma adı:	-
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	ANFO
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	H
Detonasyon hızı (m/sn):	4400
Yoğunluk:	0.80
Göreceli (ANFO) Bulk kuvveti(yüzde)	100.0
Kuvvet kategorisi (1-5):	2
Suya direnç kategorisi (1-5):	1
Donmaya karşı direnci:	-99
Duman karakteri(1-3):	-
Depolama ömrü (ay):	99
Genel ateşleyici:	yemleme
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Yemlemenin GBK'sı:	-
Booster ağırlığı:	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acık
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	E
Çapı ve boyu (mm):	-

Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Alındığı kaynak: 0
Alındığı kaynak: 0
99 veya -99 rakkamı değeri bilinmeyen özellik yerine yazılmıştır

SECİLMİŞ YEMLEMENİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jelatinit dinamit
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	jelatin dinamit
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	E
Detonasyon hızı (m/sn):	6200
Yoğunluk:	1.50
Göreceli (ANFO) Bulk kuvveti(yüzde)	238.6
Kuvvet kategorisi (1-5):	4
Suya direnç kategorisi (1-5):	2
Donmaya karşı direnci:	-20
Duman karakteri(1-3):	2
Depolama ömrü:	6
Genel ateşleyici:	kapsul
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ateşleyici :	-
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	yeralti
Kullanım alanı:	on kesme son kesme
Kullanım alanı:	tunel
Ambalajı:	kagit kartus
Ambalajı:	karton boru
Ambalajı:	plastik boru
Ambalajı:	naylon torba
Ambalajı:	plastik tup
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	H
Çap1 ve boyu (mm):	istege bagli
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Alındığı kaynak:	1729
Alındığı kaynak:	1730

SECİLMİŞ ATEŞLEYİCİNİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik Mili Saniyeli Kapsul
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	elektirikli MS kapsul
Baz şarj:	-
Gürültü:	2
Grizuya karşı emniyet:	HAYIR
Açık işletmeye uygunluk:	EVET
Çekme direnci:	-
Zamanlama:	mili saniyeli
Doğruluk:	1
Suya direnç:	-
Kordon uzunluğu (m):	-
Gecikmenin bulunduğu yer:	kapsul
Kapsülün bağlandığı eleman:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delik içi iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delikler arası iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Gecikme sayısı:	0
Gecikme (ms):	-
Kullanım 1:	acik
Kullanım 2:	basamak kazisi
Kullanım 3:	infaat
Kullanım 4:	acik komur isletmesi
Kullanım 5:	-

Kayaç ismi=	Kireç taşı
Kayacın basınc dayanımı (MPa)=	80
Kayaçın kategorik dayanımı=	kuvvetli
KAYACIN KABUL EDİLEN DAYANIMI=	kuvvetli
KAYACIN YOĞUNLUĞU=	2.43
STATİK ELAS. MOD. (MPa)=	21072
DİNAMİK ELAS. MOD. (MPa)=	22053
UZUN. DALGA HIZI (m/sn)=	10330
Kayac kütlesi çatlaklılığı - RQD= .	iyi
Çatlakların durumu=	şeye doğru belli bir meyil yok
Kd KATSAYISI=	1
Ks KATSAYISI=	1.0375
UZUNLAMASINA HIZ (m/sn)=	8651
İş yerinin ismi=	Seydişehir
İşin cinsi=	dekapaaj
Minimum hava sıcaklığı (C°)=	20
Yağmur durumu=	kurak
Delik içinde bekleme=.....	anında
Şehire uzaklık (m)=	4999
Elektrik akımı tehlikesi=	HAYIR
Aşırı su geliri var mı ?=	HAYIR
Deliklerin ortalama sapması (m)= ..	0.3
KESTİRİLEN NORMAL SU DURUMU=	kuru
PATLAMA YERİ BULUTLU MU?=	HAYIR
PATLAYICI KUVVETİ=	kuvvetli
SUYA DİRENÇ=	zayıf
DUMAN KAREKTERİ=	kotu
EMNİYETLİLİK=	H
MİNİMUM KULLANMA SICAKLIĞI (C°)= ..	20
MİNİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)=	59
MAXİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)=	240
YAPIMI=	Türkiye
ANA KULLANIM ALANI=	kazi
Delik çapı (mm)=	250
Basamak yüksekliği (m)=	13
KABUL EDİLEN BASAMAK YÜK. (m)=	13
PATLAYICI YOĞUNLUĞU=	0.80
KAYAÇ YOĞUNLUĞU=	2.43
Kd KATSAYISI=	1
Ks KATSAYISI=	1.04
GBK=	100.0
BURDEN formülü	Konya formülü
KESTİRİLMİŞ BURDEN	7.11
DELİK ALTI DELME (m)=	2.13
SIKILAMA BOYU 1 (m)=	4.98
SIKILAMA BOYU 2 (m)=	0

