

KAYSERİ-PINARBAŞI TORUNTEPE
YERALTI KROM İŞLETMESİNDE
DELME-PATLATMA FAALİYETLERİNİN
TASARIMI VE UYGULANMASI

ALİ DİRİKOLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
2009

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYSERİ-PINARBAŞI TORUNTEPE YERALTI
KROM İŞLETMESİNDE DELME-PATLATMA
FAALİYETLERİNİN TASARIMI VE UYGULANMASI

ALİ DİRİKOLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. SALİH YÜKSEK

SİVAS
2009

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Üye

Üye (Danışman)

ONAY

Bu tez çalışması, 24/09/2008 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezai ELAGÖZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24.09.2008 tarihli ve 007 sayılı toplantısında kabul edilen Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

ANNEM VE BABAM'A ARMAĞANIM...

ÖZET

KAYSERİ-PINARBAŞI TORUNTEPE YERALTI KROM İŞLETMESİNDE DELME-PATLATMA FAALİYETLERİNİN TASARIMI VE UYGULANMASI

Ali DİRİKOLU

Yüksek Lisans Tezi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Salih YÜKSEK

2009, 233 sayfa

Bu çalışmada Kayseri Pınarbaşı Mehmet Kemal Dedeman Yeraltı Krom İşletmesinde 2004 yılında başlayan hazırlık ve üretim çalışmalarının incelenmesi ve kaya birimlerinin (cevher ve tabantaşı) optimum patlatma koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen bu koşullar bilgisayar ortamına aktarılmıştır. İşletmedeki delme ve patlatma faaliyetlerindeki düzensiz delik delme, özgül şarj miktarının fazlalığı, verimsiz parçalanma vb. bazı sorunların gözlemlenmesi nedeniyle, çalışmalar delme ve patlatma üzerinde yoğunlaştırılıp, işletme için en uygun olan ayna delme paterni elde edilmeye çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında ayrıca delme-patlatmaya etki eden parametreler araştırılmıştır. Patlatmaların daha çabuk tasarlanabilmesi ve hesaplamalar sırasındaki hataların en düşük düzeye indirilebilmesi için, literatürden birçok yaklaşım incelenmiştir.

İşletmede hazırlık ve üretim faaliyetleri için uygulanmakta olan yöntem ve kaya malzeme/kütle özellikleri gözönünde bulundurularak deneme-yanılma yoluyla en uygun patlatma koşulları belirlenmiştir. Patlatma verimliliğinin belirlenmesinde, boyut dağılımı, özgül şarj, atım boyu ve maliyetler esas alınmıştır.

Laboratuvar ortamında yapılan çalışmalar ışığında örnek kayaların fiziksel yapısı hakkında veriler elde edilmiş olup, patlatma tasarımında kullanılmıştır. Son olarak delme ve patlatma tasarımını optimum düzeye getirmek amacıyla, patlatma sonrası parçalanma verimlilik analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Patlatma Tasarımı, Galeri Patlatması, Patlatma Verimliliği, Parça Boyut Analizi, Özgül Şarj

ABSTRACT

DESIGN AND APPLICATION OF DRILLING-BLASTING OPERATIONS AT AN UNDERGROUND CHROMITE MINE

Ali DİRİKOLU

Master of Science Thesis, Department of Mining Engineering

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Salih YÜKSEK

2009, 233 pages

In this thesis, it is aimed both to investigate the production process in the Kayseri Pınarbaşı Mehmet Kemal Dedeman underground Chromium enterprise facility and to determine the rock characteristics in the mine for the optimal design of a production explosion environment. The collected data are later transferred to digital environment using a software package. Improper activities and handlings regarding the drilling and bursting such as irregular hole drilling, excessive specific charging, inefficient fragmentation etc. have led the studies to concentrate more on drilling and bursting for obtaining a better hole pattern in the enterprise under consideration.

The scope of the study included the research of the effective parameters about drill-burst process. Additionally, literature survey about different approaches concerning faster production explosion design and computational error reduction has been fulfilled.

Considering the currently employed production process and also the rock material/mass properties, a systematic trial and error approach has been proposed for the better explosion conditions. The efficiency of the explosion was related to size dispersion, specific charging, shot range, and costs.

Physical property data determined from experiments on collected sample schists have also been used in the design process. Finally, post explosion fragmentation efficiency analyses have been performed in order to optimise the proposed drilling-production explosion design.

Key Words: Production explosion, Gallery explosion, Explosion efficiency, part size analysis, specific charging

TEŐEKKÖR

Bu tez çalıŐmasını sona ulaŐmasında yardımlarını ve çalışma hayatımda manevi desteklerini esirgemedikleri için değerli hocalarım Prof. Dr. Ahmet DEMİRĐİ ve Yrd. Doç. Dr. Salih YÖKSEK'e sonsuz Őukranlarımı sunuyorum.

Tezin yeraltında yapılan patlatmalarında gerekli izin ve desteği veren Ağaoğulları Madencilik Kuzey Ocak MÖdÖrÖ Erhan ARI, jeolojik bilgileri edinmem de yardımcı olan Jeoloji MÖhendisleri Murat NAS ve Ömit SÖMER'e, iŐverenim Vehbi BEKTAŐ'a teŐekkÖr ederim.

Bu gÖnlerime gelmemde maddi ve manevi yÖnde desteğini esirgemeyen ve ayrıca yÖksek lisans eğitimimi yapmam da ısrarcı oldukları için Sevgili Annem ve Babam'a teŐekkÖr ederim.

Bu tezi hazırlarken fikirleri ile destek ve moral veren ağabeylerim Doç. Dr. M. HÖsnÖ DİRİKOLU, Bekir DİRİKOLU ve Fatih DİRİKOLU'ya teŐekkÖr ederim.

Tez hazırlığında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaŐım Fatma SÖZCÖ ve teŐekkÖr ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	2
2.1. Delme ve Patlatmanın Önemi Mühendislik İlişkisi ve Ekonomik Katkısı	2
2.1.1. Delme ve Patlatmanın Önemi	2
2.1.2. Delme Patlatmanın Mühendislik ile İlgisi	2
2.1.3. Delme Patlatmanın İşletme Ekonomisi İçin Önemi	4
2.2. Delme İşlemleri ile İlgili Genel Bilgiler	5
2.2.1. Delme Makinaları	5
2.2.1.1. Martoperferatör	5
2.2.1.2. Jumbo	7
2.2.2. Delik Delme Teknolojisindeki Son Gelişmeler	8
2.3. Patlayıcı Maddeler ve Patlatma Elemanları ile İlgili Genel Bilgiler	9
2.3.1. Patlayıcı Maddeler	9
2.3.1.1. Patlayıcı Maddenin Tarihçesi	9
2.3.1.2. Patlayıcı Madde Özellikleri	11
2.3.1.3. Patlayıcı Madde Cinsleri	15
2.3.1.3.1. Ateşli Patlayıcılar	15
2.3.1.3.2. Yüksek Hassasiyetli Patlayıcılar	16
2.3.1.3.3. Patlayabilir Karışımlar	17
2.3.1.4. Patlayıcı Madde Üretimindeki Son Gelişmeler	21
2.3.2. Ateşleme Yöntemleri ve Elemanları	21
2.3.2.1. Emniyetli Fitol-Adi Kapsül	22
2.3.2.2. Elektrikli Kapsüller	22
2.3.2.3. İnfilaklı Fitol ve Gecikme Röleleri	24
2.3.2.4. Patlayıcı Sıvanmış Şok Tüpü (NONEL)	25
2.3.2.5. Manyetolar	26
2.3.3. Patlayıcı Maddelerin Depo Edilmesi	27
2.3.4. Ateşleme Gereçlerindeki Son Gelişmeler	27
2.4. Patlatma ile Parçalanma Mekanizması	28
2.5. Patlatma Tasarımlarının Amacı ve Tasarım Parametreleri	31
2.5.1. Patlatma Tasarımlarının Amacı	31
2.5.2. Patlatma Tasarım Parametreleri	32
2.5.2.1. Kaya Birimlerinin Malzeme ve Kütle Özellikleri	34
2.5.2.2. Patlayıcı Seçimi	34
2.5.2.3. Özgül Şarj	35
2.5.2.4. Delik Boyu, Çapı ve Adedi	36
2.5.2.5. Atım Boyu Seçimi	38
2.5.2.5.1. Atım Boyunu Etkileyen Faktörler	38

2.6. Galeri Patlatmaları	43
2.6.1. Galeri Uygulamalarında Delik Düzenleri ve Ateşleme Sistemleri	43
2.6.2. Gecikme Aralıkları	45
2.6.3. Galeri Patlatma Yöntemleri	46
2.6.3.1. Orta Çekme	46
2.6.3.2. Yelpaze Çekme	47
2.6.3.3. Orta ve Yelpaze Çekmede Hesap Yöntemi	48
2.6.3.4. Paralel Delik Yöntemi	51
2.6.3.4.1. Paralel Delik Uygulamasında Hesap Yöntemi	53
2.6.3.5. Galeri Patlatmalarında Özel Uygulamalar	56
3. İŞLETME HAKKINDA GENEL BİLGİLER	57
3.1. İşletmenin Tanıtımı	57
3.2. Sahanın Jeolojik Yapısı	58
3.3. Yeraltında Yapılan Hazırlık ve Üretim Çalışmaları	60
3.4. Krom Cevheri ve Yan kayaçların Bazı Kütle ve Malzeme Özellikleri	61
4. ARAZİ ve LABARATUVAR ÇALIŞMALARI ve SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	65
4.1. İşletmede Tabantaşı Aynaları İçin Mevcut Atımların İncelenmesi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi	65
4.2. İşletmede Cevher Aynalarında Yapılan Mevcut Atımların İncelenmesi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi	74
4.3. Optimum Patlatma Tasarımı İçin Deneme Atımları ve Değerlendirilmesi	81
4.3.1. Tabantaşı Aynaları İçin Deneme Atımları ve Değerlendirilmesi	81
4.3.2. Cevher Aynaları İçin Deneme Atımları ve Değerlendirilmesi	104
4.4. Kaya Birimlerinde Gerçekleştirilen Deneme Atım Sonuçlarının Değerlendirilmesi	128
4.4.1. Tabantaşı Aynaları İçin Deneme Atım Sonuçlarının Değerlendirilmesi	128
4.4.1.1. Tabantaşı Aynaları İçin Mevcut Atım ile Belirlenen Atım Paterninin Karşılaştırılması	130
4.4.2. Cevher Aynaları İçin Deneme Atım Sonuçlarının Değerlendirilmesi	135
4.4.2.1. Cevher Aynaları İçin Mevcut Atım ile Belirlenen Atım Paterninin Karşılaştırılması	137
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	144
KAYNAKLAR	147
EKLER	149
EK-1 Nefeslik ve Beton Kuyu imalat haritası	149
EK-2 Batı-Doğu projeksiyon kesiti	151
EK-3 İşletmedeki yerleşim planı	153
EK-4 Jeoloji ve saha ruhsat sınır haritası	155
EK-5 Tabantaşı Aynalarında Yapılan Atımlar	157
EK-6 Cevher Aynalarında Yapılan Atımlar	187
ÖZGEÇMİŞ	217

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Patlatma tasarımında izlenecek yöntem	3
Şekil 2.2 Toplam maliyet ve optimum nokta	4
Şekil 2.3 Martoperferatör	5
Şekil 2.4 Martoperferatör	6
Şekil 2.5 Matkaplar	7
Şekil 2.6 Lastik tekerlekli jumbolara ait örnekler	8
Şekil 2.7 Emülsiyon patlayıcılar	11
Şekil 2.8 Patlayıcı maddelere ait bir görünüm	14
Şekil 2.9 Adi kapsül	22
Şekil 2.10 Elektrikli gecikmesiz kapsüller	23
Şekil 2.11 Elektrikli gecikmeli kapsüller	24
Şekil 2.12 İnfilaklı fitil	25
Şekil 2.13 Nonel kapsül görünümü	25
Şekil 2.14 Manyetolar	26
Şekil 2.15 Kaya ortamı içindeki bir patlatma deliği çevresindeki parçalanma olayı	30
Şekil 2.16 Tünel kesitine bağlı özgül şarj	36
Şekil 2.17 Galeri kesitine ve delik çapına göre delik adedinin şematik görünümü	37
Şekil 2.18 Kazı kesit alanı- atım boyu ilişkisi	39
Şekil 2.19 Yelpaze şeklinde orta çekmede deliklerin konumu ve atım payları	40
Şekil 2.20 Galeri genişliği ve atım boyu arasındaki ilişki	40
Şekil 2.21 Atım boyu ve özgül şarj arasındaki ilişki	41
Şekil 2.22 Normal prizmatik patlatma yönteminde atım uzunluğunun belirlenmesi	42
Şekil 2.23 İşlevlerine göre deliklerin isimleri	43
Şekil 2.24 Bir tünel patlatmasında deliklerin ateşleme sırası	44
Şekil 2.25 Langefors'a göre karesel kesme etrafında tarama deliklerinin yerleştirilmesi	45
Şekil 2.26 Yarım saniye ve milisaniye gecikmeli kapsüllerle elde edilen pasanın geometrisi	45
Şekil 2.27 Galeri kesiti ve kaya yapısına göre uygulanabilen kazı fazları	46
Şekil 2.28 Galeri patlatmalarında orta çekme yöntemi	47
Şekil 2.29 Galeri patlatmalarında yelpaze çekme yöntemi	48
Şekil 2.30 Orta ve yelpaze çekmede B ve E aralıkları	48
Şekil 2.31 Uygun yoğunlukta şarj edilmiş deliğin, büyük delik tarafından sağlanan boşluğa doğru patlaması	51
Şekil 2.32 Ufak çaplı deliklerin, geniş bir deliğin sağladığı açıklığa sıra ile patlayarak elde edilen kare kesitli boşluk	51
Şekil 2.33 Çok delikli kesme delikleri ve olası ateşleme paternleri	53
Şekil 2.34 Kesme deliklerinde V uzaklığı	54
Şekil 2.35 Kesme-Tarama deliklerinin yerleştirilmesi	55
Şekil 3.36 Kayseri Pınarbaşı İlçesi karayolları ulaşım haritası	57
Şekil 4.37 306 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım No.1)	67
Şekil 4.38 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.1)	75
Şekil 4.39 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.1)	83
Şekil 4.40 Delinen bir deliğin boyutları ve temsili şarj şekli	84

Şekil 4.41	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.2)	88
Şekil 4.42	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.3)	90
Şekil 4.43	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.4)	92
Şekil 4.44	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.5)	94
Şekil 4.45	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.6)	96
Şekil 4.46	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.7)	98
Şekil 4.47	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.8)	100
Şekil 4.48	242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.9)	102
Şekil 4.49	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.1)	106
Şekil 4.50	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.2)	110
Şekil 4.51	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.3)	112
Şekil 4.52	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.4)	114
Şekil 4.53	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.5)	116
Şekil 4.54	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.6)	118
Şekil 4.55	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.7)	120
Şekil 4.56	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.8)	122
Şekil 4.57	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.9)	124
Şekil 4.58	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.10)	126
Şekil 4.59	Deneme atımları sonrasında elde edilen tahmini parça boyut dağılımları	129
Şekil 4.60	Tabantaşı aynaları deneme atımlarına ait toplam birim maliyet	130
Şekil 4.61	Tabantaşı aynalarında uygulanan mevcut atım şekillerinden biri	131
Şekil 4.62	Tabantaşı için belirlenen uygun atım şekli (süreksizlik az)	132
Şekil 4.63	Tabantaşı için belirlenen uygun atım şekli (süreksizlik çok)	133
Şekil 4.64	Tabantaşı mevcut ve deneme atımlarda kullanılan patlayıcı madde miktarlarının karşılaştırılması	134
Şekil 4.65	Tabantaşı aynalarında mevcut ve deneme atımlarındaki özgül şarjların karşılaştırılması	135
Şekil 4.66	Tabantaşı aynalarında mevcut ve deneme atımlarına ait maliyetlerin karşılaştırılması	135
Şekil 4.67	Deneme atımları sonrasında elde edilen tahmini parça boyut dağılımları	137
Şekil 4.68	Cevher aynaları deneme atımlarına ait toplam birim maliyet	137
Şekil 4.69	Cevher aynalarında uygulanan mevcut atım şekline ait bir görünüm	138
Şekil 4.70	Cevher aynaları için belirlenen uygun atım şekli (süreksizlik az)	140
Şekil 4.71	Cevher aynaları için belirlenen atım şekli (süreksizlik çok)	141
Şekil 4.72	Cevher aynaları mevcut ve deneme atımlarda kullanılan patlayıcı madde miktarlarının karşılaştırılması	142
Şekil 4.73	Cevher aynalarında mevcut ve deneme atımlarındaki özgül şarjların karşılaştırılması	142
Şekil 4.74	Cevher aynalarında mevcut ve deneme atımlarına ait maliyetlerin karşılaştırılması	143

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 İki farklı martoperferatörün teknik özellikleri (Web1)	6
Çizelge 2.2 İthal sehpalı delici tabancalar (Web1)	6
Çizelge 2.3 Matkap tipleri (Web1)	7
Çizelge 2.4 Jumbo delme makinasına ait teknik özellikler (Web 2 ve Web 3)	8
Çizelge 2.5 Başlıca ateşleyici patlayıcılar (Şeran ve Akay, 1999)	16
Çizelge 2.6 ANFO'nun delik çapına bağlı olarak patlatma hızı ve metre başına şarj miktarı (Şeran ve Akay, 1999)	18
Çizelge 2.7 ANFO özellikleri (Web 5)	19
Çizelge 2.8 Dyno Nobel CB 20-VA şarjlı manyetolar (Web 6)	26
Çizelge 2.9 Indet DBR-12 Kurmalı (Kollu), grizu güvenli manyetolar (Web 6)	27
Çizelge 2.10 Galeri kesitine göre atım uzunluğu (Korkmaz, 1996)	42
Çizelge 2.11 İç açı değerine göre yük düzeltme katsayısı (Langefors,1973)	49
Çizelge 3.12 Toruntepe Yeraltı Krom İşletmesinde arazi gözlem ve ölçüm sonuçları	63
Çizelge 3.13 Kaya mekaniği laboratuvar deney sonuçları (Demirci ve Arkadaşları,1994)	64
Çizelge 3.14 Tavantaşı, cevher ve tabantaşın sağlamlık dereceleri (Demirci ve ark. 1994)	64
Çizelge 4.15 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.1)	66
Çizelge 4.16 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.1)	68
Çizelge 4.17 Fitol birim fiyatları	68
Çizelge 4.18 Kapsül birim fiyatları	68
Çizelge 4.19 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.1)	70
Çizelge 4.20 Tabantaşı aynalarında yapılan mevcut atımların tahmini parça boyut dağılımı	71
Çizelge 4.21 İşletmede tabantaşı aynalarında yapılan mevcut atımların incelenmesi ve değerlendirilmesi	72
Çizelge 4.22 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.1)	74
Çizelge 4.23 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.1)	77
Çizelge 4.24 Cevher aynalarında yapılan mevcut atımların tahmini parça boyut dağılımı	78
Çizelge 4.25 İşletmede cevher aynalarında yapılan mevcut atımların incelenmesi ve değerlendirilmesi	79
Çizelge 4.26 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.1)	83
Çizelge 4.27 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.1)	84
Çizelge 4.28 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.1)	86
Çizelge 4.29 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.2)	88
Çizelge 4.30 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.2)	89
Çizelge 4.31 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.2)	89
Çizelge 4.32 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.3)	90
Çizelge 4.33 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.3)	91
Çizelge 4.34 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.3)	91
Çizelge 4.35 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.4)	92
Çizelge 4.36 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.4)	93
Çizelge 4.37 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.4)	93
Çizelge 4.38 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.5)	94
Çizelge 4.39 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.5)	95
Çizelge 4.40 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.5)	95

Çizelge 4.41 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.6)	96
Çizelge 4.42 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.6)	97
Çizelge 4.43 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.6)	97
Çizelge 4.44 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.7)	98
Çizelge 4.45 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.7)	99
Çizelge 4.46 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.7)	99
Çizelge 4.47 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.8)	100
Çizelge 4.48 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.8)	101
Çizelge 4.49 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.8)	101
Çizelge 4.50 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.9)	102
Çizelge 4.51 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.9)	103
Çizelge 4.52 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.9)	103
Çizelge 4.53 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım No.1)	106
Çizelge 4.54 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.1)	107
Çizelge 4.55 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.1)	109
Çizelge 4.56 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.2)	110
Çizelge 4.57 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.2)	111
Çizelge 4.58 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.2)	111
Çizelge 4.59 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.3)	112
Çizelge 4.60 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.3)	113
Çizelge 4.61 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.3)	113
Çizelge 4.62 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.4)	114
Çizelge 4.63 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.4)	115
Çizelge 4.64 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.4)	115
Çizelge 4.65 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.5)	116
Çizelge 4.66 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.5)	117
Çizelge 4.67 Delme-patlatma sonuçları cevher: Atım no.5)	117
Çizelge 4.68 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.6)	118
Çizelge 4.69 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.6)	119
Çizelge 4.70 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.6)	119
Çizelge 4.71 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.7)	120
Çizelge 4.72 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.7)	121
Çizelge 4.73 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.7)	121
Çizelge 4.74 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.8)	122
Çizelge 4.75 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.8)	123
Çizelge 4.76 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.8)	123
Çizelge 4.77 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.9)	124
Çizelge 4.78 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.9)	125
Çizelge 4.79 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.9)	125
Çizelge 4.80 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.10)	126
Çizelge 4.81 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.10)	127
Çizelge 4.82 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.10)	127
Çizelge 4.83 Tabantaşı aynalarında yapılan atımların değerlendirilmesi	128
Çizelge 4.84 Tabantaşı aynalarında yapılan atımlarda tahmini boyut dağılımı	129
Çizelge 4.85 Cevher aynalarında yapılan atımların değerlendirilmesi	136
Çizelge.4.86 Cevher aynalarında yapılan atımların tahmini parça boyut dağılımı	136

SİMGELER DİZİNİ

a	Atım uzunluğu, m
B	Dilim kalınlığı, m
d	Göçüğün genişliği, m
d_t	Delme süresi, sn
d_{ort}	Ortalama delme süresi, sn
C	Kullanılan şarj miktarı, kg
D	Delik çapı, mm
E	Delikler arası uzaklık, m
f	Yük düzeltme katsayısı
F	Kesit alanı, m ²
\emptyset	Delik çapı, mm
H	Delik boyu, m
H_{dip}	Dip şarj uzunluğu, m
H_o	Sıkılama boyu, m
I_{dip}	Dip şarj yoğunluğu, kg/m
I_{kol}	Kolon şarj yoğunluğu, m
$I_{S(50)}$	Nokta yükleme dayanımı, MPa
l	Delik uzunluğu, m
l_{ort}	Ortalama delik uzunluğu, m
L_{dip}	Kolon şarj uzunluğu, m
L_{kol}	Kolon şarj yoğunluğu, m
P	Patlayıcı yoğunluğu, kg/dm ³
S	Patlayıcı kuvveti, Dyn. M
t	Delme süresi, sn
V	Dilim kalınlığı, mm
V_y	Yerinde hacim, m ³

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AN	Amonyum Nitrat
ANFO	Amonyum Nitrat Fuel Oil
BDD	Basınç Deformasyon Dalgaları
CÜ	Cumhuriyet Üniversitesi
ÇDD	Çekme Deformasyon Dalgaları
E	(East) Doğu
GANT	Gözenekli Amonyum Nitrat Tanecikleri
GPS	Global Positioning System
HERCUDET	Nonelectric Delay Blasting Cap System
İÜ	İstanbul Üniversitesi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
MKE	Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu
MMO	Maden Mühendisleri Odası
N	(North) Kuzey
PETN	Penta Eritrol Tetra Nitrat
S	(South) Güney
TAN	Teknik Amonyum Nitrat
TNT	Tri Nitro Tolvol
W	(West) Batı

1.GİRİŞ

Dünyadaki nüfus artışı ve teknolojinin süratli bir şekilde ilerlemesi, kişi başına düşen maden tüketim miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu tüketimlerin karşılanması sırasında, öncelikle açık ocak ve daha sonra gelişimini hızlandıran yeraltı madenciliğinde farklı üretim yöntemleri ortaya çıkmıştır.