L/B ORANI= 1.83
DELİK EĞİMİ= 90
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 1 (m)= 80
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 2 (m)= 0
GÖÇÜK PAYI (m)= 0.2
DELİK BOYU (m)= 15.33
BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)= 18.1

BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)= 18.1
YEMLEME SAYISI= 1
DELİK BAŞINDAN 1. YEMİN YERİ (m)= 13.2
DELİK BAŞINDAN 2. YEMİN YERİ (m)= FALSE
1. YEM MİKTARI (kg)= 2.30
2. YEM MİKTARI (kg)= 0

AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK= EVET
ZAMANLAMA DOĞRULUĞU= kotu
GAZ PATLAMASINA KARŞI EMNİYET= HAYIR
ELEKTRİK AKIMINA EMNİYET= az
GÜRÜLTÜ ÇIKARMAYA MÜSADE = EVET
ZAMANLAMA CİNSİ= mili saniyeli
YAPIMI= Türkiye

Alanın eni (m)= 18
Alanın boyu (m)= 60

DELİKLER ARASI MESAFE (m)= 8
İSTENEN PARÇALANMA DURUMU= normal
PARÇALANMA KATSAYISI Kp= 1
AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK= EVET
SARSINTI YARATMA= pek çok
GECİKME DURUMU= anında
ARIN ÖZELLİĞİ= duz arin
YIĞIN YERİ= yerinde
SIRA SAYISI= 2

DELİK ÇAPI (mm)= 250
BASMAK YÜKSEKLİĞİ (m)= 13
DELİK EĞİMİ= 90
SİKILAMA BOYU 1 (m)= 4.98
SİKILAMA BOYU 2 (m)= 0
DELİK ALTI DELME (m)= 2.13
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 1 (m)= 10.1
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 2 (m)= 0
GÖÇÜK PAYI (m)= 0.2
DELİK BOYU (m)= 15.33

BURDEN (m)= 7.1
DELİKLER ARASI MESAFE (m)= 7.1
SIRALAR ARASI MESAFE (m)= 7
ARKA MESAFE (m)= 4
DELİKLER ARASI MESAFE 2 (m)= 8

PATLATMA YERİ BOYU (m)= 60

PATLATMA YERİ ENİ (m)=	18
KOLON SAYISI=	8
SIRA SAYISI=	2
DELİK SAYISI=	16
DÜZELTİLMİŞ EN (m)=	18.1
DÜZELTİLMİŞ BOY (m)=	61.3
AÇILAN BASAMAK YÜKSEKLİĞİ (m)=	13
HACİMSEL PASA MİKTARI (m3)=	14433
KAYAÇ YOĞUNLUĞU=	2.4
PASA MİKTARI (kg)=	35115517
PASA MİKTARI (ton)=	35115.5
ŞARJ HACMİ (m3) 1=	0.498
ŞARJ HACMİ (m3) 2=	0
ŞARJ HACMİ (m3) 1+2=	0.498
YEM MİKTARI 1 (kg)=	2.28
YEM MİKTARI 2 (kg)=	0
YEM HACMİ 1 (m3)=	0.00152
YEM HACMİ 2 (m3)=	0
YEM MİKTARI 1+2 (kg)=	2.28
YEM HACMİ 1+2 (m3)=	0.00152
PAT MİKTARI 1 (kg)=	397.37
PAT MİKTARI 2 (kg)=	0
PAT HACMİ 1 (m3)=	0.497
PAT HACMİ 2 (m3)=	0
PAT MİKTARI 1+2 (kg)=	397.37
PAT HACMİ 1+2 (m3)=	0.497
SIKILAMA MİKTARI 1 (kg)=	0.611
SIKILAMA MİKTARI 2 (kg)=	0
SIKILAMA HACMİ 1 (m3)=	0.24446
SIKILAMA HACMİ 2 (m3)=	0
SIKILAMA MİKTARI 1+2 (kg)=	0.611
SIKILAMA HACMİ 1+2 (m3)=	0.24446
SIKILAMA BOYUTU (mm)=	13
TOPLAM PATLAYICI HACMİ (m3)=	7.95
TOPLAM PATLAYICI MİKTARI (kg)=	6358
TOPLAM YEM HACMİ (kg)=	0.02434
TOPLAM YEM MİKTARI (kg)=	36.5
TOPLAM PATLAYICI ENERJİSİ (MJ)= ...	14788.6
TOPLAM YEMLEME ENERJİSİ (MJ)=	108.1
TOPLAM ENERJİ (MJ)=	14896.7
PATLAYICI / PASA (kg/m3)=	0.441
PATLAYICI / PASA (kg/ton)=	0.181
PASA / DELİK SAYISI (m3)=	902.065
PASA / DELİK SAYISI (ton)=	2194.72
YEMLEME / PASA (kg/m3)=	0.00253

YEMLEME / PASA (kg/ton)= 0.00104
PATLAYICI / YEMLEME (kg/kg)= 174.13
PATLAYICI / YEMLEME (MJ/MJ)= 136.84
SPESİFİK ENERJİ (MJ/ton)= 0.42
SPESİFİK ENERJİ (MJ/m3)= 1.03

ORTALAMA BOYUT (cm)= 31.51
UNİFORMLUK İNDEKSİ, n = 1.13
Xc (cm) = 43.57

AYNI ANDA PAT. MAX. DEL. SAY= 8
MAKSİMUM ŞARJ (kg)= 3178.98

BURDEN/DELİK ÇAPI= 28.43
BURDEN/DELİK ALTI DELME= 3.34
BURDEN/SIKILAMA= 1.43
BURDEN/DELİKLER ARASI= 0.89
BASAMAK/DELİK ALTI= 6.1
BASAMAK/SIKILAMA= 2.61

SEÇİLMİŞ PATLAYICININ ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik ANFO bulk
Firma adı:	-
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	ANFO
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	H
Detonasyon hızı (m/sn):	4400
Yoğunluk:	0.80
Göreceli: (ANFO) Bulk kuvveti(yüzde)	100.0
Kuvvet kategorisi (1-5):	2
Suya direnç kategorisi (1-5):	1
Donmaya karşı direnci:	-99
Duman karakteri(1-3):	-
Depolama ömrü (ay):	99
Genel ateşleyici:	yemleme
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Yemlemenin GBK'sı:	-
Booster ağırlığı:	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	E
Çapı ve boyu (mm):	-

Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Alındığı kaynak: 0
Alındığı kaynak: 0
99 veya -99 rakkamı değeri bilinmeyen özellik yerine yazılmıştır

SECİLMİŞ YEMLEMENİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jelatinit dinamit
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	jelatin dinamit
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	E
Detonasyon hızı (m/sn):	6200
Yoğunluk:	1.50
Göreceli (ANFO) Bulk kuvveti(yüzde)	238.6
Kuvvet kategorisi (1-5):	4
Suya direnç kategorisi (1-5):	2
Donmaya karşı direnci:	-20
Duman karakteri(1-3):	2
Depolama ömrü:	6
Genel ateşleyici:	kapsul
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ateşleyici :	-
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	yeralti
Kullanım alanı:	on kesme son kesme
Kullanım alanı:	tunel
Ambalajı:	kagit kartus
Ambalajı:	karton boru
Ambalajı:	plastik boru
Ambalajı:	naylon torba
Ambalajı:	plastik tup
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	H
Çap1 ve boyu (mm):	istege bagli
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Alındığı kaynak:	1729
Alındığı kaynak:	1730