Açık ocak ve yeraltı madenciliğinde önemli ve kısa sürede neticeler veren yöntemlerden biri patlatma faaliyetidir. Yeraltı madenciliğinde kısa ve küçük kesitli galerilerin sürülmesinde, delme-patlatma tekniğinin galeri açma makinesine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Avantajların bazıları kısaca belirtilirse, daha kısa sürede kütlenin koparılabilişliğini sağlama, istenilen boyutta parçalama, orta sert ve sert formasyonlarda ilerleme daha hızlı ve ekonomik olabilmekte, galeri açma makinelerinin yatırım maliyetinin delme patlatma faaliyetlerinden daha yüksek olması nedeniyle daha ekonomik olabilmektedir. Patlatma ile ilgili tehlikeler, açığa çıkan zehirli gazlar, tahkimatın etkilenmesi, yer sarsıntısı ve hava şoku gibi dezavantajlar da sıralanabilir.

Yeraltı madenciliğinde, delme-patlatma, yükleme, nakliyat ve tahkimat işlemleri göz önünde bulundurulduğunda, ekonomik ve emniyetli bir patlatma için uygun bir patlatma tasarımı uygulanması esastır. Tasarımı doğru yapılan bir patlatma sonunda; yükleme, nakliyat ve devam eden diğer işlemlerde kullanımı uygun olacak bir parçalanma derecesindeki ürün alımı, istenilen ilerlemenin elde edilmesi, tahkimat işlemlerinde problem yaratmayacak bir açıklığın elde edilmesi, optimum seviyede bir yer sarsıntısı ve hava şoku gibi durumların oluşumu sağlanmış olur.

Bu tez çalışmasında, patlatma sırasında doğru şekilde delinen deliğın istenilen büyüklükte ürün elde edimini sağlayacak bir ayna delme paterninin oluşturulması ve maliyetlerin en asgari düzeyde seyretmesini sağlayacak bir tasarımın elde edilme yolları araştırılmıştır. Buna ek olarak, süreksizliklerin patlatmalara olan etkisi incelenerek, aynı iş oranı için daha az patlayıcı miktarı kullanımının sağlanması yolları araştırılmıştır.

Bu tez kapsamında, Kuzey Ocak işletmesinde yapılan arazi çalışmalarından elde edilen veriler işlenerek çizelgelerde sunulmuş ve doğru bir patlatma tasarımı elde edilmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde öncelikle delme-patlatmanın mühendislik girişimlerinde özellikle madencilikteki yeri ve önemine değinilecektir. Daha sonra delme-patlatmada kullanılan donanım ve patlayıcı maddeler hakkında bilgiler derlenecektir.

2.1. Delme ve Patlatmanın Önemi, Mühendislikle ilişkisi ve Ekonomik Katkısı

Delme-patlatma, insan gücü veya mekanik sistemler ile kazanımı pek mümkün olmayan üretimlerde yapılan bir faaliyettir. Bu faaliyetlerin teknik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliğini değerlendirecek bilim dalı olarak mühendislik ortaya çıkmaktadır. Bütün bu faaliyetlerin ortak amacı üretim işlemlerinin ekonomik olarak yapılması ve zaman açısından daha kısa bir süre de sonuca ulaşılmasıdır. Aşağıdaki başlıklarda bu tür önem ve ilişkilerin arasındaki bağdaşım vurgulanmaya çalışılmıştır.

2.1.1. Delme ve Patlatmanın Önemi

Patlatma, insan gücünün ve/veya mekanik kazı yapan araçların üretime katkı sağlayamadığı ve yahut da az miktarda katkıda bulunduğu durumlarda, madencilik faaliyetlerinde üretime katkı açısından önemli bir yer tutar. Bu durum aslında sadece madencilik faaliyetleri için geçerli olmayıp diğer sektörler içinde geçerli olmaktadır. Örneğin inşaat sektöründe, bir yapının yıkılıp yerine yeni bir yapı yapılmak isteniyorsa ve bu durum insan gücü ile yapılacaksa hem maliyet hem de zaman açısından bir kayıp olacaktır. Ancak doğru yapılacak bir patlatma ile bu durum daha az maliyetle ve daha az bir zaman süreci içinde tamamlanacaktır. Bu durum madencilik faaliyetleri açısından da bir paralellik göstermektedir. Özellikle metalik cevherli yeraltı işletmelerinde, kazanılması gereken bir yerin insan gücü ile üretimi düşünülüyorsa, zaman açısından uzun bir süreç olacağı ve bu üretimi sağlayacak teknik donanımın mevcut olamayacağı görülmelidir. Ayrıca mekanize olarak üretim yapılmak istenirse, üretimi yapması beklenen mekanize sistemin, elde edilecek üretime oranla işletme maliyetlerini artırıcı bir durum ortaya çıkarması olasıdır. Bu durum maden işletmeleri için pek tercih edilmemektedir. Dolayısıyla diğer çalışma faaliyetlerine oranla patlatma, hem maliyet açısından hem de zaman açısından kazanılan bir süreç olacaktır.

2.1.2. Delme Patlatmanın Mühendislik ile İlgisi

Mühendislik genel olarak yapılacak herhangi bir faaliyeti; bilimsel, teknik ve ekonomik açıdan değerlendiren, optimum tasarımı yapan ve uygulayan bir bilim alanı olarak tanımlanmaktadır. Maden Mühendisi de “Madenleri insanoğlunun hizmetine

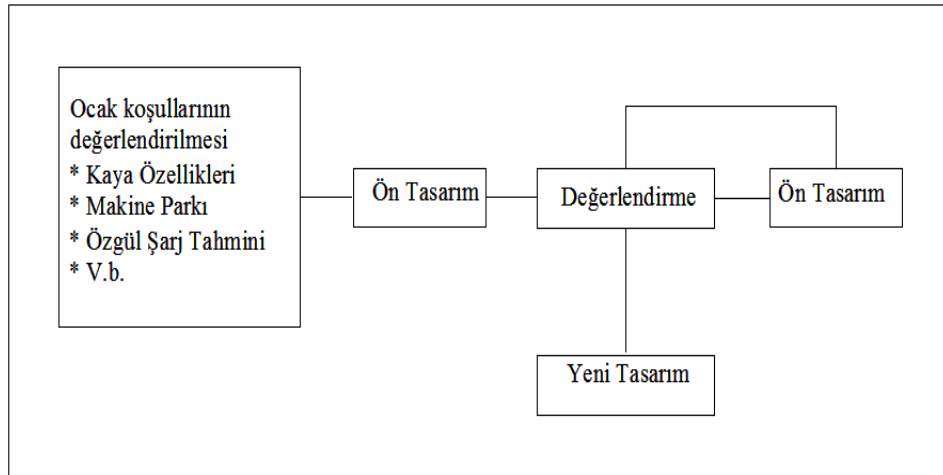
sunmak üzere üretim yöntemlerini tasarlayan, ekonomik ve uygulanabilirlik açısından yapılabilirlik yaklaşımıyla yönetip uygulayabilen kişidir”.

Mühendisin buradaki görev ve yetkileri şu şekilde ortaya çıkmaktadır:

- Üretim konusu ile ilgili mevcut, geçmişe ve geleceğe yönelik durumları açık şekilde analiz etmek,
- Bu durumlar kapsamında, sorumlu olduğu üretim birimi ile ilgili amaçları belirlemek,
- Üretim biriminin her konusuna yönelik, alternatif yaklaşımları belirlemek ve yeni yaklaşımlar getirmek,
- Bu yaklaşımları amacına uygun şekilde değerlendirmek, seçmek ve gerekli kararları vermek,
- Bu kararlara yönelik geliştirme planlarını hazırlayarak, gerekli araştırmaları yapmak,
- Bütün bu işlemlerin sonucu, verdiği karara uygun üretim sistemini uygulamaya sokmak ve dolayısıyla üretimi amaçlarına uygun şekilde gerçekleştirmek ve gerekli kontrol faaliyetlerini yürütmektir.

Genel bir yaklaşımla maden üretim faaliyetlerin de delme-patlatmanın maliyeti % 5 ile % 40 arasında bir değişim göstermektedir. Bu maliyetler uygun bir tasarımla bu aralığın alt seviyelerine doğru çekilebilmektedir.

Mühendis çalıştığı işletme için en uygun patlatma koşullarını araştırırken Şekil 2.1’de belirtilen tasarım biçimine benzer bir yaklaşımı uygulamalı ve ekonomik analizi gerekli performans etütleriyle birlikte yapmalıdır.



Şekil 2.1 Patlatma tasarımında izlenecek yöntem (Bilgin,1986).

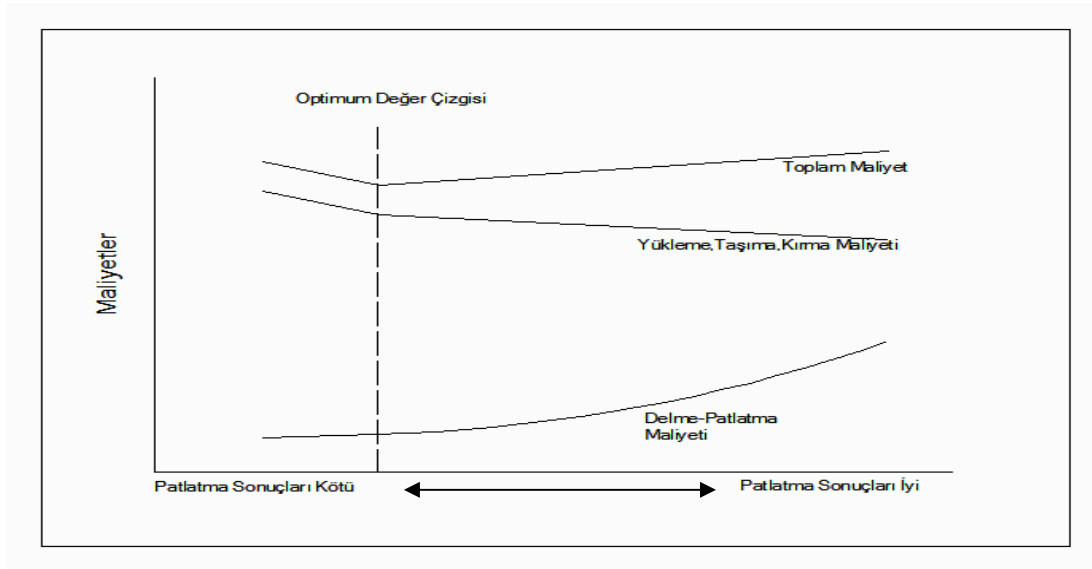
2.1.3. Delme Patlatmanın İşletme Ekonomisi İçin Önemi

Delme-patlatma, kazılabilirliği kolay olmayan kaya kütlelerini kontrollü bir şekilde tahrip ederek ana kaya kütesinden ayırma işlemidir. Bu işlem esnasında arzu edilen açıklık elde edilirken, bu açıklık dışında tahrip edilmek istenmeyen kayaya en az zarar verilmelidir. Bu amaçla iyi tasarlanacak bir delme patlatma işlemi ile işletme ekonomisine negatif anlamda etki edecek durumlar ile karşılaşılmaş olur. Bunlar:

- İstenmeyen patar durumları
- Fazla kullanılan patlayıcı neticesinde istenmeyen fazla açıklıklardır.

Yukarıda değinildiği gibi istenmeyen patar durumları üretim aşamasında artı bir zaman kaybına neden olacağından üretim faaliyetlerinde bir düşüşe neden olacaktır. Fazla kullanılan patlayıcı veya kaya yapısı hakkında bilgi edinilmeden uygulanacak bir patlatma işleminde istenilen açıklığın dışında bir açıklık elde edilmesi fazla tahkimat gerektirecektir. Ayrıca buna ek olarak, yine bu açıklığı tahkimat altına alana kadar bir zaman kaybı oluşacaktır. Bu gibi durumlar ile karşılaşmamak için iyi tasarlanan bir delme-patlatma ile sonuca gidilebilecektir.

Delme patlatma maliyetlerini belirli bir noktadan sonra ne kadar arttırsak arttıralım patlatma sonrası maliyetleri fazla etkilemeyeceği için gereksiz bir maliyet fazlalığı oluşturur.



Şekil 2.2 Toplam maliyet ve optimum nokta (Kahriman, 2003).

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi toplam maliyetin en düşük olduğu noktada ki delme patlatma harcama değerlerinin arttırılması da azaltılması da sonuçta toplam maliyetin yükselmesine de neden olacaktır.

Sonuç olarak diyebiliriz ki patlatmanın performansının patlatma sonrası işlemlerin maliyetlerini, kapasitelerini, randımanlarını ve emniyetini belirleyen en önemli unsur olduğunun bilinerek delme patlatmaya bu açıdan bakılması işletme ekonomilerinin daha sağlıklı değerlendirilmesini sağlayacaktır (Kahrıman, 2003).

2.2. Delme İşlemleri ile İlgili Genel Bilgiler

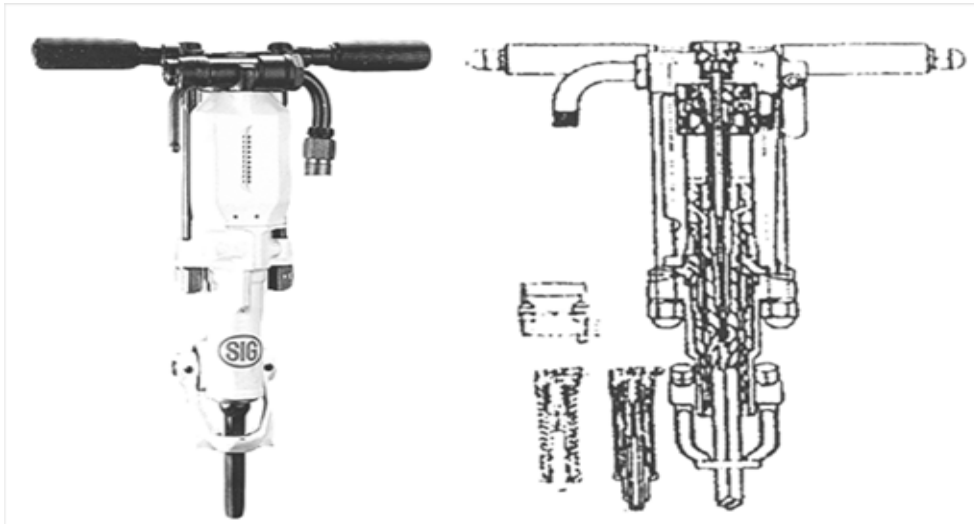
Genel olarak delici ekipmanlar seçilirken, açılacak olan galeri boyutları, enerji tüketimleri ve en önemlisi maliyeti optimum noktada tutacak olan ekipmanlar tercih edilmelidir. Delici ekipmanlar işlevleri yönünden farklılıklar göstermektedir. Örneğin açık ocakta kullanılan delici ekipmanlar ile yeraltı maden işletmeciliğinde kullanılan delici ekipmanlar arasında boyut, işlev ve mekaniksel özelliklerde farklılıklar mevcuttur. Aşağıda yeraltı madenciliğinde kullanılan delici ekipmanlar hakkında genel bilgiler verilmiştir.

2.2.1. Delme Makinaları

Yeraltı madenciliğinde kullanılan iki önemli delici ekipman mevcuttur. Bunlar; martoperferatör ve jumbodur.

2.2.1.1. Martoperferatör

Martoperferatörler, orta ve sert formasyonlarda delik delme amacı ile kullanılır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Martoperferatöre ait görünüm

Birçok firma çok çeşit martoperferatör üretir. Bu makinelerin çalışma prensibi aynı olup, ağırlık, kullanım şekli, piston çapı, piston yolu, darbe sayısı ve hava

sarfiyatları farklıdır. Ağırlıklarına göre martoperferatörler hafif (11–17 kg), orta (18–22 kg), ağır (23–30 kg) ve çok ağır (31–100 kg) olmak üzere sınıflara ayrılabilir. Hafif ve orta ağırlıktakiler elde, ağır ve çok ağır olanlar ise sehpa veya özel donanımlarla birlikte kullanılır. Hafif martoperferatör yumuşak ve orta sertlikte kayalarda kullanılır. Delik delme hızları 10–20 cm/dak'dır. Orta ağırlıktaki martoperferatör her sertlikteki kayaçta kullanılır. Bunların delme hızı 30–75 cm/dak'dır. Çok ağır martoperferatörler özel donanımlarla arkadan itildiği için delme hızı 50–100 cm/dak'dır.



Şekil 2.4 Değişik martoperferatör tipleri

Çizelge 2.1. İki farklı martoperferatörün teknik özellikleri (Web1)

	Y20 Delici Tabanca	Y24 Delici Tabanca
Ağırlık	18 kg	24 kg
Hava tüketimi (6 bar)	1,5 m ³ /dk	2,8 m ³ /dk
Şank ölçüsü	22 x 108 mm	22 x 108 mm

Kullanılan hava 405–608 kPa (4–6 Bar) basıncında temiz ve kuru olmalıdır. Delik delme işinde çok toz oluşur. Bu tozu bastırmak üzere su püskürten tipleri üretilmiştir. Kullanılan su temiz ve basınçlı olmalıdır. 23–36 kg ağırlığındaki bir martoperferatörün devir sayısı 180–200 devir/dak, darbe sayısı 1800–2000 darbe/dakika, hava sarfiyatı 1,5–2,5 m³/dak'dır.

Çizelge 2.2 İthal sehpalı delici tabancalar (Web1)

	YT24 Delici Tabanca	YT28 Delici Tabanca
Ağırlık	24 kg	26 kg
Hava tüketimi (6 bar)	3,9 m ³ /dk	4,8 m ³ /dk
Şank ölçüsü	22 x 108 mm	22 x 108 mm
	FT140B Sehpa	FT160BC Sehpa
Ağırlık	15,5 kg	17 kg
Uzunluk (kapalı – açık)	1635 mm – 2937 mm	1800 mm – 3165 mm

Martoperferatörlerde kullanılan matkaplara ait görünüm Şekil 2.5’de gösterilmiş olup, matkaplara ait teknik özellikler de Çizelge 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.5 Matkaplar.

Çizelge 2.3. Matkap tipleri (Web1)

Rockmore - İntegral Tip Matkaplar		
040 cm	240 cm	640 cm
080 cm	320 cm	720 cm
120 cm	400 cm	800 cm
160 cm	480 cm	880 cm
180 cm	560 cm	960 cm

2.2.1.2. Jumbo

Delik delme işini mekanize hale getirmek ve randımanı arttırmak için jumbolar üretilmiştir. Galeri açmada, metalik cevher yataklarında kazıda ve taş ocaklarında çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Jumbolar ray, plastik tekerlek veya palet üzerinde ilerler. Jumbolarla aynı anda birden fazla delik delmek mümkündür. Jumbolar hareket kabiliyeti olarak dizel motorlarla ilerlerler. Ancak delme işlemlerini genelde elektrik enerjisiyle yaparlar (Şekil 2.6). Jumboların yer değiştirme sistemleri dizel motorlar ile sağlanırken, ayna da delme işlemi için elektrik enerjisi kullanılır. Ayna delme işlemi esnasında su püskürterek toz oluşumunu engellediği gibi tanecikleri delik dışına atar. Bunların tekli, ikili ve üç bumlu (boom) olan tipleri mevcuttur. Jumbo delme makinesine ait teknik özellikler Çizelge 2.4’de verilmiştir.



Şekil 2.6 Lastik tekerlekli jumbolara ait görünümler.

Çizelge 2.4 Jumbo delme makinasına ait teknik özellikler (Web 2 ve Web 3)

Teknik Özellikler	Birim	
Kapladığı alan	m ²	8-45
Kol uzunluğu (Boom)	m	3-4
Uzunluğu	m	11.82
Yüksekliği(max/min)	m	3/2
Ağırlığı	kg	17,500

2.2.2.Delik Delme Teknolojisindeki Son Gelişmeler

Son yıllarda patlayıcı maddeler ve uygulamaları konusunda pek çok iyileştirme yapılmasına rağmen delik delme teknolojilerinde aynı oranda bir gelişme olmamıştır. Her ne kadar delici makinelerin parçalarında, hidrolik sistemlerinde ve verimliliklerinde bazı yenilikler yapıldı ve delme hızı artışı sağlandı ise de beklenen ölçüde değildir.

Bunun muhtemel bir nedeni olarak makine kullanımının operatör tarafından, makinenin mevcut kapasitesi ile kaya özelliklerini birlikte gözetecek şekilde yapılmayıdır. Bu nedenledir ki son on yılda makine işletim parametrelerini (baskı, devir, besleme, delik içi hava hızı vb.) ölçümlerle izlemek ve bunları kaya özellikleriyle ilişkilendirmek yönünde pek çok çalışma yapılmıştır. Son birkaç yılda bunlara ek olarak makinenin mevcut (motor, kompresör, hidrolik) enerji kapasitesini değişik işletim parametreleri arasında (ihtiyaca göre) daha akıllıca bölüştürerek makine verimliliğini artırmak gibi yeni yaklaşımlar görülmektedir. Bir bilgisayar modeli ile farklı işletim parametreleri için gerekli enerji ihtiyaçlarını kestirmek ve hidrolik devreleri buna göre tasarlayarak ve denetleyerek delme hızlarında önemli artışlar sağlanmıştır. Bir başka yenilik de delicilerin ocak içinde konumlandırılması, yer değiştirmesi ve yönetiminin, çakılmış kazıklarla belirlenmiş bir plana göre değil, uydu haberleşme teknolojisi (GPS) ile yapmak yönündeki çalışmalardır (Bilgin,1996).