SECİLMİŞ ATEŞLEYİCİNİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik Mili Saniyeli Kapsul
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	elektirikli MS kapsul
Baz şarj:	-
Gürültü:	2
Grizuya karşı emniyet:	HAYIR
Açık işletmeye uygunluk:	EVET
Çekme direnci:	-
Zamanlama:	mili saniyeli
Doğruluk:	1
Suya direnç:	-
Kordon uzunluğu (m):	-
Gecikmenin bulunduğu yer:	kapsul
Kapsülün bağlandığı eleman:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delik içi iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delikler arası iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Gecikme sayısı:	0
Gecikme (ms):	-
Kullanım 1:	acik
Kullanım 2:	basamak kazisi
Kullanım 3:	insaat
Kullanım 4:	acik komur isletmesi
Kullanım 5:	-

Kayaç ismi=	MARN
Kayacın basınc dayanımı (MPa)=	90
Kayaçın kategorik dayanımı=	kuvvetli
KAYACIN KABUL EDİLEN DAYANIMI=	kuvvetli
KAYACIN YOĞUNLUĞU=	2.46
STATİK ELAS. MOD. (MPa)=	23706
DİNAMİK ELAS. MOD.(MPa)=	24810
UZUN. DALGA HIZI (m/sn)=	10896
Kayac kütlesi çatlaklılığı - RQD= .	iyi
Çatlakların durumu=	şeye doğru belli bir meyil yok
Kd KATSAYISI=	10
Ks KATSAYISI=	1.0375
UZUNLAMASINA HIZ (m/sn)=	9125
İş yerinin ismi=	Soma
İşin cinsi=	dekapaj
Minimum hava sıcaklığı (C°)=	30
Yağmur durumu=	kurak
Delik içinde bekleme=.....	anında
Şehire uzaklık (m)=	4999
Elektrik akımı tehlikesi=	HAYIR
Aşırı su geliri var mı ?=	HAYIR
Deliklerin ortalama sapması (m)= ..	0.3
KESTİRİLEN NORMAL SU DURUMU=	kuru
PATLAMA YERİ BULUTLU MU?=	HAYIR
PATLAYICI KUVVETİ=	kuvvetli
SUYA DİRENÇ=	zayıf
DUMAN KAREKTERİ=	kotu
EMNİYETLİLİK=	H
MİNİMUM KULLANMA SICAKLIĞI (C°)= ..	30
MİNİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)=	59
MAXİMUM PATLAYICI ÇAPI (mm)=	240
YAPIMI=	Türkiye
ANA KULLANIM ALANI=	kazi
Delik çapı (mm)=	229
Basamak yüksekliği (m)=	15
KABUL EDİLEN BASAMAK YÜK. (m)=	15
PATLAYICI YOĞUNLUĞU=	0.80
KAYAÇ YOĞUNLUĞU=	2.46
Kd KATSAYISI=	1
Ks KATSAYISI=	1.04
GBK=	100.0
BURDEN formülü	Konya formülü
KESTİRİLMİŞ BURDEN	6.49
DELİK ALTI DELME (m)=	2
SIKILAMA BOYU 1 (m)=	4.54
SIKILAMA BOYU 2 (m)=	5.23

L/B ORANI= 2.31
DELİK EĞİMİ= 90
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 1 (m)= 2.6
ÜST ŞARJ KOLON BOYU 2 (m)= 2.6
GÖÇÜK PAYI (m)= 0.23
DELİK BOYU (m)= 17.23
BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)= FALSE

BİR YEMLEMELİK KOLON BOYU (m)= FALSE
YEMLEME SAYISI= 2
DELİK BAŞINDAN 1. YEMİN YERİ (m)= . 15.23
DELİK BAŞINDAN 2. YEMİN YERİ (m)= . 7.16
1. YEM MİKTARI (kg)= 1.4
2. YEM MİKTARI (kg)= 1.4

AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK= EVET
ZAMANLAMA DOĞRULUĞU= kotu
GAZ PATLAMASINA KARŞI EMNİYET= HAYIR
ELEKTRİK AKIMINA EMNİYET= az
GÜRÜLTÜ ÇIKARMAYA MÜSADE = EVET
ZAMANLAMA CİNSİ= mili saniyeli
YAPIMI= Türkiye