2.3. Patlayıcı Maddeler ve Patlatma Elemanları ile İlgili Genel Bilgiler

Madencilik sektöründe patlatma, kazanılması kolay olmayan kaya kütlelerini kontrollü bir şekilde parçalayarak ana kaya kütesinden ayırma işlemidir. Bu ayırma işlevi tarihsel süreç içerisinde geliştirilmiş olan patlayıcılar tarafından yapılmaktadır. Kullanılacak patlayıcının tipi, delici ekipmanlarla delinen deliğin çapına uygun olarak seçimi yapılmaktadır. Aşağıda patlayıcı maddenin zaman içerisindeki gelişimini, Patlayıcı maddelerin özellikleri ve patlatma elemanları açıklanmıştır.

2.3.1. Patlayıcı Maddeler

Patlayıcı maddeler yanarak veya patlayarak ayrışan ve gaz haline dönüşerek yüksek basınç oluşturan kimyasal bileşimler veya karışımlardır. Sahip oldukları yüksek gaz hacmi, enerji miktarı, patlatma sonucu oluşturdukları yüksek ısı ve basınç nedeniyle günümüzde kaya parçalamada kullanılan en yaygın yöntem olmuştur.

2.3.1.1. Patlayıcı Maddenin Tarihçesi

Patlayıcı maddelerin ilk kez Çin’de bulunduğu iddia edilmektedir. Avrupa’ya 13. yy.da Marcopolo tarafından getirildiği bir diğer iddiadır.

Avrupa’da 17. yüzyılın başlarında kaya gevşetme olayında yakma işlemi yerine patlatma işlemi kullanılmaya başlanmıştır. Karabarutun bulunmasıyla kaya gevşetme işlemleri hızlandı ve karabarut yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Karabarutun ateşleme işlemi başlangıçta zordu. William Bickford’ un 1831 yılında Emniyetli Fitali

bulmasıyla karabarutun yemleme işleminin emniyet ve güvenilirliği arttı. Piyasada daha güçlü patlayıcılara talebin artmasıyla yeni patlayıcıların geliştirilmesi hız kazandı. 1846 yılında Ascanio Sobrero, Nitroligiliserini keşfetti. Patlayıcı maddelerin gücünü gördükten sonra madencilerde daha kuvvetli patlayıcılara yönelik bir talep meydana geldi. Bunun neticesinde 1846 yılında Ascanio Sabrero 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 üretimini ve emniyetli kullanım şekli olan DİNAMİT (1866) ile Civa fulminatlı (HgCO₂) kapsülü (1867) geliştirdi. 1920 yılında Nitro glikol dinamite eklendi, böylece dinamitin donma noktası düşürüldü. Bu tarihten sonra madencilik sektöründe dinamitin egemenliği başladı (Şekil 2.7). Dinamitin keşfedilmesi ile birlikte, dinamiti ateşlemek için yeni metotlar araştırıldı. 20. yüzyılın başlangıcında Elektrikli Kapsüller bulundu. 1922 yılında ilk Elektrikli Gecikmeli Kapsüller (1 saniye gecikmeli) pratik kullanıma sunuldu. 1940 yılında da daha kısa gecikmeli kapsüller (10–100 ms) bulundu. Bunlar modern patlama tekniğinde en büyük gelişmeydi.

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 (NH₄NO₃) 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 (Şeran ve Akay, 1999). Tüm yararlarına karşın ANFO' nun iki önemli dezavantajı vardır. Birincisi düşük yoğunluğudur ki delme maliyeti yüksek kayaçlarda maliyeti yükseltmektedir. İkincisi ise suya karşı dayanıksızlığıdır. Bu dezavantajlar araştırmacıları yeni ürünler bulmaya yöneltmiştir. 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 ve yavaşlatmakta böylece karışım sulu deliklerin içerisinde belli bir süre bozulmadan kalabilmektedir. Slurry karışımlarının içerisine patlayıcının gücünü arttırmak amacıyla TNT (Trinitrotolvol), MAN, alüminyum tozu gibi enerji veren

maddeler katılmaktadır. Slurry patlayıcıların ANFO'ya göre önemli avantajlarından biri de yoğunluklarının yüksek oluşudur. Slurry patlayıcılardan sonra yeni nesil patlayıcı olarak emülsiyonlar piyasaya sürülmüştür. Köken olarak yine yüksek konsantrasyonlu amonyum nitrat tuzlan çözeltisi kullanılmıştır. Bu sefer koloidal maddeler yerine emülsifiyerler kullanılarak suya dirençli bir emülsiyon oluşturulmuştur. Amonyum nitrat ve nitrat tuzlan çözeltileri yığın 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 faktörü de 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 AKNAVOL adıyla piyasaya sürülmüştür.

1970 yılında Elektriksiz Ateşleme Sistemleri (non-electric initiating systems) geliştirildi. Günümüz madenciliğinde en fazla rağbet gören dinamitler emülsiyon patlayıcılar olup, Şekil 2.7'de bu patlayıcılara ait görünüm verilmiştir.



Şekil 2.7 Emülsiyon patlayıcılar

2.3.1.2. Patlayıcı Madde Özellikleri

Patlayıcı maddenin ateşlenmesiyle birlikte, patlayıcıyı meydana getiren bileşikler büyük bir ısı ile yanarak hacimlerinin 500–600 kadar hacmine ulaşarak gaz haline dönüşürler. Bu ısı ve gaz hacmi dönüşümüne bağlı olarak kayaçların kırılmasına ve parçalanmasına neden olan 4000–5000 kg/cm² mertebesinde detonasyon basıncı oluşur. Çeşitli faktörlerin etkisi ile bu basıncın % 5-15'i şok (sismik) dalga basıncı halinde kayaçlar

içinde yayılarak, patlatma deliği civarında radyal çatlaklar ve kırılmalar oluşturur. Bu şok dalga basınçları, serbest yüzey veya kaya süreksizlikleri nedeniyle yansıma dalgaları halinde de yayılarak kırılma ve parçalanmayı artırır. Bununla birlikte oluşan ilk çatlaklardan gaz basıncı yayılımı ile de parçalanma artar.

Patlatma veya yanma için gerekli olan oksijen genellikle sodyum nitrat (NaNO_3), potasyum nitrat (KNO_3) veya amonyum nitrat (NH_4NO_3) gibi maddelerden sağlanır. Eğer sodyum nitrat (NaNO_3) veya potasyum nitrat (KNO_3), kömür ve kükürt belli oranlarda karıştırılırsa, karabarut denilen zayıf tesirli bir patlayıcı elde edilmektedir. Pamuk, nişasta, ağaç hamuru ve mazot gibi yanıcı maddelerin nitrogliserin, Trinitrotolvol ve amonyum nitrat ile çeşitli oranlarda karıştırılması ile de karabaruta göre güçlü patlayıcılar elde edilmektedir.

Patlayıcı maddelerin birçok teknik özellikleri vardır. Bu özellikler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

- **Patlayıcı Maddenin Şiddeti**

Genel olarak, patlayıcı şiddetinin karşılaştırılmasında, ağırlığına bağlı olarak sahip oldukları enerjiler kullanılır. Bu enerji de, genel olarak patlayıcıların bünyesindeki nitrogliserin, trinitrotoluol veya amonyum nitrat miktarının yüzdesi ile ifade edilir. Bununla birlikte, patlayıcı maddelerin şiddetini bünyelerindeki diğer yanıcı, oksijen verici ve etki azaltıcı oranları da etkiler.

- **Patlatma (Detonasyon) Hızı**

Patlatma hızı, patlayıcı maddenin ateşlenmesiyle birlikte başlayan kimyasal reaksiyonların patlayıcı madde içinde birim zamanda ilerleme miktarıdır. Patlayıcı maddelerin patlatma hızları arttıkça kırma ve parçalama etkisi artar, patlatma hızı azaldığında ise ayırma ve itme etkisi artar.

- **Yoğunluk**

Patlayıcı maddenin birim hacminin ağırlığıdır. Detonasyon sürecinde birim zamanda devreye giren kütle gösterir. Ayrıca patlayıcının duyarlılığının ve detonasyon basıncının oluşmasında da önemli rol oynar. Patlayıcı maddenin yoğunluğu dizaynda ve patlayıcının kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Genel olarak yüksek yoğunluk daha fazla enerji üretimini gösterir. (Şeran ve Akay, 1999) Uygulamada karşılaşılan patlayıcıların özgül ağırlıkları 0,5-1,7 arasında değişir.

- **Kullanım Emniyeti (Duyarlılık)**

Bir patlayıcı maddenin taşınması ve deliklere yerleştirme için hazırlanması esnasında sürtünme, darbe ve ısıya karşı gösterdiği duyarlılık, onun emniyetli olarak kullanılabilirliğinin bir ölçüsü olmaktadır. Patlayıcı maddelerin kıvılcım ve alevle ateşlenebilme özelliği de kullanım emniyeti açısından önemlidir.

- **Gaz Özellikleri**

Patlatma sonucu açığa çıkan karbon monoksit (CO) ve azot dioksit (NO₂) gibi zehirli gazların derecesi, patlayıcı maddenin kimyasal bileşimine bağlı olarak değişir. Bununla birlikte, bu gazlar açık işletmelerde bir sorun yaratmamaktadır.

- **Suya Karşı Dayanım**

Bir patlayıcı maddenin su içinde veya ıslak yerlerde kullanımı durumunda bu özellik önemli olmaktadır. Bu durumda patlayıcı maddenin, etkinliğini kaybetmeksizin suya karşı dayanıklı olması gerekir. Bu yalnızca patlayıcı maddenin kimyasal bileşimine bağlı olmayıp, onun ambalaj şekline de bağlıdır.

- **Dona Karşı Dayanım**

Donmuş olan patlayıcı maddelerin darbe ve sürtünmeye karşı duyarlılıkları artmakta, bunun sonucu olarak da gerek kullanımları ve gerekse taşınmaları tehlike kaynağı olmaktadır. Bu nedenle patlayıcı maddeler kuru ve iyi havalandırılmış depolarda korunmalıdır.

- **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 karbon monoksit ve azot oksitlerin miktarına göre bir sınıflama yapılır (Şeran ve Akay, 1999).

- **Detonasyon Basıncı**

Detonasyonun basıncı, patlayıcı madde içinde yayılan şok dalgasından kaynaklanan ani bir basınçtır. Bir patlayıcı madde için ilk ateşleyici (yemleme) seçimi açısından çok önemlidir.

- **Çevre Sıcaklığına Tolerans**

Patlayıcı karışımları aşırı sıcak ve aşırı soğuk koşullarda depolandığı veya kullanıldığından verimlerinde düşme görülmektedir.

- **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.

- **Raf Ömrü**

Patlayıcı maddenin stoklanabilme ömrüdür. Değişik kimyasal maddelerin bileşimi olan patlayıcı maddeler zamanla bozulmaya başlar ve patlama karakteri 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. Şekil 2.8’de stoklanmış halde bulunan patlayıcı maddelere ait bir görünüm verilmiştir.



Şekil 2.8 Patlayıcı maddelere ait bir görünüm

- **Ambalaj ve Kullanma Kolaylığı**

Patlayıcı madde ambalajlanması işletme maliyetinde zaman zaman artmalara, zaman zaman da düşmelere yol açar.

- **Emniyet**

Patlayıcı madde personel için tehlike oluşturmadan taşınabilmesi ve patlatma deliğine yerleştirilebilmelidir. Bunu belirlemek amacıyla kullanılan bazı testler vardır.

- Çekiç Testi
- Sürtünme Testi
- Statik Elektrik Testi

-Isı Testi

-Hız Testi

- **Oksijen Balansı**

Oksijen balansı özellikle yeraltı patlatmaları için oldukça önemlidir. Oksijen fazlalığı azot oksitlerin (NO) oluşmasına, oksijen azlığı ise karbon monoksitlerin (CO) oluşmasına sebep olur. Bu gazlar zehirlidir ve ölüme sebebiyet verir. Açık işletmelerde patlatma sonucu açığa çıkan gaz hızla dağıldığı için çok nadir olarak sorun yaratmaktadır (Coşkun, 2001).

2.3.1.3. Patlayıcı Madde Cinsleri

Bugün endüstride yaygın olarak kullanılan ve ticari piyasada önemli yeri olan patlayıcılar şunlardır:

- Ateşli Patlayıcılar
- Yüksek Hassasiyetli Patlayıcılar
- Patlayabilir Karışımlar

2.3.1.3.1. Ateşli Patlayıcılar

Bunlar çok hassas ve patlatılması çok kolay patlayıcılardır. Adından da anlaşılacağı gibi bunlar diğer patlayıcıların ilk ateşlenmesinde diğer bir deyişle kapsül imalatında (infilaklı fitil) kullanılırlar. Bakır veya alüminyum yüksüklere konurlar ve bunların patlamasıyla meydana gelen çok şiddetli darbe veya şok daha az hassas olan esas patlayıcı maddeyi patlatır (Çizelge 2.5). Kapsül imalatında kullanılan başlıca ateşli patlayıcılar Çizelge 2.5’de verilmiştir (Şeran ve Akay, 1999).

Çizelge 2.5 Başlıca ateşleyici patlayıcılar (Şeran ve Akay, 1999).

Adı	Formül	Kullanışı	Patlama Hızı (m/sn)
Penta Eritrol Tetra Nitrat	$C_5H_5N_4O_{12}$	Kapsül infilaklı fitil	830
Kurşun Azot	$Pb(N_3)_2$	Kapsül	-
Civa Tulmanit	$Hg(ONC)_2$	Kapsül	-
RDX		Kapsül	835

Kapsül imalatında kullanılan bu patlayıcılar büyük miktarda gaz çıkan gaz ve doğrudan kaya patlatma işlerinde kullanılmaz. Ancak yerel ve çok kuvvetli şok yarattıklarından dinamitleri ateşlemekte kullanılırlar.

2.3.1.3.2. Yüksek Hassasiyetli Patlayıcılar

Bütün cins dinamitler bu gruba girerler. Bunların patlatma hızı genellikle 2500-7600 m/sn' dir. Patlamaları ani ve çok şiddetli olduğundan, çok miktarda ve yüksek basınç altında gaz çıkarırlar. Böylece kaya şokla parçalanır ve gaz basıncıyla ileri püskürtülür. Bunların çeşitleri şöyledir: Nitrogliserin esaslı dinamitler, amonyum nitratlı dinamitler, jelatin dinamitler, yarı jelatin dinamitler, antigrizutin dinamitler. Nitrogliserin esaslı dinamitler taneli bir yapıya sahiptir. Yapılarında nitrogliserinin yanında nitroselüloz, hatta talaş içerirler. Kartuşlar erimiş muma batırıldığından suya karşı dirençleri yeterli düzeydedir. Ancak kudretleri, içerdikleri nitrogliserin yüzdesi ile ifade edilir.

Amonyum nitratlı dinamitler tane görünümündedir. Bu dinamitlerde nitrogliserin miktarı çok azaltılmıştır. Nitrogliserin hassaslaştırıcı olarak kullanılır. Esas enerji kaynağı amonyum ve sodyum nitratıdır. Bu dinamitler ısı ve şoka daha az hassas ve suya daha az dirençlidirler. Hem nitrogliserin hem de amonyum nitrat esaslı dinamitler genellikle açık ocaklarda dip şarj veya yemleyici olarak kullanılırlar. Bunların kartuşları sudan etkilenmemeleri için deliğe kırılmadan atılmalıdır. Jelatin veya yarı jelatin dinamitler sudan etkilenmeyecek bir yapıya sahiptirler. Bu dinamitlere ilave edilen nitrokoton nitrogliserin ile birleşerek kıvamlı ve yapışkan bir jel oluşturur. Nitrokoton yüzdesi arttıkça yapışkanlık artar. Nitrokoton ile nitrogliserini çözündürerek elde edilen suya dirençli jel suda erimez ve dinamit katkı maddelerini birbirine yapıştırır (Şeran ve Akay, 1999).

2.3.1.3.3. Patlayabilir Karışımlar

Açık ocaklarda esas delik şarjı olarak kullanılan başlıca iki tür patlayabilir karışım vardır. Bunlar;

- Kuru Patlayıcı Karışımlar (ANFO)
- Sulu Patlayıcı Karışımlar (Slurry, Water gel, Emülsiyon)

Patlayıcı karışımlar adından da anlaşılacağı gibi kendi başlarına patlayabilir özellikte olmayan iki veya daha fazla maddenin karıştırılması ile oluşturulur. Bu iki maddeden biri yakıt diğeri oksitleyicidir.

Kuru patlayıcı karışımlar, yapımında su kullanılmayan ve 8 nolu kapsülle patlatılmayan her karışım kuru patlayıcı karışım olarak adlandırılmaktadır. En bilinen örneği ANFO olarak adlandırılan amonyum nitrat (AN) ve fuel oil (veya mazot) karışımıdır. ANFO, Prill Poroz Amonyum Nitrat ile motorinin oksijen dengesi gözetilerek karıştırılması ile elde edilir. Tam proses kontrol altında, % 94,3 AN, % 5,7 motorin oranında hazırlanan ANFO, kuru deliklerde kullanılabilen bir patlayıcıdır. Kullanılan amonyum nitrat yüksek porozite, yüksek mazot emme ve muhafaza etme özelliğine sahiptir. Stoklamada en az 6 ay mazotu bünyesinde tutar (Şeran ve Akay, 1999).

ANFO'nun patlatılabilmesi için PRIMER olarak isimlendirilen yüksek hassasiyetli patlayıcıların kullanılması gerekir. Ayrıca primerin patlatma deliği çapına yakın çapta stabil bir detonasyon sağlayabilecek olması istenilen özelliklerindedir. ANFO' nun detonasyon hızı, patlatma deliğinin çapına bağlı olarak değişir. En yüksek detonasyon hızına 250 mm çaplı deliklerde ulaşmaktadır (4400 m/sn). 25 mm'den daha küçük çaplı deliklerde ise stabil patlatma göstermemektedir. Bu nedenle ANFO'nun orta ve geniş çaplı deliklerde (75-250 mm) ve kuru ortamda kullanılması halinde en uygun verim alınabilmektedir. ANFO'nun delik çapına bağlı olarak patlatma hızı ve metre başına şarj miktarı Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.6 ANFO'nun delik çapına bağlı olarak patlatma hızı ve metre başına şarj miktarı (Şeran ve Akay, 1999).

Delik Çapı		Patlatma Hızı	ANFO Miktarı	
mm	inç	m/sn	kg/m	lb/lt
38	1 1/2	2100-2700	0,9-1	0,6-0,7
51	2	2600-3000	1,6-1,9	1,1-1,3
76	3	3000-3300	3,7-4,5	2,5-3,0
102	4	3300-3600	6,5-7,7	4,4-5,2
127	5	3500-3800	10,3-12,2	6,9-8,2
152	6	3700-3900	19,8-23,5	13,2-15,8
203	8	3800-4000	26,2-31	17,6-20,8
230	9	3900-4100	29,8-39,9	20-26,8

ANFO'nun verimli bir patlayıcı olarak kullanılabilmesi için aşağıdaki özelliklerin bulunmasına özen gösterilmelidir.

- Homojen bir mazot karışımı,
- Optimum detonasyon hızını verebilecek bir yoğunluk,
- Akıcı granüllerden oluşan görünüm.

• **Homojen Bir Mazot Karışımı**

Amonyum Nitrat'a ilave edilen Fuel Oil miktarının, oksijen dengesinin sağlanması ve maksimum düzeyde enerji elde edilmesi bakımından belirli bir oranda olması gerekmektedir. Fuel Oil'in ağırlıkça % 5,7'den az olması Amonyum Nitratın sağladığı oksijenin hepsinin karbon tarafından kullanılmamasına, serbest kalan oksijeninde reaksiyon sıcaklığında azot ile birleşerek azot oksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) gibi tehlikeli azot oksitlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu olay kendini patlatma sonucu oluşan kahverengi-sarı renkli duman ile kendini belli eder. Bu durumda % 35 oranında enerji kayıpları olduğu tahmin edilmektedir. Fuel Oil oranının % 5,7'den fazla olması ise karbonun fazla olmasına, dolayısıyla karbon dioksit (CO₂) yerine yine çok zehirli olan karbon monoksit (CO) gazının oluşmasına ayrıca yukarıdaki oranda olmasa bile belirli bir oranda enerji kaybına sebep olmaktadır (Tek ve Erdil, 1998).

- **Optimum Detonasyon Hızını Verebilecek Bir Yoğunluk**

Bu konuda yapılan denemeler düşük yoğunluklu TAN'dan hazırlanan ANFO'nun detonasyon hızının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Yerli nitrat ile yapılan ANFO'nun patlatma hızı 2000-2700 m/sn iken ithal nitrat ile yapılan ANFO'nun patlatma hızı 3500-4400 m/sn'dir). Yerli TAN yoğunluğunun 0,96 gr/cm³ kaliteli, ithal nitrat yoğunluğunun 0,69 gr/cm³ civarında olduğu bilinmektedir. Yapılan uygulamalarda ithal nitrat ile üretilen ANFO'nun % 11-15 oranında daha az bir tüketim, yüksek detonasyon gücü nedeniyle de daha fazla veri gösterdiği tespit edilmiştir (Tek ve Erdil, 1998).

- **Akıcı Granüllerden Oluşan Görünüm**

ANFO taneciklerinin akıcı bir görünüm sağlanması, bünyesine aldığı Fuel Oil'i emerek yüzeyinin kuru kalması her şeyden önce şarj kolaylığını sağlamaktadır. Bu hususun bilincinde olan bazı TAN üreticisi yabancı firmalar, Poroz TAN taneciklerinin yüzeyini uygun nitelikte organik ve inorganik maddelerle kaplamak suretiyle TAN'ın çevre koşullarından etkilenmesini bir ölçüde önlemekle, depolama sırasında ve delik içerisinde bekletilen ANFO'nun mazotu bünyesinden bırakmamasını, karışımın uzun süre homojen ve akıcı bir şekilde kalmasını sağlamaktadır.

ANFO, sürtünmeye ve darbeye karşı, bünyesinde nitrogliserin veya nitro-glikol ihtiva eden patlayıcılara oranla çok daha duyarsız ve güvenlidir. Ayrıca, stoklama veya kullanım sırasında, içeriğinde nitrogliserin bulundurmaması sebebi ile baş ağrısı ve diğer sağlık sorunlarına neden olmaz (Tek ve Erdil, 1998). ANFO'ya ait özellikler Çizelge 2.7 de verilmiştir.