Alanın eni (m)= 24
Alanın boyu (m)= 54

DELİKLER ARASI MESAFE (m)= 9.3
İSTENEN PARÇALANMA DURUMU= normal
PARÇALANMA KATSAYISI K_p = 1
AÇIK İŞ YERİNDE KULLANILABİLİRLİK= EVET
SARSINTI YARATMA= pek çok
GECİKME DURUMU= anında
ARIN ÖZELLİĞİ= duz arin
YİĞİN YERİ= yerinde
SIRA SAYISI= 3

DELİK ÇAPI (mm)= 229
BASMAK YÜKSEKLİĞİ (m)= 15
DELİK EĞİMİ= 90
SIKILAMA BOYU 1 (m)= 4.54
SIKILAMA BOYU 2 (m)= 5.23
DELİK ALTI DELME (m)= 2
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 1 (m)= 4.6
ŞARJ KOLONU YÜKSEKLİĞİ 2 (m)= 2.6
GÖÇÜK PAYI (m)= 0.23
DELİK BOYU (m)= 17.23

BURDEN (m)= 6.5
DELİKLER ARASI MESAFE (m)= 6.5
SIRALAR ARASI MESAFE (m)= 6
ARKA MESAFE (m)= 3
DELİKLER ARASI MESAFE 2 (m)= 9.3

PATLATMA YERİ BOYU (m)= 54

PATLATMA YERİ ENİ (m)=	24
KOLON SAYISI=	8
SIRA SAYISI=	4
DELİK SAYISI=	32
DÜZELTİLMİŞ EN (m)=	27.5
DÜZELTİLMİŞ BOY (m)=	58
AÇILAN BASAMAK YÜKSEKLİĞİ (m)=	15
HACİMSSEL PASA MİKTARI (m3)=	23905.8
KAYAÇ YOĞUNLUĞU=	2.5
PASA MİKTARI (kg)=	58809695.1
PASA MİKTARI (ton)=	58809.7
ŞARJ HACMİ (m3) 1=	0.19
ŞARJ HACMİ (m3) 2=	0.108
ŞARJ HACMİ (m3) 1+2=	0.298
YEM MİKTARI 1 (kg)=	1.4
YEM MİKTARI 2 (kg)=	1.4
YEM HACMİ 1 (m3)=	0.00094
YEM HACMİ 2 (m3)=	0.00094
YEM MİKTARI 1+2 (kg)=	2.81
YEM HACMİ 1+2 (m3)=	0.00187
PAT MİKTARI 1 (kg)=	151.3
PAT MİKTARI 2 (kg)=	85.4
PAT HACMİ 1 (m3)=	0.189
PAT HACMİ 2 (m3)=	0.107
PAT MİKTARI 1+2 (kg)=	236.71
PAT HACMİ 1+2 (m3)=	0.296
SIKILAMA MİKTARI 1 (ton)=	0.468
SIKILAMA MİKTARI 2 (ton)=	0.538
SIKILAMA HACMİ 1 (m3)=	0.18704
SIKILAMA HACMİ 2 (m3)=	0.21538
SIKILAMA MİKTARI 1+2 (kg)=	1.006
SIKILAMA HACMİ 1+2 (m3)=	0.40242
SIKILAMA BOYUTU (mm)=	11
TOPLAM PATLAYICI HACMİ (m3)=	9.47
TOPLAM PATLAYICI MİKTARI (kg)=	7574.7
TOPLAM YEM HACMİ (kg)=	0.05992
TOPLAM YEM MİKTARI (kg)=	89.9
TOPLAM PATLAYICI ENERJİSİ (MJ)= ...	17618.7
TOPLAM YEMLEME ENERJİSİ (MJ)=	266.1
TOPLAM ENERJİ (MJ)=	17884.8
PATLAYICI / PASA (kg/m3)=	0.317
PATLAYICI / PASA (kg/ton)=	0.129
PASA / DELİK SAYISI (m3)=	747.055
PASA / DELİK SAYISI (ton)=	1837.803
YEMLEME / PASA (kg/m3)=	0.00376

YEMLEME / PASA (kg/ton)= 0.00153
PATLAYICI / YEMLEME (kg/kg)= 84.27
PATLAYICI / YEMLEME (MJ/MJ)= 66.22
SPESİFİK ENERJİ (MJ/ton)= 0.3
SPESİFİK ENERJİ (MJ/m3)= 0.75

ORTALAMA BOYUT (cm)= 51.46
UNİFORMLUK İNDEKSİ, n = 0.73
Xc (cm) = 84.99

AYNI ANDA PAT. MAX. DEL. SAY= 8
MAKSİMUM ŞARJ (kg)= 1893.67

BURDEN/DELİK ÇAPI= 28.33
BURDEN/DELİK ALTI DELME= 3.24
BURDEN/SIKILAMA= 1.43
BURDEN/DELİKLER ARASI= 0.7
BASAMAK/DELİK ALTI= 7.5
BASAMAK/SIKILAMA= 3.3

SEÇİLMİŞ PATLAYICININ ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik ANFO bulk
Firma adı:	-
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	ANFO
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	H
Detonasyon hızı (m/sn):	4400
Yoğunluk:	0.80
Göreceli: (ANFO) Bulk kuvveti(yüzde)	100.0
Kuvvet kategorisi (1-5):	2
Suya direnç kategorisi (1-5):	1
Donmaya karşı direnci:	-99
Duman karakteri(1-3):	-
Depolama ömrü (ay):	99
Genel ateşleyici:	yemleme
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Yemlemenin GBK'sı:	-
Booster ağırlığı:	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Kullanım alanı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	E
Çapı ve boyu (mm):	-

Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Çap1 ve boyu (mm): -
Alındığı kaynak: 0
Alındığı kaynak: 0
99 veya -99 rakkamı değeri bilinmeyen özellik yerine yazılmıştır

SEÇİLMİŞ YEMLEMENİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jelatinit dinamit
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	jelatin dinamit
Emniyetlik:	H
Duyarlılık:	E
Detonasyon hızı (m/sn):	6200
Yoğunluk:	1.50
Göreceli (ANFO) Bulk kuvveti(yüzde)	238.6
Kuvvet kategorisi (1-5):	4
Suya direnç kategorisi (1-5):	2
Donmaya karşı direnci:	-20
Duman karakteri(1-3):	2
Depolama ömrü:	6
Genel ateşleyici:	kapsul
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ateşleyici :	-
Minimum patlama sıcaklığı (C°): ...	-
Ana kullanım alanı:	kazi
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	acik
Kullanım alanı:	yeralti
Kullanım alanı:	on kesme son kesme
Kullanım alanı:	tunel
Ambalajı:	kagit kartus
Ambalajı:	karton boru
Ambalajı:	plastik boru
Ambalajı:	naylon torba
Ambalajı:	plastik tup
Ambalajı:	-
Bulk olarak kullanılabilme:	H
Çap1 ve boyu (mm):	istege bagli
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Çap1 ve boyu (mm):	-
Alındığı kaynak:	1729
Alındığı kaynak:	1730

SEÇİLMİŞ ATEŞLEYİCİNİN ÖZELLİKLERİ

Adı:	Jenerik Mili Saniyeli Kapsul
Firma adı:	Barutsan
Yapımı:	Türkiye yapımı
Cinsi:	elektirikli MS kapsul
Baz şarj:	-
Gürültü:	2
Grizuya karşı emniyet:	HAYIR
Açık işletmeye uygunluk:	EVET
Çekme direnci:	-
Zamanlama:	mili saniyeli
Doğruluk:	1
Suya direnç:	-
Kordon uzunluğu (m):	-
Gecikmenin bulunduğu yer:	kapsul
Kapsülün bağlandığı eleman:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delik içi iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Delikler arası iletim:	elektrik kordonu
Elemanın değişebilmesi:	E
Gecikme sayısı:	0
Gecikme (ms):	-
Kullanım 1:	acık
Kullanım 2:	basamak kazisi
Kullanım 3:	infaat
Kullanım 4:	acık komur işletmesi
Kullanım 5:	-

ÖZGEÇMİŞ

Orhan COŞKUN 26.6.1969'da İstanbul'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini sırasıyla Faik Reşit Unat İlkokulu, Göztepe Ortaokulu ve 50.Yıl Tahran Lisesi'nde tamamlamıştır. İ.T.Ü. Maden Fakültesi'nde başladığı Mühendislik eğitimini 1991 yılında tamamlamıştır. Kısa bir süre özel sektörde çalıştıktan sonra aynı Fakülte'nin Maden Planlama ve Ekonomisi Programında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