Çizelge 2.7 ANFO özellikleri (Web 5)

İdeal patlama hızı	4850 m / s
İdeal patlama basıncı	48960 atm
İdeal patlama ısısı	2946° K
125 mm Kartuşla patlama hızı	4000-4200 m / sn
Patlama enerjisi	3,89 Mj / Kg
Yoğunluk	0,78-0,80 gr / cm ³
Suya dayanıklılığı	Yok

Sulu patlayıcı karışımlar, sulu deliklerde patlamayan ANFO'ya bir seçenek olarak geliştirilmişlerdir. Başlıca türleri; Çamurumsu karışımlar (slurry), yarı akışkan karışımlar (Water-gel), krema tipi karışımlar. Çamurumsu karışımlarda su oranı % 5 ile % 40 arasında değişir. Diğer katkı maddeleri de örneğin AN % 40-% 70, TNT % 20-%35 oranlarında konulabilir. Diğer bir deyişle sonsuz çeşitte çamursu patlayıcı karışım yapmak mümkündür.

Sulu patlayıcılar karışımların su direnci jelatin dinamitlerinkine eşit veya daha fazla olup 'çok iyi' olarak tanımlanabilir. Sulu patlayıcıların yoğunlukları suyun yoğunluğundan fazla olduğundan sulu deliklerde kolayca dibe çökerek suyu delikten dışarı atar ve suda erimediği ve su ile karışmadığı için yüksek verimle patlar. Yoğunlukların fazla olmasının bir yararı da belirli çaptaki (hacimdeki) deliğe daha fazla patlayıcı enerjisi yerleştirmeyi mümkün kılmasıdır. Böylece kaya iyi parçalanabilecek veya aynı deliğe daha fazla enerji yerleştirilebildiği için delikler arası mesafeler büyütülebilecek ve daha randımanlı madencilik yapılabilecektir. Ancak burada Çamursu patlayıcılar ANFO'ya göre çok daha pahalı olduğunu belirtmek yararlı olacaktır (Tek ve Erdil, 1998).

Sulu patlayıcı karışımlar teknolojisi çok yeni ve henüz gelişme safhasındadır. O bakımdan bu tür patlayıcı madde kullanmak isteniyorsa uzmanlara danışmak, literatürü takip etmek ve çok değişik firmalardan teklif istemek akıllıca bir yoldur. Çamursu patlayıcı karışımların yararları suya dirençli oluşları, delik doldurma işleminin hızlı olması, deliği tamamen doldurması ve sudan ağır olması olarak sayılabilir. Sakıncaları ise ANFO'dan pahalı olması ve çok çatlaklı boşluklu kayalarda formasyona sızarak maliyeti arttırmasıdır.

2.3.1.4. Patlayıcı Madde Üretimindeki Son Gelişmeler

Patlayıcı maddeler üzerindeki geliştirme çalışmalarına özellikle ANFO, ağır-ANFO ve bulamaç türü patlayıcılarda devam edilmektedir. Ayrıca amonyum nitrat (AN) kalitesinin artırılmasına, böylece AN içeren patlayıcılarda verim artışına gayret gösterilmektedir. Bazı kaya ortamlarında gerçekleştirilen patlatmalarda, patlayıcı maddenin infilak hızı azaltıldığında daha iyi verim alındığı anlaşılmıştır. Bu durum, patlayıcı madde- kaya etkileşiminin tartışılmasına ve patlayıcıların ideal veya ideal olmayan şekilde infilakına karşın kuramsal olarak gözden geçirilmesine yol açmıştır.

Patlayıcı maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, infilak sonucu ortaya çıkan enerjinin açığa çıkma hızını nasıl etkilediği araştırılmaktadır. Bu çerçevede, yeni modern patlayıcıların üretiminde yüksek yoğunluklu AN'ın kullanılabilmesi ve bu tür patlayıcıların bazı kaya ortamlarında daha verimli olabileceği anlaşılmıştır.

Gözenekli AN tanecikleri (Prill), su yalıtım maddeleri ve kristal katkı maddelerin etkilenecek hazırlanan ANFO karışımlarında verim artışı sağlandığı bilinmektedir. Şimdi de gözenekli amonyum nitrat taneciklerinin (GANT) üretimi sırasında genişmiş plastik mikro-küreler ilave edildiği, daha sonra bu küreciklerin yerinde geniştikleri böylece düşük yoğunluklu bir katı madde (AN) ile daha yüksek yoğunluklu bir sıvı madde (mazot, fuel-oil) karışımı elde edildiği anlatılmaktadır.

Bir başka yenilik olarak, sulandırılmış ya da gücü hafifletilmiş patlayıcı madde olarak ifade edilebilen (Dilute Explosive Tile) ticari isimli patlayıcı madde sayılabilir. Bu patlayıcı maddenin infilak basıncının ihtiyaca göre 3-50 kbar arasında değiştirebileceği ve itici gücünün temel özellikleri, düşük infilak hızı (2500 m/s), daha uzun infilak süresi ve uzun ömrüdür (Bilgin,1996).

2.3.2. Ateşleme Yöntemleri ve Elemanları

Patlatma işlemlerinde iyi sonuçlara en iyi delikteki patlayıcı maddeyi ateşleyecek gereçler dikkatle seçildiğinde ve kullanıldığında ulaşılabilir. Ateşleme yöntemleri iki gruba ayrılır. 1-Elektriksiz ateşleme elemanları: Emniyetli fitil-Adi kapsül, infilaklı fitil, elektriksiz kapsüller (Non-Electric şok tüpleri). 2-Elektrikli ateşleme elemanları: Gecikmesiz elektrikli kapsüller, gecikmeli elektrikli kapsüller.

Halen kullanılan ateşleme yöntemlerini şöyle sıralayabiliriz:

- Emniyetli fitil-adi kapsül
- Elektrikli kapsüller

- İnfilaklı fitil ve gecikmeli röleleri
- Patlayıcı sıvanmış şok tüpü (NONEL)

2.3.2.1. Emniyetli Fitol-Adi Kapsül

Bu yöntem ilk bulunan ateşleme yöntemidir. Ancak günümüzde çok az kullanılmaktadır. Az sayıda delikten oluşan küçük gruplarda elektrikle ateşlemenin tehlikeli olduğu metal madenlerinde küçük taş ocakları ve madenlerde kullanımı yaygındır (Şeran ve Akay, 1999). Adi Kapsüllere ait görünüm Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9 Adi kapsül

2.3.2.2. Elektrikli Kapsüller

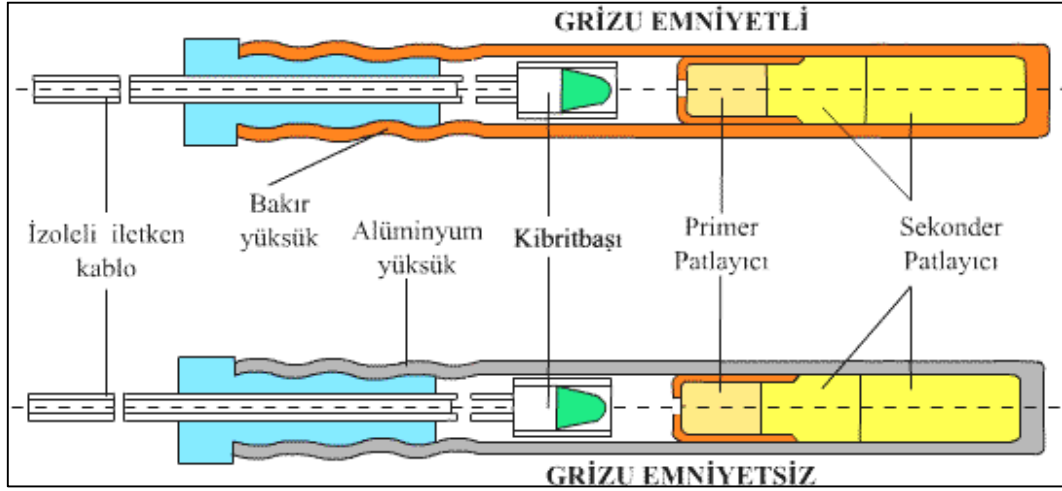
Elektrikli ateşlemenin en büyük yararı yeterli güçte bir enerji kaynağı olmak koşulu ile gecikme kullanılarak diğer hiçbir ateşleme yöntemiyle atılamayacak kadar çok sayıda deliğin birlikte patlatılmasına olanak tanınmasıdır. Elektrikli ateşlemede başarı aşağıdaki dört genel koşula bağlıdır (Şeran ve Akay,1999)

- Patlatma devresinin doğru şekilde seçimi ve uygulanması
- Patlatma devresinin gerektirdiği kuvvette bir enerji kaynağı
- Elektrikli ateşlemede kaza sebeplerinin bilinmesi ve önlenmesi
- İyi kablo bağlantıları ve devrenin atım öncesi kontrolü

Elektrikli kapsüller başlıca iki çeşittir:

- Elektrikli Gecikmesiz Kapsüller
 - Elektrikli Gecikmeli Kapsüller
- **Elektrikli Gecikmesiz Kapsüller:** Elektrikle ateşlenebilen bu kapsüller, hem açık hem de kapalı ocak türü işletmelerde kullanılır. Su sızdırmazlığı vardır. Adi kapsüllerden farklı olarak içinde ateşleyici kibritbaşı mevcut olup üzerindeki nakil

telleri aracılığıyla ateşlenirler. Bu kapsüller özel olarak imal edilmiş manyetolarla ateşlenir.



Şekil 2.10 Elektrikli gecikmesiz kapsüller

Elektrikli kapsüller, alüminyum ve bakır yüksüklü olarak imal edilmektedir. Bakır yüksüklü kapsüller, kömür ocakları ve benzeri grizu tehlikesi olan ocaklarda kullanılmak için üretilmektedir. Alüminyum yüksüklü kapsüller ise genel maksatlardır (Şekil 2.10).

Bu tür kapsüllerin ateşlenebilmesi için en az 3 mWs/Ohm enerji gerekmektedir. 0.8 mWs/Ohm ve onun altındaki değerlerde kapsül kesinlikle patlamaz. Bu maksatla üretilen manyetoların periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Ayrıca kapsüllerin ambalajı üzerinde belirtilen direnç gruplarının büyük önemi vardır. Aynı seride farklı grupların kesinlikle kullanılmaması gerekir. Aksi halde yüksek grupların öncelikle patlayarak devreyi kopartması, dolayısıyla düşük direnç grubundan kapsüllerin patlamaması durumu ile karşılaşılabilir. İlave olarak toplam devre direncinin (patlatma kablosu dahil) manyeto kapasitesinin altında olmasına özen gösterilmelidir. Hem bu maksatla hem de devrenin sağlam (kısa devre, eksik bağlantı, hatalı kapsül olmaması) olup olmadığını kontrol maksadıyla ateşleme öncesi gerekli tedbirler alındıktan sonra devre kontrolü yapılmalıdır.

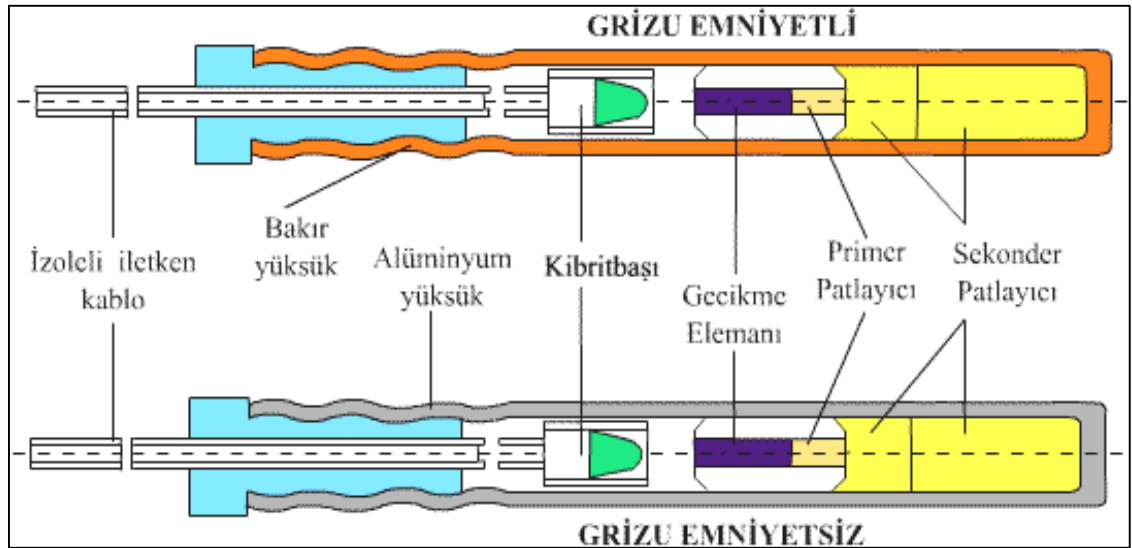
Elektrikli kapsül kullanımında,

- Bir seride aynı direnç grubunda kapsüllerin kullanılmasına
- Kapsüllerin statik elektriğe, darbeye, şoka maruz kalmamasına
- Kablolarda kırık, sıyrık, düğüm olmamasına

d) Bağlantıların dikkatli yapılmasına, gevşek kablo bağlantısı olmamasına, bağlantı yerlerinden toprağa veya suya dokunmamasına dikkat edilmelidir.

Uygun olmayan depo şartlarından dolayı oksitlenmiş bakır yüksüklü elektrikli bakır kapsüllere asla dokunulmamalıdır. Ayrıca, kapsüle temas etmeden evvel vücutta birikebilecek statik elektriğin boşaltılmasına dikkat edilmeli, kablo boyu uzatmak için yapılabilecek ilave kablo ekleme işinin emniyetli bir bölgede, sağlam bir şekilde ve izole edilerek yapılmasına özen gösterilmelidir.

• **Elektrikli Gecikmeli Kapsüller:** Elektrikle ateşlenen bu kapsüller, 30 milisaniye aralıklı 16 kademe, 500 milisaniye aralıklı on kademe imal edilmekte olup bir atımda daha fazla patlatma yapmak, daha fazla verim almak ve çevreye verilebilecek zararı minimuma indirmek için kullanılmaktadır. 30 milisaniye aralıklı olarak üretilen gecikmeli kapsüller alüminyum ve bakır (grizu emniyetli) yüksüklü olmak üzere iki türdür. Bu kapsüllerin güçleri elektrikli kapsüllerle aynıdır. Farkları, ateşleyici ile hassas patlayıcı arasında gecikme elemanının bulunmasıdır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Elektrikli gecikmeli kapsüller

Bu kapsüllerin kullanılması ve depolanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar, elektrikli kapsüller ile aynıdır. Ancak kullanım esasına dikkat edilecek bir diğer husus gecikme kademelerinin doğru deliklere yerleştirilmesidir.

2.3.2.3. İnfilaklı Fitol ve Gecikme Röleleri

İnfilaklı fitil, yapısında infilak hızı 7000 m/s olan PETN (Pentaerythrol tetranitrate) bulunan fitillerdir. Yüksek kudretli infilaklı fitiller 40 gr/m patlayıcı madde içerir.

Ancak bunlar çok fazla hava şoku yaratırlar. Tüpün çevresi suya karşı dirençli maddeler emdirilmiş bir dokuma kılıfla kaplanmıştır. İnfilaklı fitil delikteki yemi doğrudan ateşler, infilaklı fitilin kendisi ise fitile bağlanmış bir kapsülle ateşlenir. İnfilaklı fitil kullanıldığında gecikmeli patlama dışında kalın gecikme röleleri ile sağlanır. Röleler 5-400 ms arasında değişen sürelerde gecikme sağlayabilir.

Gecikme rölesi adeta iki ucu açık bir alüminyum boru içinde dip tarafları birbirine temas edecek şekilde yerleştirilmiş iki kapsülden oluşur. İnfilaklı fitilin tek sakıncası gürültü ve hava şoku yaratılmasıdır (Şeran ve Akay, 1999). İnfilaklı fitile ait görünüm Şekil 2.12’de verilmiştir.



Şekil 2.12 İnfilaklı fitil

Kullanım alanlarına göre 5 g PETN/m, 10 g PETN/m, 20 g PETN/m ve 80 g PETN/m olarak çeşitleri mevcuttur.

2.3.2.4. Patlayıcı Sıvanmış Şok Tüpü (NONEL)

Elektriksiz ateşleme yöntemleri arayışına ikinci çözüm Nitro Nobel firması tarafından geliştirilen NONEL ateşleme yöntemiyle gelmiştir. Yöntem 2 mm iç, 3 mm dış çapında ince, saydam plastik tüp kullanılır. Bu tüpün iç yüzeyine 0,02 gr/mm miktarında hassas bir patlayıcı madde tozu sıvanmıştır. Tüp bir kapsül veya infilaklı fitille ateşlendiğinden ateşlenen uçtan diğer uca 2000 m/sn gibi düşük bir hızla giden şok dalgası oluşur. Şekil 2.13’te nonel kapsüle ait görünüm verilmiştir.



Şekil 2.13 Nonel kapsül görünümü

Bu şok dalgası zayıf olup, tüpe zarar verecek yeterli enerjisi yoktur. O nedenle dinamiti ateşleyemez. Dinamiti ateşlemesi için diğer ucuna söz konusu şokla patlayabilecek hassasiyette bir kapsül koymak gerekir. Bu kapsüllerin içi tıpkı gecikmeli elektrikli kapsüllere benzer. Onlardan tek farkı kapsül ağzından iki tel çıkmayışı ve bunun yerine kapsül ağzına tüp takılmasıdır.

Nonel yönteminin başlıca yararları aşağıda verildiği gibidir.

- Kaçak elektrik ve radyo vericileri gibi nedenlerle olabilecek kazaen patlamalara karşı emniyetlidir.
- Serbestken veya sıkıştırılmışken ısı ve darbelere duyarlıdır. Patlamaz
- Nitrogliserin dinamiti gibi yüksek hassasiyetli patlayıcıları bile kendiliğinden ateşleyemez. Diğer bir deyişle dinamitlerle birlikte emniyetle taşınır.

2.3.2.5. Manyetolar

Patlatmalarda kullanılan manyetolar, atım grubuna ani ve yüksek bir enerji dalgası göndererek kapasite dâhilindeki bütün kapsüllerin sağlıklı bir şekilde ateşlenmesini sağlayan özel bir yapısı vardır. Patlatma manyetoları, değişik firmalar tarafından değişik kapasiteler ve türlerde üretilmektedir. Patlatma manyetolarında; resmi onaylı üreticilerin ürünlerinin olması, kapasitelerinin bilinmesi ve kontrollerinin zamanında yapılması konularına dikkat edilmelidir.

Patlayıcı firmaları tarafından üretilen, patlatma işlerinde güvenle kullanabilecek, iki farklı tip (Şekil 2.14) manyetonun teknik özellikleri Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.8 Dyno Nobel CB 20-VA şarjlı manyetolar (Web 6)

TEKNİK BİLGİ	
Boyutlar	72mmx65mmx245mm
Ağırlık	0,65 Kg
Kondansatör kapasitesi	200 µF
Kondansatör voltajı	540 V
Toplam devre direnci	77 Ω maks.



Şekil 2.14 Manyetolar

Çizelge 2.9 Indet DBR–12 Kurmalı (Kollu), grizu güvenli manyetolar (Web 6)

TEKNİK BİLGİ	
Boyutlar	200mmx70mmx123mm
Ağırlık	2,2 Kg
Kondansatör kapasitesi	25 μ F \pm %10
Kondansatör voltajı	1200 V
Kondansatör enerjisi	18 J
Manyeto iç direnci	6 Ω maks.
Ateşleme süresi	4 ms maks.

2.3.3. Patlayıcı Maddelerin Depo Edilmesi

Fenni ziyaretçi tarafından görevlendirilmiş veya izin verilmemiş kimselerin patlayıcı madde deposuna girmesi yasaktır. Patlayıcı madde depolarında, bir patlayıcı madde kayıt defteri tutulur. Deftere, patlayıcı maddenin teslim alınma, dağıtılma ve geri alınmalarına ilişkin bilgilerle birlikte bu işlerle ilgili sorumlu ve yetkili kimselerin adı ve sicil numaraları yazılır.

Akaryakıt, yağ, karpit, asetilen, eter vb. gibi yanıcı ve patlayıcı maddeler, patlayıcı maddelerin depolandığı yerlere veya yakınına konulmaz. Patlayıcı maddeler orijinal ambalajlarında taşınır ve depolarda da orijinal ambalajlarında bulundurulurlar.

Patlayıcı maddeler kullanacak, muhafaza edeceklerin, İçişleri Bakanlığı'ndan muhafaza ve depolama ruhsatnamesi almaları mecburidir. Bu ruhsatnamelerde tespit edilen azami miktarlara göre patlayıcı maddeler muhafaza ve depo edilecektir.

Kapsüller patlayıcı maddeler ile aynı hücrede veya sandıkta bir arada muhafaza edilemez. Ancak 300 adedi geçmeyen dinamit kapsüllerin dinamit muhafaza edilen bir depoda kapalı bir sandık veya dolap içinde bulundurmak suretiyle saklanması mecburidir.

Patlayıcı madde depolarında barut ve patlayıcı madde konulması veya alınması gündüzleri yapılmalıdır. Gece çalışması gerektiğinde, açık alevle yaklaşılmayıp, pilli el lambalarıyla veya akümülatörlü madenci lambalarıyla depolar aydınlatılmalıdır.

2.3.4. Ateşleme Gereçlerindeki Son Gelişmeler

Yüksek güvenilirlik ve olağanüstü emniyetli ateşleme sistemleri araştırmalarına devam edilmiştir. ABD Sandia Ulusal laboratuvarında bilhassa enerji hammaddeleri, araç-gereç fiziği, kurumsal çalışmalar, deneysel çalışmalar ve üreticilerle yakın işbirliğine ağırlık verilmiştir. Kurşun asit, kurşun sifinat, Pentaeritrol tetra nitrat (PETN), HMX ve HNS içeren kapsüller ve kızgın tel ile köprü teliyle, şok ile ve yarı iletken ve optik enerji

kaynaklarıyla ateşleme yöntemleri başlıca araştırma konuları arasındadır. Özellikle elektro-statik ve elektro-manyetik yüklere karşı artan emniyet gereksinimi nedeniyle optik sistemlere ve mikro elektronik işlemci teknolojilerine ağırlık verilmiştir.

Değişik firmalarca geliştirilmiş Electrodet, ExEx1000 ve DSL2, DSL3 ticari isimli elektronik kapsül sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu elektronik sistemler genellikle 1 ms (milisaniye)'lik fasılalarla, 1 ile 30 ms arasında istenen gecikme zamanını seçmeye olanak tanımaktadır. Akıllı kapsüller olarak tanımlanabilecek bu kapsüller, fabrikada, depoda veya elde taşınan küçük bir terminal ile delik içinde iken programlanabilmektedir. Gecikme zamanları gerçek zamana, göreceli zamana veya kullanıcı tarafından belirlenecek belli bir programa göre seçilebilmektedir. Bunlardan DSL3 sisteminin gerçekten akıllı elektronik kapsüller olduğu ifade edilmektedir. Bunların, gerçek zamanda, atım devam etmekte iken, herhangi bir delik içindeki kapsülün ateşleme zamanını değiştirebilmeye olanak sağladığı ifade edilmektedir. Şöyle ki; yüzeyde delik çevresine yerleştirilmiş bir dizi algılayıcı, sağlam bir hat ile kumanda merkezine bağlanmaktadır. Algılayıcılardan merkeze ve merkezden delik-içi kapsüllere iletişim radyo dalgaları ile yapılmaktadır. Bu yolla delikten yayılan istenmeyen büyüklükteki yer titreşim dalgalarını yok etmenin mümkün olduğu belirtilmektedir.

Elektronik kapsül sistemleri, her ne kadar, normal işletme patlatmalarında, çok-kademeli basamak patlatmalarında, savurmalı dekapaj (cast blasting) ve çok kademeli ön-çatlatma uygulamalarında ve yer sarsıntısını azaltmada çok başarılı olmuş iseler de bazı sakıncaları vardır. Başlıca sakıncaları yüksek fiyatlı oluşları, kullanıcı (eğitim) güçlükleri ve bağlantılarla ilgili problemlerdir.

Elektrostatik ve elektromanyetik nedenlerle oluşan kazaları önlemede yeterli olmaları nedeniyle şok ile patlatmalı (elektriksiz) ateşleme sistemleri daha çok kullanılmaya başlanmıştır (Bilgin,1996).

2.4. Patlatma ile Parçalanma Mekanizması

Kayaları gevşetmek veya parçalamak amacıyla kullanılan patlayıcı maddelerin istenen sonucu yaratması, onların kalan miktarın belirli bir bölümüne aniden ve çok büyük miktarlarda enerji verebilme kabiliyetlerinde yatmaktadır. Delikteki patlayıcı madde ateşlendiğinde bir saniyenin binde biri gibi çok kısa bir sürede olan hidrodinamik reaksiyon sonucu patlayıcı enerjisi, çok yüksek basınç ve sıcaklıktaki gaz şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu enerji deliği çevreleyen kaya üzerinde balyoz

darbesi şeklinde etki yapmakta, böylece deliği çevreleyen kayaya uygulanan çok büyük basınçlar kayanın kırılıp parçalanmasına yol açmaktadır.

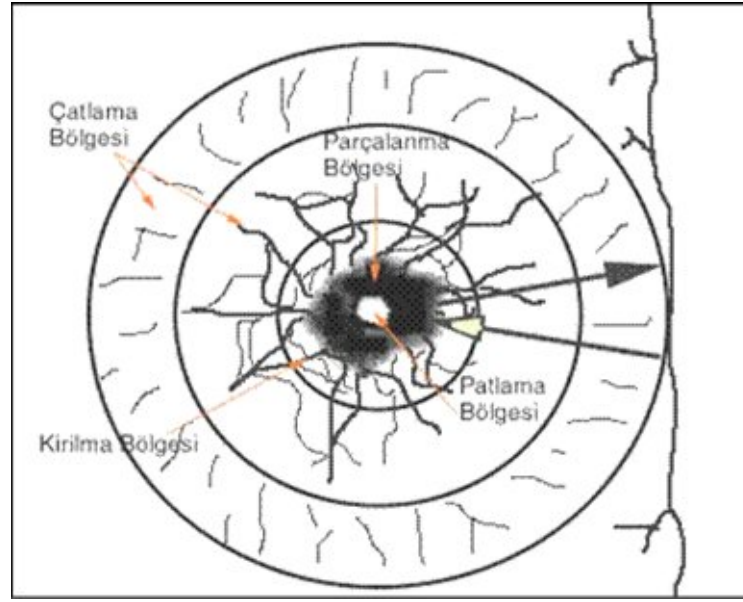
Deliğe konulup sıkılması yapıldıktan sonra patlayıcı maddenin parçalanma ve ötelenmeye kadar geçen olayları dört temel aşamada incelenebilmektedir.

- Detonasyon
- Şok ya da birim deformasyon dalgalarının yayılımı
- Gaz basıncının yayılımı
- Kütle taşınması

İlk aşamada yer alan parçalanma olaylarını (birincil parçalanma mekanizmalarını) daha iyi anlayabilmek için deliğin basamak aynaları gibi serbest yüzeyden uzakta, diğer bir deyişle sonsuz bir kaya ortamı içinde açıldığını düşünürsek, böyle bir delik kesiti Şekil 2.15’de gösterilmiştir. Ortada görülen kısım patlayıcı maddenin yerleştirildiği deliktir (patlatma bölgesi). Bu deliğin civarı darbenin etkisiyle plastik deformasyona uğrar. Diğer bir deyişle delik cidarı yoğrulmuş bir hamur gibi şekil değiştirir. Plastik deformasyon bölgesi genellikle kaya özelliklerine göre bir veya birkaç milimetre genişliğindedir. Kil gibi plastik deformasyonlarda kırılma olmaksızın deliğin genişlemesi şeklinde görülen bir deformasyon deliğin kovan yapması olarak adlandırılır. Patlatma boşluğu ve plastik deformasyon bölgesini parçalanma bölgesi (geçiş bölgesi) çevreler. Bu bölge iki alt bölgeden oluşur. İç tarafta kırılma bölgesi, bunun dışında çatlama bölgesi vardır. Kırılma bölgesinde kaya tamamen parçalanmıştır. Bu bölgedeki parçalanma darbe sonucu oluşan basınç birim deformasyon dalgasının (BDD) kayanın dinamik basınç-birim deformasyon limitinden (plasticyield) fazla olması nedeniyle oluşur. Kırılma bölgesi genişliği genellikle delik çapının 7,5 katına kadar genişlediği görülmüştür. Kırılma olayının yaratan BDD’ nin şiddeti gittikçe azalır ve daha fazla kırılma yaratmaz. Ancak yarattığı yoğun ışımsal (yarıçap yönünde) basınç sonucu dalga cephesine teğet yönde dinamik çekme birim deformasyon dalgaları (ÇDD) oluşur. ÇDD dalgaları da dinamik çekme birim deformasyon limitini aştığı sürece ışımsal çatlamlar devam eder.

Hem ışımsal (radyal) hem de teğet çatlakların olduğu çatlama bölgesi, ışımsal çatlakların ucu ile sınırlanır. Çatlama bölgesi genişliğinin delik (şarj) çapının on iki katına kadar ulaştığı görülmüştür. Patlatmanın yarattığı basınç dalgası parçalanma bölgesindeki kırılma ve çatlama olaylarında enerjinin bir kısmını harcadığından şiddetin düşmesi (sönmesi) sonucu ve yakında serbest yüzey bulunmadığından elastik titreşim

dalgası olarak sonsuz kaya ortamı içinde dağılır gider. Titreşimlerin olduğu bu bölgeye sismik bölge adı verilir.



Şekil 2.15 Kaya ortamı içindeki bir patlatma deliği çevresindeki parçalanma olayı
Bingöl,(2001)

Eğer yakında basamak aynası veya açık fay, açık eklem gibi süreksizlikler varsa bunları birer serbest yüzey olarak etkiler. Sismik bölgede titreşimlere neden olan BDD bu serbest yüzeye geldiğinde, hava boşluğuna geçmeyerek yansır ve ÇDD dönüşür. Bu yansıyan dalga yeterli şiddete ve genellikle kayaların çekme dayanımları çok düşük olduğu için kaya yaprak yaprak parçalanmaya başlar. Birbiri peşi sıra gelen BDD'ları haline dönüştükçe dilim dilim koparıma olayı da devam eder. Dilimlenme olayı ikincil parçalanma mekanizmalarının ilkidir.

İkincil parçalanma mekanizmalarının ikincisi ise formasyonların kontak ve dokunaklarında görülür. İki ayrı cins kayanın deformasyon modülleri arasındaki fark arttıkça gelen BDD'sinin bu formasyonlarda yarattığı deformasyonlarda farklı olur. Birim deformasyon farklılığının büyüklüğü tabakaların farklı hareketi sonucu makaslama çatlama yaratır.

İkincil parçalanma mekanizmalarının üçüncüsü çatlakların gaz basıncıyla açılıp uzamasıdır. Patlayıcı maddenin meydana getirdiği basınç altındaki gaz hem doğal hem de patlatmayla yaratılmış çatlaklara girerek onları yarar ve karma etkisi yaratarak çatlakların uzamasına yol açar.

Hem deliği çevreleyen çatlakların uzaması ve hem de serbest yüzeyde deliğe doğru, dilim dilim parçalanma sonucu arada çok dar bir kaya bölümü parçalanmamış olarak kalır. Bu kısım ise deliği çevreleyen çatlakları dolduran fakat henüz yeterli

düzyeyde olan gaz basıncı ile ileri doğru püskürtülerek parçalanır. İkincil parçalanma mekanizmalarının dördüncüsü olan gaz basıncının püskürtülmesiyle parçalanma ile delik grubunun yer aldığı basamak bölümü tamamen parçalanmış ve bir miktar kabarak öne (ocak içine) doğru ötelenmiş olur.

Böylece patlatılan kısmın parçalanması tamamlanır. Daha sonra son sıra (en gerideki) deliklerinin gerisinde bulunan ve patlatma sonucu basınç birim deformasyonuna maruz kalmış (sıkışmış) olan basamak bölümü önündeki yükün aniden kalkması sonucu birden ferahlar ve bunun sonucu olarak patlatmanın gerisinde kalan basamakta aynaya paralel dik ve dike yakın çatlaklar oluşur. Sıkıştırılmış bir yayın aniden serbest bırakılması sonucu geri uzamasına benzer bir yolla basamağın arka kısımlarında paralel çatlakların oluşumu yük boşalmasıyla çatlama olarak adlandırılır. Böylece ikinci parçalanma mekanizmaları da sona erer. Basamaklarda açılan deliklerin şarjı, silindirik olduğundan, dalgaların yayılımı şarjın taban ve tavan kısmında küresel olurken orta kısmında silindirik bir hal almaktadır.

2.5. Patlatma Tasarımlarının Amacı ve Tasarım Parametreleri

Günümüz madenciliğinde yapılan patlatmalarda ekonomik şartlar aranmaktadır. Bu şartların sağlanabilmesi doğru yapılacak bir patlatma tasarımıyla mümkün olmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde tasarım yapmanın amacı ve parametreler hakkında bilgiler verilmiştir.

2.5.1. Patlatma Tasarımlarının Amacı

Madencilik faaliyetlerinde ekonomik ve emniyetli bir patlatmanın gerçekleşmesi, ancak iyi ve doğru uygulanan bir patlatma tasarımı ile mümkün olabilmektedir. İyi ve doğru uygulanan bir patlatma tasarımından kastedilen; yükleyici ekipmanın verimliliği ve/veya sonraki işlemlerde kullanımı mümkün olabilecek parçalanma boyutuna getirme, yeterince kabarmış, bir miktarda ötelenmiş, gevşek bir yığının elde edilmesine izin veren ve patlatma sonrasında oluşan olaylar (yersarsıntısı, toz oluşumu, gaz birikimi, hava şoku, fırlayan kaya parçaları vs.) neticesinde en asgari noktada seyredecek bir patlatmanın sonuçlarını önceden tahmin etmek olacaktır.

Bütün bunlar göz önünde bulundurulursa delme ve patlatma; çoğu işletmede, üretim sürecinin ilk işlemini oluşturmaktadır. Doğru uygulanacak bir delme-patlatma tasarımında madencilik faaliyetlerini yürüten işletmelerin istemediği;

- Gereksiz yere patlatma deliği delme,

- Patlayıcı madde ve elemanlarının aşırı tüketimi,
- Tahkimat işlemleri için doğru kesit açılmaması,
- İstenmeyen parça boyutu

gibi faktörlerden kaçınılmış olunacaktır.

Yapılacak patlatma tasarımlarında her bir patlatma deliğine konulacak patlayıcı madde miktarını tespit etmek, ayrıca yükleme kolaylığı temin edecek belirli bir parça boyutunu sağlayacak delik paterninin hazırlanması sağlanmış olunacaktır.

2.5.2. Patlatma Tasarım Parametreleri

Maden üretim sürecinde patlatmanın önemi bilindiğinden, konuyla ilgili değişik çalışmalar çeşitli araştırmacılar tarafından uzun süreden beri yoğun bir biçimde sürdürülmektedir. Ancak konunun karmaşıklığı ve koşulların zorluğu nedeniyle hala yanıtlanması gereken pek çok husus mevcuttur. Teknik, ekonomik ve emniyet açısından iyi ve güvenilir bir patlatma tasarımı üzerinde etkili olan pek çok parametre sözkonusudur. Bu parametreleri aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür (Hoek & Bray, 1991; Dick ve Ark., 1983; Tamrock, 1984; Atlas Powder, 1985; Bilgin, 1986; Olofsson, 1988; Konya ve Walter, 1990; Bilgin ve Paşamehmetoğlu, 1993; Singh, 1993).

i. Kaya Birimlerinin Malzeme ve Kütle Özellikleri

- Yoğunluk
- Basınç, çekme, darbe dayanımları
- Sismik dalga hızı
- Empedans
- Süreksizlik durumu ve kütleli olarak sağlamlık derecesi
- Su durumu
- Elastik modülü
- Poisson oranı
- Değişkenlik durumu (homojenlik, anizotropi ve izotropiklik)
- Sertlik

ii. Patlayıcı Maddenin Cinsi, Özellikleri ve Dağılımı

- Yoğunluk
- Patlama hızı
- Kudret (güç)

- Hassasiyet
- Suya dayanım
- Dona dayanım
- Gaz özellikleri
- Patlama ısı ve özgül gaz hacmi
- Depolama şekli ve süresi

iii. Patlatma Geometrisi

- Delik çapı, yeri, eğimi ve boyu
- Delik düzeni
- Dilim kalınlığı, delikler arası mesafe
- Basamak aynasının şekli, durumu, yüksekliği, eğimi
- Sıkılama payı
- Delik taban payı
- Şarj şekli, delik içi dağılımı
- Atım grubu boyutları
- Yemleme, ateşleme şekli ve düzeni
- Gecikme tipi ve süresi

Yukarıda değinilen bu üç temel unsurun aralarındaki ilişkilerin ortaya konulması ile tasarım için uygun yaklaşımlarda bulunmak mümkün olmaktadır. Ancak, birçok araştırmacının kabul ettiği ve yanıt aradığı iki anahtar parametre öne çıkmaktadır. Bu iki parametre; özgül şarj ve en uygun dilim kalınlığıdır. Bu iki parametreye (herhangi bir kaya birimi için) makul bir yanıt verildiği takdirde; kabul edilebilir yaklaşımlara dayalı olarak diğer tasarım parametreleri bunlara bağlı olarak hesaplanabilmekte ve tasarım tamamlanabilmektedir (Gustafsson, 1973; Langefors ve Kihlstrom, 1978; Leighton,1982; Tamrock, 1984; Olofsson, 1988; Bilgin ve Ark, 1986; Ashby, 1990; Arnoğlu, 1990; Konya ve Walter, 1990; Zeigler, 1991; Rustan, 1993; Singh, 1993; Özkahraman, 1994; Özer ve Anıl 1996).

Deneme-yanılma yoluyla yapılacak dilim kalınlığı ve özgül şarj miktarı belirleme çalışmalarında, maliyeti göz önüne almak gerekmektedir. Bu nedenle, ilk tasarım açısından makul bir değerdeki özgül şarj ve dilim kalınlığı değerinden başlamak çok olumlu sonuçlar verebilmektedir. Bu da ancak yukarıda ifade edilen üç ayrı temel parametre arasındaki ilişkilerin yorumlanması ile mümkün olabilmektedir. (Demirci ve Arkadaşları, 1999).

Konu ile ilgili çeşitli araştırmacıların geliştirdiği belirli ampirik ilişkilerden yararlanarak ve kaya koşullarını dikkate alarak, bir başlangıç dilim kalınlığı ve özgül şarj değeri belirlenmekte ve ön tasarım yapılabilmektedir. Uygulama sonunda; gerekli gözlemler, verimlilik ve maliyet analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilebilmektedir. En uygun değerlere ulaşmak için iterasyonlar yapılmakta ve işletme koşullarını da dikkate alan bu çalışmalar sonucu bulunan değerler, uygun değer olarak kabul edildiğinde tasarım kesinleştirilebilmektedir (Demirci ve Arkadaşları, 1999).

Tasarım parametrelerinden önemle üzerinde durulması gerekenlerden birkaçı hakkında bilgiler verilmiştir.

2.5.2.1.Kaya Birimlerinin Malzeme ve Kütle Özellikleri

Kaya özellikleri atım sonucunu önemli ölçüde etkiler. Örneğin kil gibi plastik davranış gösteren formasyonlarda kovan yapma ihtimali fazladır. Bu durumda yıkma enerjisi fazla olan, özgül gaz hacmi büyük olan patlayıcılar tercih edilmelidir. Bununla birlikte dilim kalınlığı ve buna bağımlı olan bazı parametreleri dikkatli seçmek gerekecektir. Kaya kırılğan ve masif ise kayanın kırılmasında birincil parçalanma mekanizmaları etkili olacağından seçilecek patlayıcı maddelerin daha kudretli ve daha yüksek ateşleme hızlı olması gerekir. Çok eklemlili ve çatlaklı zayıf kayalarda, formasyon zaten parçalanmış olduğundan; düşük yoğunluklu, düşük patlatma hızlı ve fazla gaz veren patlayıcı maddeler seçilmelidir. Keza formasyonun su durumu da önemlidir. Sulu kaya ortamlarında kullanılacak patlayıcı maddelerin sudan etkilenmeyen ve çözülmeyen cinslerin olmasına dikkat edilmelidir (Kahrıman,1999).

2.5.2.2. Patlayıcı Seçimi

Galeri patlatmalarında uzun zamandan beri, özellikle ülkemizde, nitrogliserin esaslı dinamitler kabul görmektedir. Son zamanlarda harç tipi ve emülsiyon tipi patlayıcılar devreye girmeye başlamıştır.

Galeri patlatmalarında delikler, özellikle kesme bölgesinde birbirine çok yakın delinmektedir. Gerekli önlemler alındığı takdirde;

- Birbirine yakın deliklerde bir önceki sırada patlayan delik, bir sonraki sırada patlatması gereken deliği, sirayet patlaması yolu ile ateşleyebilmektedir.
- Birbirine yakın deliklerde bir önceki sırada patlayan delik, bir sonraki sırada patlatması gereken delikteki patlayıcı maddedeki (özellikle toz patlayıcı ise)

sıkıştırarak yoğunluğunun artmasına, patlamaya duyarlılığının azalmasına yol açar. Dolayısı ile bazı delikler patlamamış ve yine patern bozulmuş olur.

- Kesme bölgesinde deliklerin çok yakın olması ve milisaniye aralıklar kullanılması nedeni ile eğer gereğinden kuvvetli veya yüksek konsantrasyon da patlayıcı madde kullanılır ise, kesme bölgesindeki kaya yapısında kilitleme meydana gelir.

Tüm bu olayların önüne geçebilmek için, öncelikle gereğinden fazla kuvvetli patlayıcı madde kullanmamak gerekir. İnce katmanlı zayıf kaya yapılarında titizlikle dikkat edilmesi ve doğru seçim yapılması gereken bir noktadır.

İkinci olarak, patlayıcı maddenin delik içerisindeki dağılımını kontrol etmektir. Deliğin içine konulması gereken miktarı yoğun bir şekilde deliğin dip kısmına koymak yerine, daha küçük çaplı kartuşlar kullanarak, ara takozları koyarak, delik boyunca dağıtmak daha doğru olmaktadır.

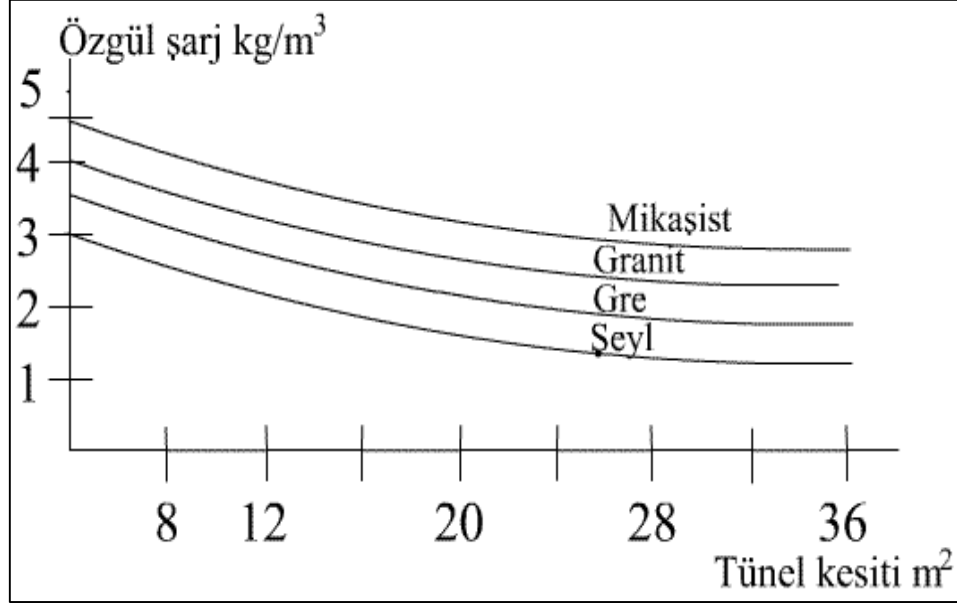
Üçüncü nokta, kullanılan yöntem ne olursa olsun, özellikle yoğun patlayıcı bulunan delik diplerinin birbirinden minimum 0,30 m uzakta bulunmasına dikkat edilmelidir. Bunu yaparken delik yerlerini aynada titizlikle işaretlemenin yanı sıra, delik sapmalarını da göz önünde tutmak gerekir. Aralığın kontrol edilmesine rağmen, kaya yapısında mevcut bir çatlak yukarıda ifade edilen istenmeyen olaylara yol açabilir. Eğer çatlak sistemi jeolojik bir olgu ise, önlenmesi olanaksızdır (Erkoç, 1990).

2.5.2.3. Özgül Şarj

Bir yüzey patlatmasında oluşturulan basamaklar, bünyesindeki gerilmeler ve gravitenin yarattığı bir takım avantajlara sahiptirler. Bu nedenledir ki özgül şarj olarak 0.250 ile 0.500 kg/m³ değerleri çoğu zaman parçalanma için yeterli olabilmektedir. Ancak bazı özel kaya yapılarında daha yüksek değerlere gereksinim duyabilmektedir.

Hâlbuki tünel patlatmalarında çalışılan alanın dar olması, genelde tek yüzey olması ve kaya yapısının hapsedilmiş olması özgül şarjında yüksek olmasına neden olur. Tam kesit sürülemeyen tünellerin, basamak patlatması uygulandığı alt kesit kazısında bile 0.600 ile 0.800 kg/m³ özgül şarjları normal sayılmalıdır. Genelde, tünel patlatmalarında 1 kg/m³ 'ün üstünde gerçekleşir.

Şarj konsantrasyonu, kesme deliklerinin bulunduğu bölgede artmakta, çevreye doğru genişledikçe tarama deliklerinde azalmaktadır. Bu nedenle küçük kesitli tünel kazılarında özgül şarj, büyük kesitli tünel kazılarınınkinden yüksek olmaktadır. Bu olay, kesitin genişlemesi ile birlikte ayna yüzeyinde gelişen tansiyonel gerilmeler şeklinde yapılan açıklamalarla da uyum sağlamaktadır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 Tünel kesitine bağlı özgül şarj (Erkoç,1996)

2.5.2.4. Delik Boyu, Çapı ve Adedi

Pratikte bir galeride, kesit genişliğinin 2/3'ünden fazla ilerleme hedeflenmemesi gerekir. Çevreye verilen sarsıntı açısından bir sınırlandırma söz konusu ise, yine patlayıcı maddeyi azaltmak amacı ile ilerleme gereğinden kısa tutulabilir. Galeri sürülmelerinde, delme-patlatma, yükleme, taşıma ve destekleme fazlarının eşgüdümü açısından ilerleme boyu sınırlandırılabilir. Bazı zayıf kaya yapılarında, kayacın taşıma kapasitesi düşük olabilir ve ilerleme boyunun buna göre saptanması hayati önem taşıyabilir.

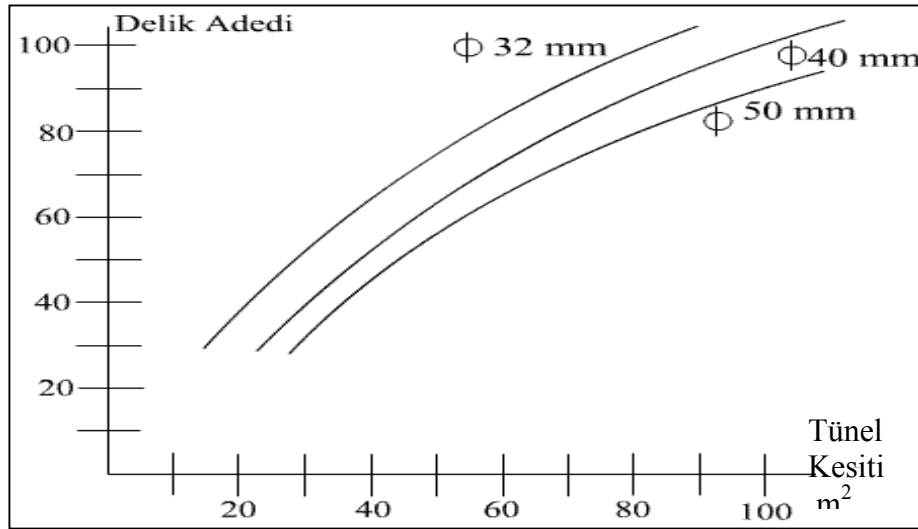
Aslında patlatma tekniği açısından önemli olan, hedeflenen ilerleme boyunun patlatma ile elde edilmesidir. Zararlı olan olay, belirli bir ilerleme için deliklerin delinmesi, doldurulup patlatılması, buna rağmen ilerleme boyunca kayanın kırılmamasıdır. Çünkü verim kaybına ek olarak, geride kalan kayaç aşırı derecede örselendiği için, bir sonraki delme-patlatma fazından önemli güçlükler yaratacaktır.

Hedeflenen ilerleme boyunun elde edilmesinde;

- Yöntem seçimindeki hatalar,
- Seçilen yöntemin uygulamasındaki hatalar,
- Delik delmede yön ve geometri açısından hatalar,
- Gecikme aralığının seçimindeki hatalar, sorumlu olabilmektedir.

Galeri kesiti bilindikten ve özgül şarj saptandıktan sonra geriye kalan iş, patlayıcı maddenin aynada geometrik olarak dağıtılmasıdır. Bunu saptayan eleman da delik çapıdır. Küçülen delik çapı ile maliyet düşer, büyümesi ile de maliyet artar. Buna karşın sabit bir tünel kesitinde delik çapının büyüklüğüne göre delik adedi artar veya azalır (Şekil 2.17).

Yük uzaklığı, deliğin dip kısmına yerleştirilen dip şarj yoğunluğuna göre saptanmaktadır. Dolayısıyla büyük çaplı deliklerde, dip şarj yoğunluğunun fazla olacağı, bağlantılı olarak yük uzaklığının artacağı, delik adedinin de azalacağı kolayca anlaşılır.



Şekil 2.17 Galerinin kesitine ve delik çapına göre delik adedinin şematik görünümü (Erkoç,1996)

Büyük galeri projelerinde delik çapının saptanmasında şu parametreler dikkate alınır.

- Piyasada mevcut kartuş çapı gözetilmelidir. Örneğin Orica-Nitro firmasında 38 mm çapında kartuş üretilmektedir. O zaman 45 mm'den büyük çap kullanmanın yararı olmayacaktır. Tapalar ile kartuşları delik içinde sıkılma işleme hem önerilen bir yol değildir, hem de işçilik bakımından kayıplara neden olabilen bir durumdur. Yüksek tempolu projelerde en gerçekçi çözüm, mevcut kartuş çapına göre delik çapı seçilmesidir.

- b) Tünel kesitinin büyük olmasına karşın çevreye verilen sarsıntının sınırlandırılması gereken durumlarda, tünel duvarına minimum zarar verilmesi gerektiğinde, şarj yoğunluğunun dolayısıyla delik çapının küçük tutulması gerekebilir.
- c) Proje gereği hızlı delik delme amacı ile güçlü tabanca kullanan jumbolar seçilmiş olabilir. Böyle makineler ile teknik olarak küçük çaplı deliklerin delinmesi olası ise de, delik sapması, yüksek takım sarfiyatı gibi problemler oluşabilir. Bu durumlarda da delik çapının, makinanın verimine göre seçilmesi gerekebilecektir.
- d) Yine yüksek tempolu galeri projelerinde, delme patlatma verimi kadar, yükleme dolayısıyla fragmentasyonda önem gösterebilir. O zaman delik çapının optimum fragmentasyonu verecek şekilde gözden geçirilmesi kaçınılmaz olacaktır.

2.5.2.5. Atım Boyu Seçimi

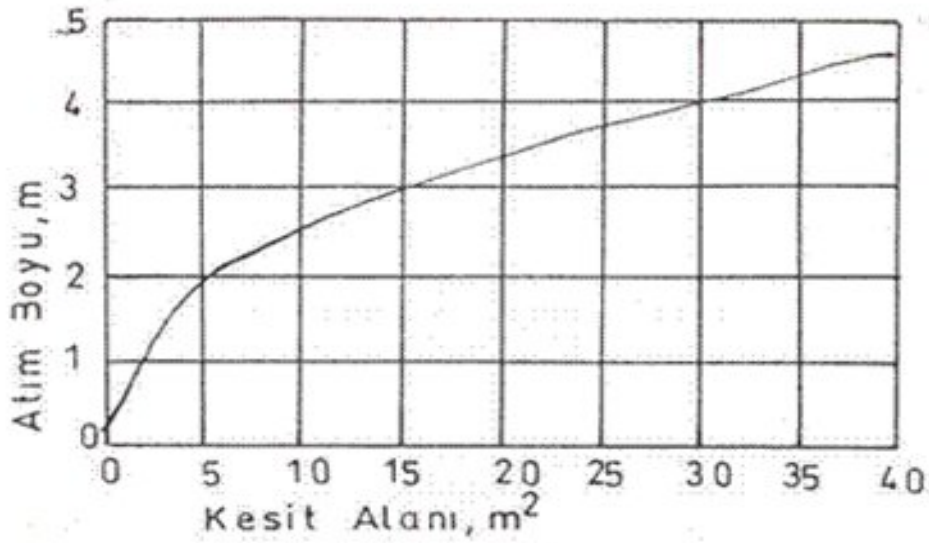
Delme-patlatma tekniği ile yapılan kazılarda ilerleme hızını etkileyen en önemli faktörlerden biri de atım boyu uzunluğu ve bunun seçimi olmaktadır. Atım boyu, ateşleme sonucu ana kayadan koparılan kayaç miktarı oranında galeri arınının ötelen miktarı olarak da tanımlanmaktadır. Bunun uzunluğu galeri ilerleme hızı ve kazı maliyeti açısından da önem taşımaktadır. Atım boyu uzunluğu birçok faktöre bağlıdır (Dayı,1997).

2.6.2.5.1. Atım Boyunu Etkileyen Faktörler

Atım boyunu etkileyen faktörler aşağıda belirtilmiş ve açıklanmıştır.

- **Kazı Kesit Alanı:** Atım boyu büyüklüğünün kazı kesitine bağlı olması kayaç geriliminden kaynaklanmaktadır. Bir deliğe konulan patlayıcı maddenin serbest yüzeye yada yüzeylere olan konumu ve bu yüzeylerin büyüklüğü kayaç gerilimini etkilemektedir. Serbest yüzey sayısı ve büyüklüğü arttıkça kayaç gerilimi o oranda düşmektedir. Kesit alanı küçüldükçe kayaç gerilimi artacağından atım boyu belirli bir sınırı geçmemektedir. Şekil 2.18'de atım boyu ile kesit alan arasındaki ilişki görülmektedir (Arı, 1996).

Yeraltı kazısında gereğinden fazla kazının yapılıp dışarıya taşınması hiç de iyi bir şey değildir. Buna ek olarak, eğer birde beton kaplama isteniyorsa, fazladan kazılan hacim ancak beton ile doldurulabileceği için parasal kayıplar iyice artabilir. Bu parasal kayıplar ve yeraltı kazılarındaki teknik güçlükler bir araya getirilerek bir çözüme gidilmiştir. Bunun için atım boyu seçimine dikkat edilerek, kazı kesit alanının istenilenin üzerinde olması engellenmiş olacaktır (Bingöl,2001).

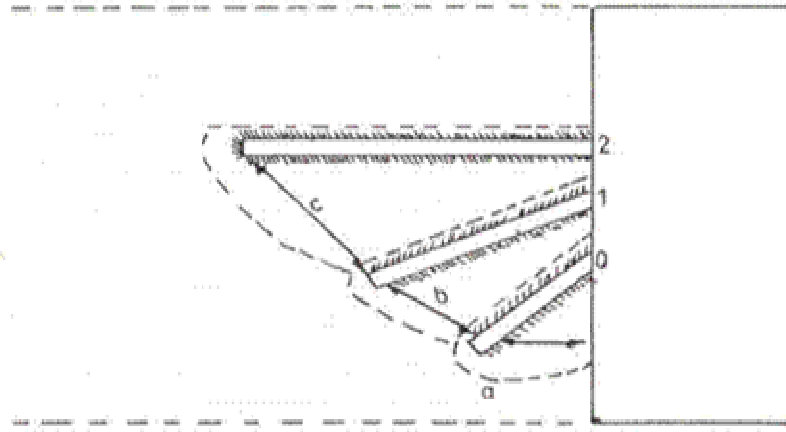


Şekil 2.18 Kazı kesit alanı- atım boyu ilişkisi (Arı,1996)

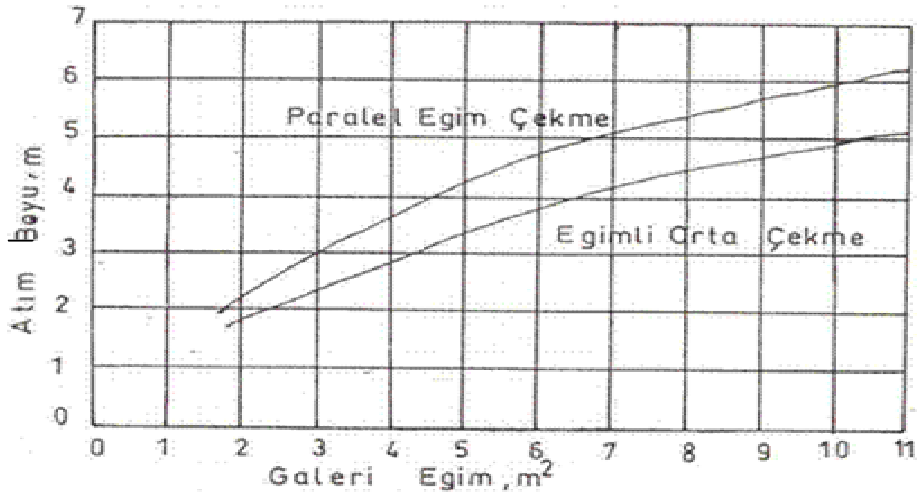
- **Kayaç Özellikleri:** Hem sert hem de yumuşak kayalarda ki uygulamalarda büyük atım boyları elde edilebilmiştir. Ancak, patlatma sonucu meydana gelen açıklığın doğal duraylılığı atım boyu büyüklüğünü etkilemekte ve bunların uzunlukları kayacın yapısına göre değişmektedir. Doğal duraylılığı zayıf kayalarda, patlatma tekniği açısından mümkün atım boyu uzunluğu tam olarak kullanılmakta ve işletme koşulları da dikkate alınarak uygun bir uzunluk seçilmektedir. Büyük atım boylarında tahkimat gecikmesi, kavlak ve çatlakların artmasıyla göçük tehlikesini beraberinde getirmektedir. Sağlam kayalarda açıklığın doğal duraylılığı yüksek olduğundan bu gibi sorunlara rastlanmamakta dolayısıyla atım boyu büyüklüğü bundan etkilenmemektedir (Dayı,1997).

- **Orta Çekme Türü:** Orta çekme patlatma tasarımının bir bölümüdür. Bunun görevi, serbest yüzeyler meydana getirerek tarama delikleri vasıtasıyla patlamasıyla patlayıcı maddenin etkisini en iyi şekilde kullanmaktır.

Orta çekmeleri eğimli ve paralel olmak üzere iki grup altında toplayabiliriz. Eğimli orta çekmelerde ilk deliklerin atım payı, düşük kayaç geriliminden dolayı diğerlerine göre daha az olmaktadır (Şekil 2.20). Daha uzun atım boyları elde edebilmek için, eğim açısı düşülerek arka arkaya ya da üst üste delinen deliklerin sayısı artırılmaktadır. Ancak eğim açılarının tam olarak tutturulması, deliklere gerekli konumun verilmesi, paralel orta çekmelere kıyasla daha zor olmaktadır (Şekil 2.19)



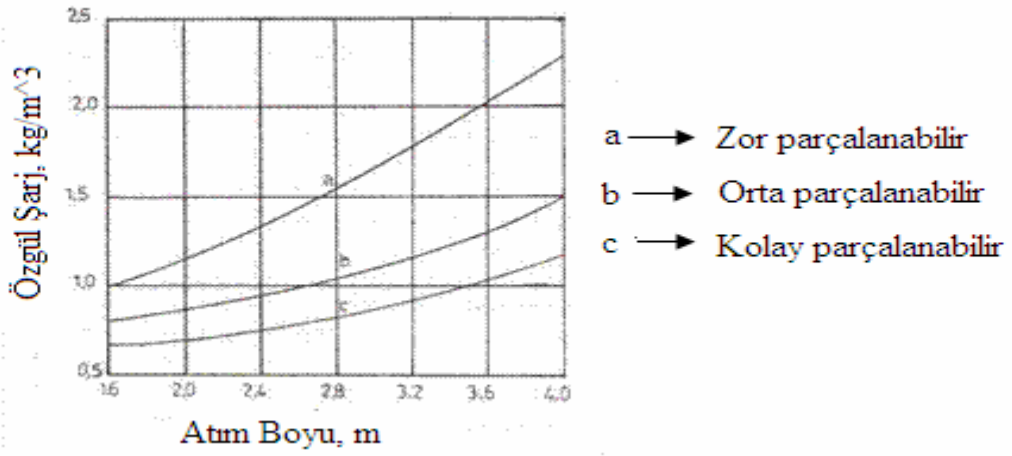
Şekil 2.19 Yelpeze şeklinde orta çekmede deliklerin konumu ve atım payları (Arı, 1996)



Şekil 2.20 Galeri genişliği ve atım boyu arasındaki ilişki (Arı, 1996)

Diğer taraftan, büyük atım boylarında kayaca gerilimi artacağından patlayıcı madde sarfiyatı da o denli artmaktadır (Şekil 2.21). Bu nedenle, paralel orta çekmelerdeki patlayıcı madde sarfiyatı, eğimlilere göre, yaklaşık % 10-15 dolayında daha fazla olmaktadır. Paralel orta çekmelerde ise tüm deliklerin galeri eksenine paralel olarak delinmesi, delme makinasının kullanımı daha elverişli kılmaktadır. Burada kayacın parçalanmasında milisaniyeli kapsüllerin ateşlenme sırası etkili olmaktadır. Deliklerin itme sehpalı delicilerle delinmesi ve bunlara istenilen açılarının verilmesi daha kolay olmaktadır. Ayrıca küçük kesitli galerilerde deliklerin itme sehpalı delicilerle delinmesi, bunların düşük ilk yatırım masraflarından dolayı daha ekonomik olabilmektedir. Delme zamanını minimize etmek için, arında birkaç delici paralel olarak

çalıştırılmaktadır (Dayı,1997). Aşağıda atım boyu ile özgül şarj arasındaki ilişki Şekil 2.21’de verilmiştir.



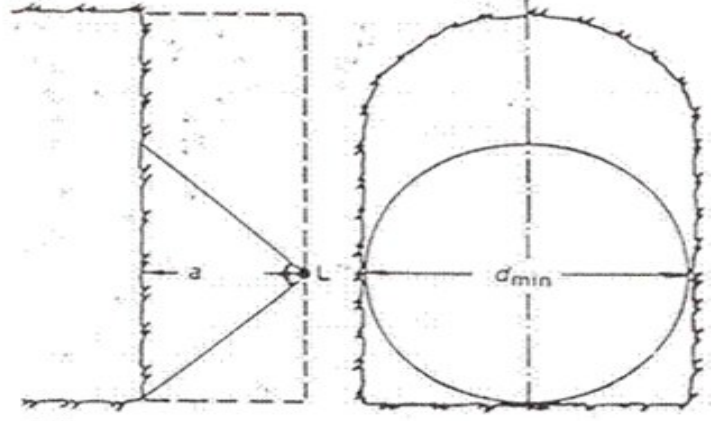
Şekil 2.21 Atım boyu ve özgül şarj arasındaki ilişki (Arı,1996)

- **Ateşleme Sırası:** Patlatma işlerinde kapsüllerin türü atım boyunu, zaman ve patlayıcı sarfiyatını etkileyen önemli faktörler arasında bulunmaktadır. Galeri arınında kısa ve paralel delikler delinerek, gecikmesiz kapsüllerle bunların tek ateşleme ile patlatılmasından aşırı patlayıcı madde sarfiyatı ve kısa atım boyu nedeniyle hemen hemen vazgeçilmiştir. Tek ateşleme ile daha büyük atım boyları elde edebilmek için gecikmeli kapsüllerin kullanımı kaçınılmaz olmaktadır. Bu kapsüller yardımıyla delikler, aynı anda ateşlenmekte, fakat farklı zaman aralıklarıyla patlatılmaktadır. Böylece her delik ya da delikler, kendisinden sonra patlayacak olan delikler için yeni bir serbest yüzey oluşturmaktadır. Bu durum, hem patlayıcı madde sarfiyatını azaltmakta, hem de tek ateşleme ile daha büyük atım boylarının elde edilmesini mümkün kılmaktadır (Dayı,1997). Genellikle ilk olarak orta çekme, sonra iç ve dış tarama delikleri patlatılmaktadır.

- **Atım Uzunluğunun Hesaplanması:** Atım boyunun yükseltilmesi delme ve patlatma işlemlerinde önemli zaman tasarrufu sağlayabilmektedir. Wild'e göre, atım boyunun 2m.'den 3m.'ye yükseltilmesinde, yaklaşık % 14 zaman tasarrufu sağlanmaktadır.

Atım boyunun belirlenmesinde işletme ve kayaç koşulları göz önüne alınmaktadır. Göçüğe yatkın, zayıf kayaçlarda tahkimat gecikmesi nedeniyle daha düşük atım boyları seçilmektedir. Büyük atım boylarında, tahkimat işine kadar geçen zamanda kavlaklar artmakta ve bu göçüklere neden olabilmektedir.

Atım boyu büyüklüğünü sınırlayan bir diğer faktör de tahkimat sıklığı olmaktadır. Atım boyu uzunluğunu tahkimat aralığının birkaç katı olabilmektedir. Şekil 2.22’de normal konik şekilde patlatmada elde edilen atım uzunluğu görülmektedir. Burada atım miktarı göçük yüksekliğinin ya da genişliğinin bir fonksiyonu olarak verilmektedir



$$a = \text{Atım uzunluğu (m)}, d = \text{Göçüğün genişliği (m)}, F = \text{Kesit alanı (m}^2\text{)}$$

Şekil 2.22 Normal prizmatik patlatma yönteminde atım uzunluğunun belirlenmesi (Korkmaz, 1996).

Orta sökülebilir kayaçlarda atım uzunluğu gerekli olan tünel kesitine göre aşağıdaki formüller kullanılarak belirlenmektedir (Çizelge 2.10).

$$\text{Diyagonal patlatmada } a = \sqrt{0.5F} \quad [2.1]$$

$$\text{Paralel patlatmada } a = \sqrt{0.75F} \quad [2.2]$$

Çizelge 2.10 Galeri kesitine göre atım uzunluğu (Korkmaz, 1996)

Kesit (m ²)		5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Atım Boyu (m)	Eğik										
	Delik	1.3	1.6	1.9	2.2	2.7	3.2	3.6	4	4	4
	Delme										
	Paralel										
	Delik	1.5-2.5	2.3	2.3-3.5	2.7-3.9	2.4-4	3.5-4	4	4	4	4
	Delme										

Diğer yandan, aşağıda verilen formül kullanılarak diğer patlatma düzenlerinde atım uzunluğu belirlenebilmektedir.

$$a = r \cdot I_{\phi} \quad [2.3]$$

Burada;

$r = 0.7 - 0.90$ (Basamaklı göçertmede)

$r = 0.8 - 0.98$ (Trapez göçertmede)

$r = 0.8 - 0.95$ (Konik göçertmede)

$r \approx 1$ (Paralel delik delmede)

Delik sayısı; kazı kesitine, kayaç sağlamlığına, patlatma düzenine ve patlayıcı madde cinsine bağlı olmaktadır.

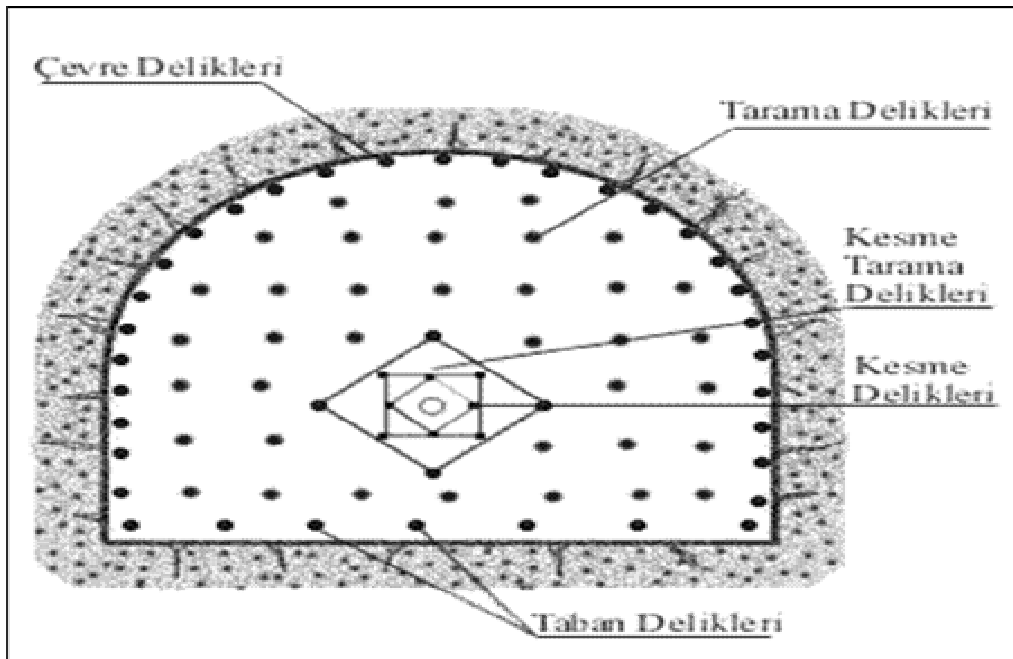
2.6 Galeri Patlatmaları

Galeri patlatmaları, yüzey patlatmalarına kıyasla dar bir alanda ve hapsedilmiş bir kaya yüzeyinde yapılıyor olması önemli güçlükler yol açmaktadır. Bu nedenle galeri patlatmaların gerek planlanması gerekse uygulanmasının daha titizlikle yapılması gerekmektedir.

2.6.1. Galeri Uygulamalarında Delik Düzenleri ve Ateşleme Sistemleri

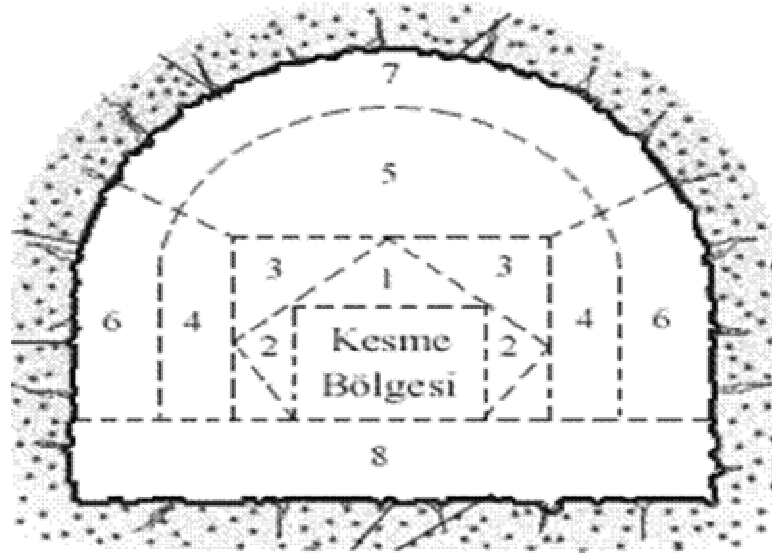
Her uygulamada olduğu gibi, galeri patlatmasında da bazı isimler ve tanımlar kullanılmaktadır. Yurdumuzda ise bu konuda genel kabul görmüş bir terminoloji yoktur. Elden geldiğince anlaşılır isimler kullanılmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla, galeri patlatmasında da deliklerin isimleri ve gördükleri işlevlerin açıklamasında yarar vardır (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 İşlevlerine göre deliklerin isimleri

Ülkemizdeki yeraltı çalışmalarında tarama deyimi, esas kazıdan sonra yapılan sıyırma veya rötuş kazılarına verilen isimdir. Yukarıdaki şekilde anlamı ise, kesme deliklerinin etrafında yer alan deliklerdir. Galeri kesitinin genişliğine göre ve hesaplanan yük aralığına göre birkaç sıradan oluşur. Çevredeki rötuş kazısı görevini de çevre delikleri üstlenmiştir (Şekil 2.24).

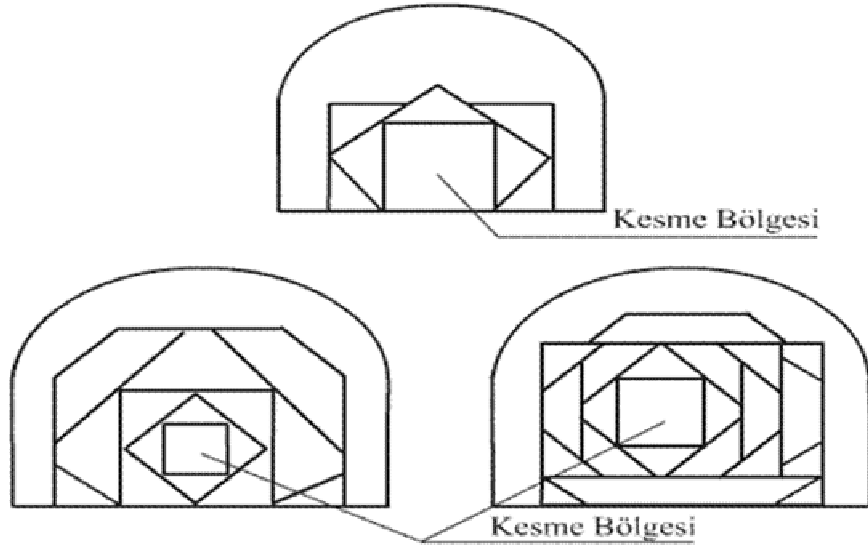


Şekil 2.24 Bir tünel patlatmasında deliklerin ateşleme sırası

Bir galeri patlatmasında bünyesel gerilmeler ve deneyimler göz önüne alınarak bir ateşleme sırası uygulanmalıdır. Üzerinde durulması gereken önemli noktalar şunlardır:

- Tarama delikleri, kesme bölgesinin hemen civarında geometrik bir şekilde dağıtılır. Yukarıdaki şekilde olduğu gibi ateşleme sırasına uygun gecikmeler verilir.
- Sıra deliklerine geldiğinde, önce duvar bölgesindeki, sonra tavan bölgesindeki delikler ateşlenmelidir. Böylelikle elde edilen yüzeyler daha temiz olabilmektedir.
- En son olarak da taban delikleri ateşlenmelidir. Böylelikle tabanın yumuşak olması ve yükleyicilerin daha rahat çalışması sağlanabilmektedir.

Hesap yöntemlerindeki gibi, V ve B boyutları bulunduktan sonra, tarama deliklerinin yerleştirilmesi ayrı bir titizlik gösterilmesi gereken konudur. Yardımcı olabilmek için Langefors'un önerisi Şekil 2.25'de yerleştirme aslında bir düşünce şeklidir. Her proje için ayrı ayrı ele alınmalıdır.

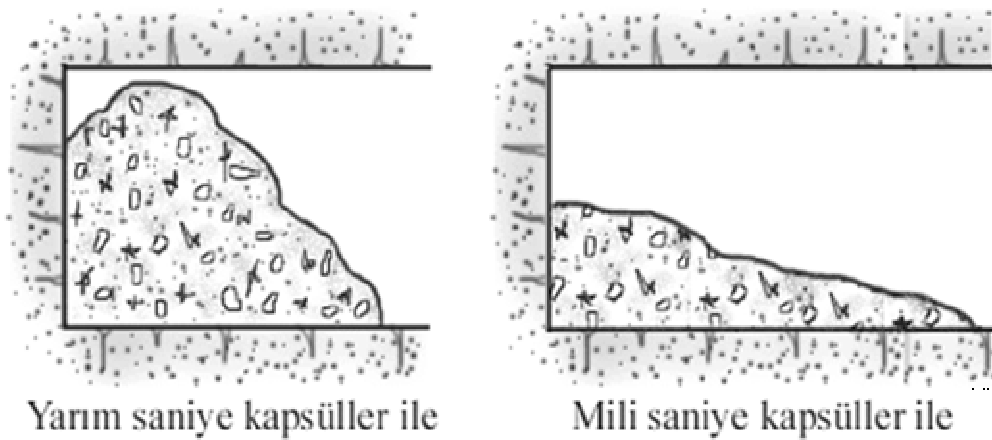


Şekil 2.25 Langefors'a göre karesel kesme etrafında tarama deliklerinin yerleştirilmesi.

2.6.2. Gecikme Aralıkları

Galeri patlatmalarında genelde, küçük çaplı deliklerin kullanılması ve şarj miktarlarının düşük olması nedeniyle, geniş çaplı gecikme aralıkları kullanılmamıştır. Bundan amaç, her sıraya yeteri kadar zaman vermek ve her sıranın böylelikle elde edilen boşluklara patlamasını sağlamaktır (Şekil 2.26).

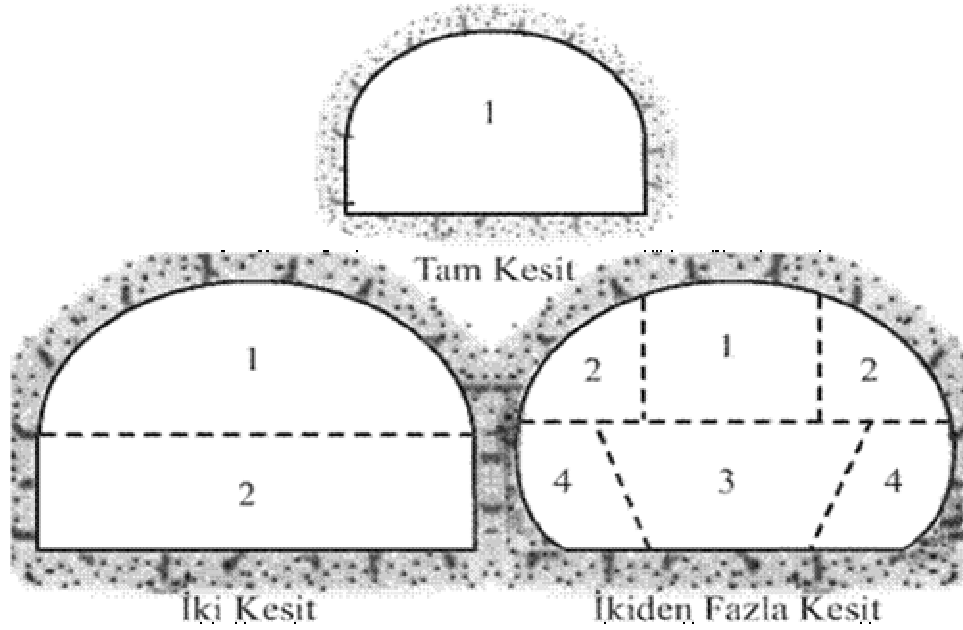
Galeri patlatmaları için 500 ms aralıklı kapsüller üretilmektedir. Son zamanlarda 250 ms aralıklarla da üretilmektedir. Hem üretim tekniği açısından hem de pazarlama nedenleri ile gecikme aralıkları sınırlıdır. Örneğin MKE Kurumu gerek milisaniye gerekse yarım saniye kapsülleri en fazla 16 aralıkta üretmektedir.



Şekil 2.26 Yarım saniye ve milisaniye gecikmeli kapsüllerle elde edilen pasanın geometrisi.

2.6.3. Galeri Patlatma Yöntemleri

Galeri kazılarında uygulanan yöntemin saptanmasında, düşünülmesi gereken birçok eleman vardır. Bunların içerisinde galeri kesiti ve kaya yapısı öncelikli olanlarıdır. İkisinin göstereceği doğrultuda, galeri tam ayna sürülebileceği gibi alt ve üst olmak üzere iki kesitte de ilerletilebilir. Bazı projelerde ikiden fazla kesit uygulama zorunluluğu da olmaktadır (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 Galeri kesiti ve kaya yapısına göre uygulanabilen kazı fazları

Patlatma etütlerinin, kazı planlanmasına göre yapılması gerekecektir. Gerçekte galeri patlatmalarında uygulanan yöntemler üç adettir. Her projenin gereksinimine göre ufak ayarlamalar yapılmaktadır. Bazen bunlar değişik literatürde ayrı ayrı isimlendirilmektedir. İncelendiğinde temel yöntemlerden birisinin uyarlaması olduğu görülecektir. Yine, eğer birden fazla kesitte kazı yapılıyor ise her bölüm için uygun bir uyarlama seçilmelidir (Bingöl, 2001).

2.6.3.1. Orta Çekme

Hemen hemen galeri patlatmalarında ilk uygulamaya başlanan yöntemdir. Özellikle el veya sehpalı tabancaların kullanıldığı projelerde, delik boylarının dolayısı ile ilerlemenin kısa olduğu uygulamalarda başarı ile kullanılmıştır.

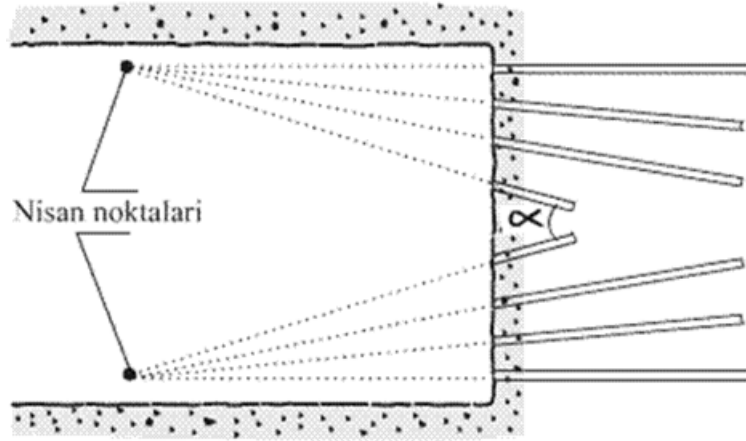
Orta çekme yönteminde kısıtlayıcı tek bir nokta vardır. Şekil 2.28'de görülen ortadaki α iç açısının minimum 60° derece olması çok önemlidir. Daha dar açılı

delmelerde kesme delikleri işlevini tam anlamı ile yerine getiremez, kaya yapısında kilitleme meydana gelir.

Bu yöntemde deliklerin istenilen doğrultuda delinmeleri çok önemlidir. Eğer deliklerde yanlış nişanlama veya doğrultuyu tutturamama gibi sorunlar olursa;

- Delik dipleri istenenden açık olursa patlatma verimli olmaz (yük fazla).
- Delik dipleri istenenden yakın olursa sirayet yolu ile ateşleme paterni bozulabilir veya bazı deliklerin duyarsız edilmesi ile yine verimsiz patlatma gerçekleşebilir.

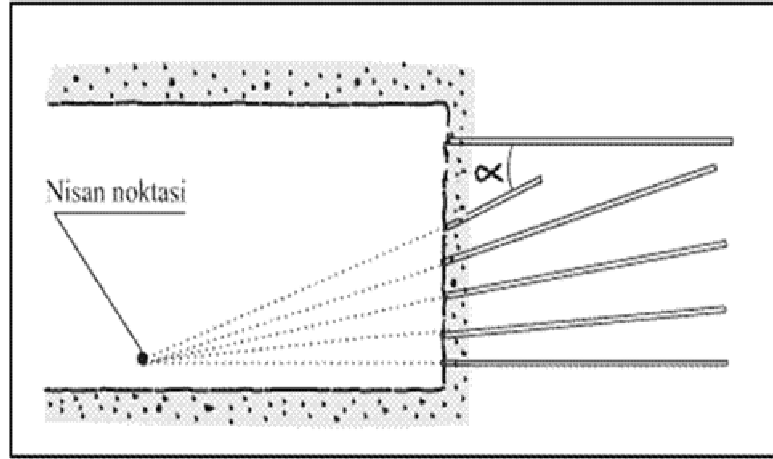
Bu olayların önüne geçebilmek için nişan noktaları koymak ve delici makinanın kızığını bu noktalara göre nişanlayarak delikler delmek gerekecektir. Delik boyları içinde titiz davranılması unutulmamalıdır. Tüm bu problemlerin üstesinden gelmenin en önemli yolu, konusunu iyi bilen nezaretçilerin sıkı denetimidir (Bingöl, 2001).



Şekil 2.28 Galeri patlatmalarında orta çekme yöntemi

2.6.3.2. Yelpaze Çekme

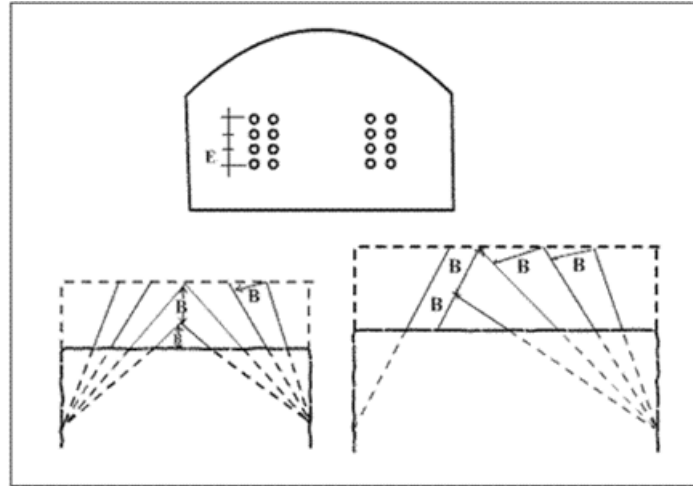
Orta çekmenin asimetrik uygulamasıdır (Şekil 2.29). Genelde delici makinanın kızak uzunluğuna göre, tünel kesitinin dar olduğu durumlarda, kesme delikleri galerinin bir tarafına çekilebilir. Böylelikle belirli bir miktarda α iç açısının büyümesi sağlanmış olabilir. Yine orta çekmede olduğu gibi, deliklerin delinmesinde gerekli titizliğin gösterilmesinde büyük yararlar vardır (Bingöl, 2001).



Şekil 2.29 Galeri patlatmalarında yelpaze çekme yöntemi

2.6.3.3. Orta ve Yelpaze Çekmede Hesap Yöntemi

Burada α iç açısının önemi büyüktür. Bu açının minimum 60° derece olması istenmektedir. Hatta bu açı büyüdükçe kesme deliklerinde belirli bir rahatlama sağlanır ve V yük aralığı belirli bir miktarda artırılabilir. Bu bağıntı Çizelge 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.30 Orta ve yelpaze çekmede B ve E aralıkları

Bunun dışında hesaba, delik çapına bağlı olarak delik içine koyabileceğimiz patlayıcı miktarından hareket ile başlanmaktadır. Delik türünün her biri için ayrı ayrı hesap yapılması gerekmektedir (Bingöl, 2001).

Galeri patlatmalarında özellikle kesme delikleri için yük aralığı hesaplamalarında açılara göre düzeltme katsayıları belirlenmiştir (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.11 İç açığı değerine göre yük düzeltme katsayısı (Langefors,1978).

AÇI (°)	F
60	1.0
75	1.1
90	1.2

Aşağıda orta ve yelpaze çekmede delinen delikler için hesaplamalar verilmiştir (Dağçimen, 2006).

Kesme Delikleri İçin

Dip Şarj Yoğunluğu (I_{dip}):

$$I_{dip} = \frac{3.14.D^2.P.S}{4.1000} \quad [2.4]$$

D: Delik çapı (mm)

P: Patlayıcı yoğunluğu (kg/dm³)

S: Patlayıcı kuvveti (Dyn.M)

Dilim kalınlığı:

$$B = I_{dip} \cdot \frac{30}{D} \cdot f \quad [2.5]$$

B: Dilim kalınlığı

I_{dip} : Dip şarj yoğunluğu (kg/m)

f: İç açığına göre düzeltme

Burada eğer kaya yapısı zayıf veya sağlamsa (0.4/c) bağlantısı ile ikinci bir düzeltme yapmak gerekebilir.

Delikler arası uzaklık $E = 0.8 \times B$ [2.6]

Dip şarj uzunluğu $H_{dip} = 1/3 \times H$ [2.7]

Kolon şarj yoğunluğu $L_{kol} = 0.5 \times B$ [2.8]

Sıkılama boyu $H_o = 0.3 \times B$ [2.9]

Kolon şarj uzunluğu $L_{dip} = H - (H_{dip} + H_o)$ [2.10]

Tarama Delikleri İçin

Dip şarj yoğunluğu $H_{dip} = 1/3 \times H$ [2.11]

Dilim kalınlığı $B = I_{dip} \times (30/D)$ [2.12]

Delikler arası uzaklık	$E = B$	[2.13]
Dip şarj uzunluğu	$H_{dip} = 1/3 \times H$	[2.14]
Kolon şarj yoğunluğu	$I_{kol} = 0.4 \text{ ile } 0.5 \times I_{dip}$	[2.15]
Sıkılama boyu	$H_o = 0.5 \times B$	[2.16]
Kolon şarj uzunluğu	$H_{kol} = H - (H_{dip} + H_o)$	[2.17]

Taban Delikleri İçin

Dip şarj yoğunluğu	$I_{dip} = (3.14 \times D^2 \times P \times S) / (4 \times 1000)$	[2.18]
Dilim kalınlığı	$B = I_{dip} \times (30 / D)$	[2.19]
Delikler arası uzaklık	$E = 0.8 \times B$	[2.20]
Dip şarj uzunluğu	$H_{dip} = H$	[2.21]
Kolon şarj yoğunluğu	Yok	
Sıkılama boyu	Yok	
Kolon şarj uzunluğu	Yok	

Taban deliklerinin, kayanın iyice hapsedilmiş bir bölgesinde olması ve atış paterninde en son atılması nedeni ile aşırı derecede şarj edilmeleri gerekmektedir.

Duvar Delikleri İçin (Son kesme uygulanıyor ise)

Dip şarj yoğunluğu	$I_{dip} = (3.14 \times D^2 \times P \times S) / (4 \times 1000)$	[2.22]
Dilim kalınlığı	$B = I_{dip} \times (30 / D)$	[2.23]
Delikler arası uzaklık	$E = B$	[2.24]
Dip şarj uzunluğu	$H_{dip} = 1/4 \times H$	[2.25]
Kolon şarj yoğunluğu	$I_{kol} = 0.3 \text{ ile } 0.4 \times I_{dip}$	[2.26]
Sıkılama boyu	$H_o = 0.5 \times B$	[2.27]
Kolon şarj uzunluğu	$H_{kol} = H - (H_{dip} + H_o)$	[2.28]

Tavan Delikleri İçin (Son kesme uygulanıyor ise)

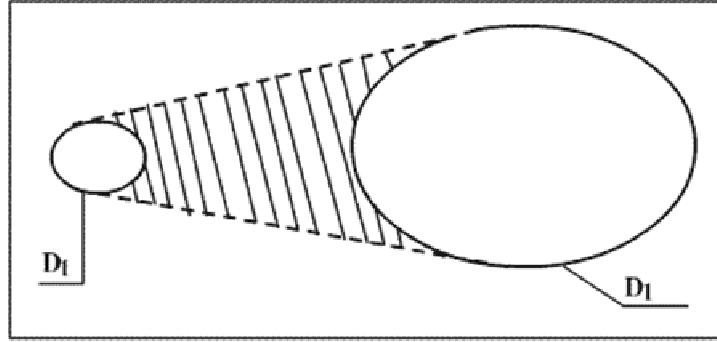
Dip şarj yoğunluğu	$I_{dip} = (3.14 \times D^2 \times P \times S) / (4 \times 1000)$	[2.29]
Dilim kalınlığı	$B = I_{dip} \times (30 / D)$	[2.30]
Delikler arası uzaklık	$E = B$	[2.31]
Dip şarj uzunluğu	$H_{dip} = (1/G) \times H$	[2.32]
Kolon şarj yoğunluğu	$I_{kol} = 0.3 \text{ ile } 0.4 \times I_{dip}$	[2.33]

Sıkılama boyu $H_o = 0.5 \times B$ [2.34]

Kolon şarj uzunluğu $H_{kol} = H - (H_{dip} + H_o)$ [2.35]

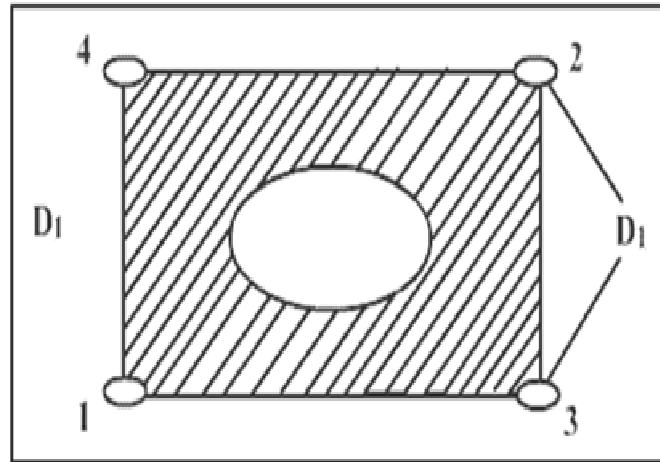
2.6.3.4. Paralel Delik Yöntemi

Orta çekme veya yelpaze çekmenin uygulanmadığı dar kesitli galeri kazılarında uygulanmak üzere geliştirilmiş bir yöntemdir. Temelde, uygun yoğunlukta şarj edilmiş bir deliğin, kendinden daha geniş başka bir deliğin sağladığı boşluğu doğru patlatması esasına dayanır.



Şekil 2.31 Uygun yoğunlukta şarj edilmiş deliğin, büyük delik tarafından sağlanan boşluğa doğru patlaması.

Eğer boyutlar ve şarj yoğunluğu doğru ise Şekil 2.31’de gösterilen taralı bölge aynı tüfek namlusundan çıkar gibi savrulur. O zaman geniş deliğin diğer taraflarına da delikler delinir ve uygun gecikme aralıkları ile patlatılır ise, kare kesitinde daha geniş bir açıklık elde edilmiş olur.



Şekil 2.32 Ufak çaplı deliklerin, geniş bir deliğin sağladığı açıklığa sıra ile patlayarak elde edilen kare kesitli boşluk

Bu sistemin çalışabilmesi için;

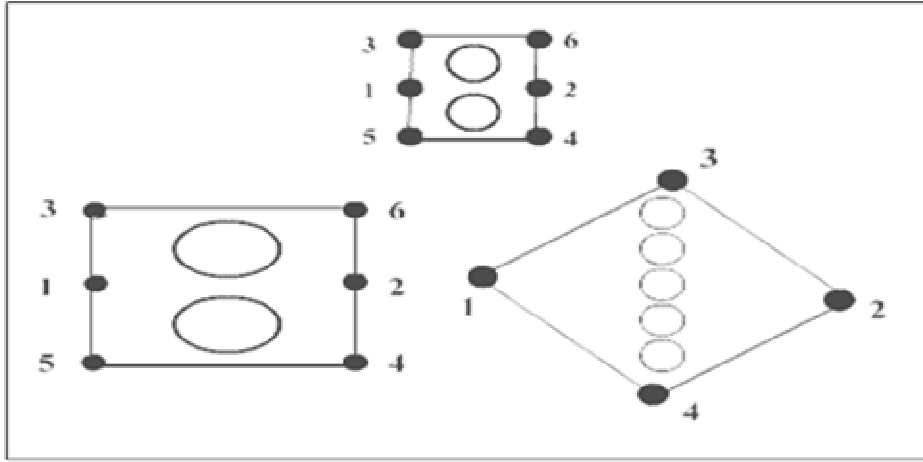
- a) Küçük çaplı delikler ile geniş çaplı deliğin arasındaki uzaklığın doğru olması gerekir. Aralığın büyük olması, temiz bir parçalanma ve savrulmayı engeller. Yine aralığın küçük olması, deliklerin birbirine gereğinden yakın olmasına yol açabileceği gibi kayacın kilitlenmesine de neden olabilir.
- b) Büyük çaplı deliğin sağladığı boşluğun yeterli hacimde olması gereklidir. Bir kural olarak demektedir ki, boş delik hacminin karesel olarak elde edilecek açıklığın hacminin en az %10 olması lazımdır. İyi sonuçlar almak için bu değeri %15 ile %17 düzeyinde tutmak yeterli olacaktır.
- c) Deliklerin birbirine titiz bir şekilde paralel olması hayati önemdedir.
- d) Her delik tarafından savrulmakta olan parçalanmış taş parçalarının diğerleri tarafından yakalanmaması ve kilitlenmemesi için, her deliğe yeteri aralıkla gecikme verilmesi, çok dikkat edilmesi gereken bir noktadır.
- e) Kesme deliklerinde çok az bir sıkılama kullanmak, hatta olanak var ise hiç sıkılama kullanmadan, kolon şarjı ağza iyice uzatmak ve sadece ağız tıpası kullanmak yararlı olacaktır. Çünkü sıkılama boyu uzun tutulur ise, patlayıcının etkisinden uzak olan bölgedeki kayaç, kötü bir kırılma karakteri gösterip büyük bir olasılıkla savrulmayı önleyecektir.

Uygulamada, bu yöntem için ileri sürülen en önemli itiraz, ortadaki boş deliğin delinebilmesidir. Gerçekte küçük çaplı delikler delmek için seçilen delicilerin bu deliği delmesi hem zor olmakta, hem de çok zaman almaktadır. O zaman yukarıdaki ikinci maddedeki şartı sağlamak koşulu ile birden fazla küçük çaplı deliklerde kullanılabilir. Böyle durumlarda ateşleme patenine dikkat etmek gerekecektir.

Delici makinalardaki teknolojik gelişmeler, otomatik olarak duyarlı bir şekilde paralel delik delinmesine olanak sağlanmıştır. Delme hatasının ortadan kalkması ile verimli sonuçlar alınmaya başlanmış ve bazı geniş kesitli galeri projelerinde de paralel delik yöntemi uygulanmaya başlanmıştır.

Yeterli gecikme aralığının olmaması ve roundun çok uzun sürmemesi için kesme deliklerinde milisaniye gecikmeli kapsüller, tarama ve çevre deliklerinde ise yarım saniye gecikmeli kapsüller kullanılmalıdır. Bunu yaparken, kesme deliklerine yeterli zaman aralığını tanımak üzere, ya özel imal edilmiş kapsüller kullanmak, ya da normal milisaniye kapsüllerini birer atlayarak uygulamak gerekecektir. Örneğin, MKE milisaniye kapsülleri kullanılıyor ise, normal aralık 30 ms olduğundan birer atlandığında 60 ms bir zaman aralığı elde edilecektir. Deliklerin 3m' den uzun olduğu

hallerde, verim açısından aralığı daha açmak gerekir ve ikişer atlanarak 90 ms aralıklar kullanılır.



Şekil 2.33 Çok delikli kesme delikleri ve olası ateşleme paternleri.

Paralel delik yönteminde olduğu kadar, diğer kazı yöntemlerinde de önemli olan bir nokta vardır. Özellikle ağız sıkılaşmasının kullanılmadığı son kesme uygulamasında ve yine ağız sıkılaşmasının kullanılmadığı kesme deliklerinde önem göstermektedir. Galeri patlatmasında kullanılan geniş aralıklar, galeri atmosferinde yüksek ve takiben düşük basınç zonları oluşturmaktadır. Ağız açık deliklerde bir pompalama işlevi gören bu olay, patlayıcı maddelerin ateşleme sıraları gelmeden deliklerden dışarı emilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, bu deliklerde sıkılama işlevi görmeyecek şekilde ağız kilitleri kullanmak büyük yararlar sağlayacaktır. Bazı üretici firmalar tarafından piyasaya sürülen plastik olanları bulmak da şantiye olanakları ile üretmek de olasıdır.

2.6.3.4.1. Paralel Delik Uygulamasında Hesap Yöntemi

Paralel delik uygulamasında B, yük, E, aralık ve patlayıcı hesabında sadece kesme delikleri için bir başlık vardır. Tarama, duvar, tavan ve taban delikleri için aynen orta ve yelpaze çekmede uygulanan yöntem geçerlidir.

• Boş Deliğin Çap Hesabı

Bu deliğin hacminin toplam kesme bölgesindeki hacmin %15'i mertebesinde olması istenmektedir. Başlangıçta bunu dengelemek için;

D_f : Boş deliğin çapı (mm)

H: Delik boyu (m), olmak üzere

$$D_f = (3.2 \times H)^2 \quad [2.36]$$

bağıntısı kullanılmaktadır. Eğer hesaplanan bu delik çapı iş yeri olanakları ile delinemeyecek kadar büyük ise, eldeki delik çapına göre revize etmek için;

$$N = (D_f / D_1)^2 \quad [2.37]$$

bağıntısı önerilmektedir.

D_f : Hesaplanan delik çapı (mm)

D_1 : İşyerinde mevcut çap (mm)

n: Delinmesi gereken delik adedi

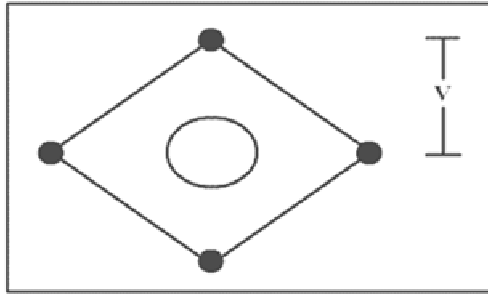
• Kesme Deliklerinde Dilim Kalınlığı ve Şarj Hesabı

V uzaklığının hesabı için;

$$V = 1.5 \times D_f \quad [2.38]$$

D_f : Boş deliğin çapı

V: Dilim kalınlığı (Şekil 2.34)



Şekil 2.34 Kesme deliklerinde V uzaklığı

Bu deliklerde hafif bir şarj yoğunluğuna gereksinim vardır. Bunun için dip şarj olarak sadece kapsülün yerleştirildiği tek bir kartuş kullanılır. Kolon şarj olarak ağzına kadar;

$$0.3 \text{ veya } 0.4x \frac{3.14 D^2 \cdot P \cdot S}{4.1000} \quad [2.39]$$

• Kesme-Tarama Delikleri, Dilim Kalınlığı ve Şarj Hesabı

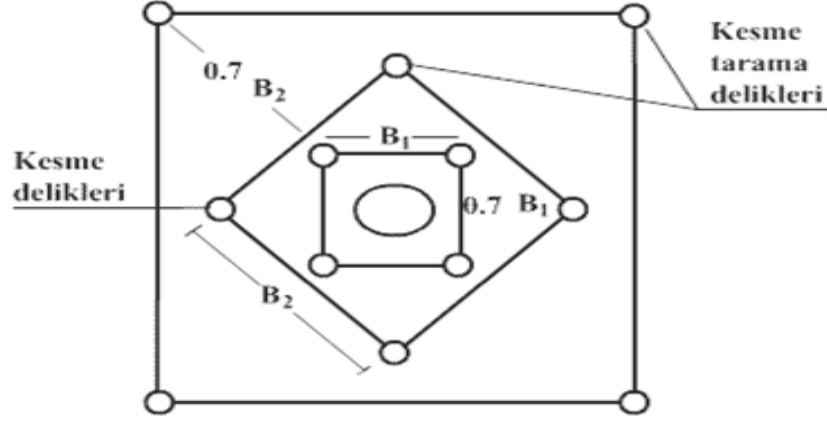
Boş deliğin hemen çevresindeki kesme delikleri kesme-tarama delikleri ile desteklenir (Şekil 2.35).

Geometrik olarak;

$$B = 0.7 \times E$$

[2.40]

olacak şekilde yerleştirilir.



Şekil 2.35 Kesme-tarama deliklerinin yerleştirilmesi

Her bir aşamada V uzaklığı büyümektedir. Bu işlem V uzaklığı, tarama deliklerinin V uzaklığına erişinceye kadar devam ettirilmelidir. Kesme delikleri ile kesme - tarama delikleri milisaniye gecikmeli kapsüller ile geri kalanları da yarım saniye gecikmeli kapsüller ile doldurulabilmektedir. İlk sırada olan kesme delikleri ve birinci sıra kesme - tarama deliklerinde birer gecikme aralığı, geri kalan kesme - tarama deliklerinde ise ikişer gecikme aralıkları kullanmak, kesme bölgesini iyi boşaltabilmek açısından şarttır. Kesme-tarama deliklerinde şarj hesabında;

$$\text{Dip şarj yoğunluğu} \quad I_b = (3.14 \times D^2 \times P \times S) / (4 \times 1000) \quad [2.41]$$

$$\text{Dip şarj Uzunluğu} \quad H_b = 1.5 \times B \quad [2.42]$$

$$\text{Kolon şarj yoğunluğu} \quad I_p = (0.4-0.5) \times I_b \quad [2.43]$$

$$\text{Kolon şarj uzunluğu} \quad H_p = H - (H_b + H_0) \quad [2.44]$$

$$\text{Sıkılama boyu} \quad H_0 = 0.3 \times B \quad [2.45]$$

bağıntıları kullanılmaktadır.

Dikkat edilmesi gereken nokta, kesme-tarama deliklerinde her aşamada artan V ile H_b dip şarj uzunluğunun arttığı, dolayısıyla konulan patlayıcı maddenin artması gerektirir.

2.6.3.5. Galeri Patlatmalarında Özel Uygulamalar

Yüzey patlatmalarında olduğu gibi, galeri patlatmalarında da düzgün ve az örselenmiş yüzeyler elde etmek amacı ile ön-kesme yöntemleri uygulanabilmektedir.

Uygulamada genel kabul gören yöntem son-kesmedir. Bunun gerekçesi, büyük bir olasılıkla delik sıralarının birbirine çok yakın olması nedeni ile ön-kesme uygulandığında, diğer sıralardaki deliklerin örselenmesi ve içindeki patlayıcının bozulmasıdır. Yüzey patlatmalarında olduğu gibi, ön-kesme deliklerini çok önceden atma olanağı yoktur. Tüm deliklerin aynı anda atılması zorunludur. İşte bu nedenler ile son-kesme daha başarılı sonuçlar vermektedir.

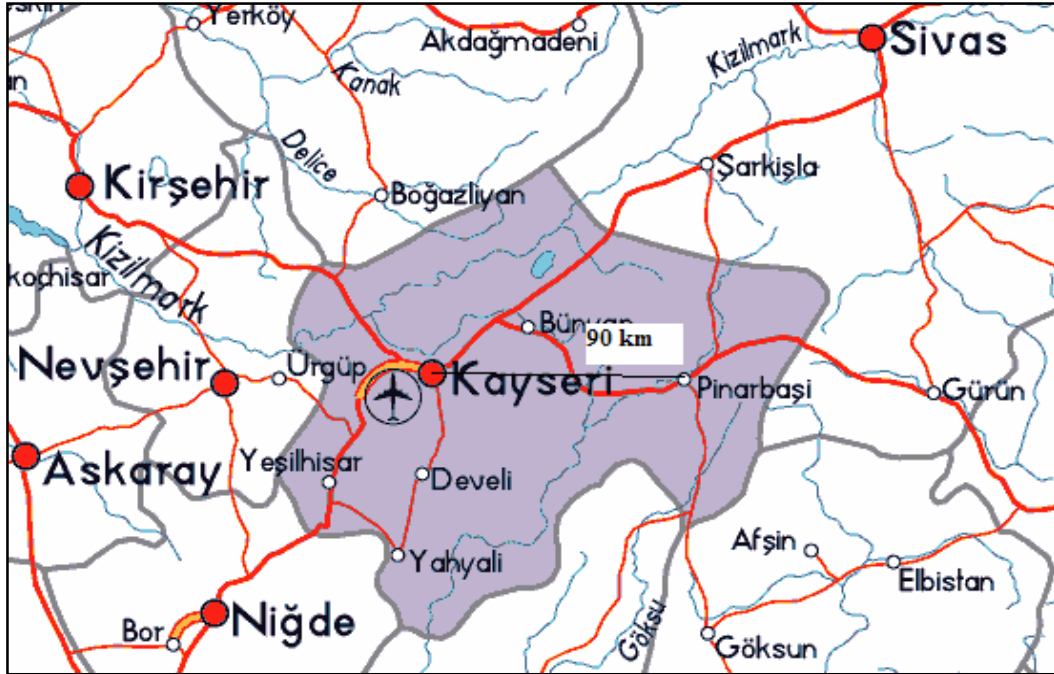
Yüzeyin düzgünlüğü için her çaba aşırı maliyet gerekmektedir. Yüzey kalitesi konuşulurken durulacak noktayı iyi belirlemek gerekmektedir. Birçok projede, çok pahalı patlayıcılar kullanılmasına karşın, delik delmede yeterli titizlik gösterilmemesi ve para harcanmasına rağmen istenilen yüzey kalitesine ulaşılamamaktadır. Yine bazı projelerde, hem doğru patlayıcı seçimi yapılmış hem de titizle delik delinmiştir. Ama uygulamada yanlış gecikme paterni yüzünden yine sonuç alınamamıştır. Tüm bu olayların analizini değerlendirip doğru tanım yapmakta büyük yararlar vardır. Ayrıca çözüm her zaman için pahalı ve kaliteli patlayıcı madde ve aksesuar almak değildir.

3. İŞLETME HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Dedeman Madencilik A.Ş. ait olan İ.R. 1545 No'lu saha, yapılan ihale sonucunda hazırlık ve üretim faaliyetlerinin yapılması için Ağaoğulları Madencilik San.Ltd.Şti'ne verilmiştir.

3.1. İşletmenin Tanıtımı

Kayseri Pınarbaşı-Toruntepe Mevkii Kuzey Ocak Krom Sahası Pınarbaşı İlçesinin batısında 10 km uzaklıktadır (Şekil 3.36). Bu yolun 9 km'lik kısmı asfalt geri kalan kısmı ise stablize yoldur. Sahanın ruhsatı Dedeman Madencilik A.Ş.'ye ait olup, işletmeciliğini ise yapılan anlaşma ile Ağaoğulları Madencilik San. Tic. Ltd. Şti firması tarafından üstlenilmiştir. İ.R. 1545 No'lu sahada 2004 ve 2005 yılından itibaren 2 adet kuyu ile çalışmalara başlanmıştır. Bunlardan Nefeslik kuyusu (Haziran/2004) 185.6 m uzunlukta, Mehmet Kemal Dedeman Kuyusu (Mart/2005) ise 410 m uzunlukta (EK-1 ve EK-2). Saha genelinde 171'i yeraltında olmak üzere toplam 197 kişi çalışmaktadır. Yeraltından yılda ortalama % 36-48 Cr₂O₃ tenörlü yaklaşık 100.000 ton krom cevheri üretimi planlanmaktadır. Yapılan üretim miktarı ise 80.000 ton civarındadır. İşletmenin yerleşim planı EK-3'de verilmiştir.



Şekil 3.36 Kayseri Pınarbaşı İlçesi karayolları ulaşım haritası

Bu bölümde, sahanın jeolojik yapısı, mevcut hazırlıklar ile cevher ve yan kayaçların bazı kütle/malzeme özellikleri anlatılmıştır.

3.2. Sahanın Jeolojik Yapısı

Sahadaki ana kayalar ultrabazik bileşimli olup dünit ve harzburjit sınıflarına girmektedir. Kuzey Ocak cevheri, yataklanma şekli ile mercek şekilli yataklar sınıfına girmektedir. Toruntepe sahasında litolojik birimler, yaşlıdan gence doğru şöyle sıralanmaktadır.

- a. En altta Üst Kretase-Maestrihtiyen yaşlı Pınarbaşı Ofiyolitik serisi
- b. Ofiyolitik kompleksin üzerinde diskordanslı üst Miyosen-Pliyopsen yaşlı volkanik birimler
- c. En üstte, kuvarterner yaşlı alüvyonlar
- d. Ofiyolit kompleksine ait kayalar Toruntepe sahasının hemen hemen tamamında görülmektedir. Sahanın güney batısında Bahçecik Köyü civarında triasik yaşlı kalker ve ofiyolitik serisinin kontağı net bir şekilde görülmektedir.

Ofiyolitik seri, harzburjit, dünit, proksenit damarları ile diyabaz dayklarından oluşmaktadır (Çoğullu,1996).

Sahaya ait jeolojik harita EK-4' te verilmiştir.

• Harzburjit

Ultrabazik kompleksin tektonik alt serisine ait bir kayadır. Toruntepe sahasında en çok görülen kayadır. Aşırı serpantinleşme ve yüzey alterasyonu nedeniyle rengi kahverengidir. Genellikle olivin miktarı % 65–95 arasında değişmektedir. Ayrıca yer yer zengin piroksenitli harzburjit bulunmaktadır. Harzburjit istifin konumu, doğrultu N 50 W, Eğim ise 45- 60 SW dir.

• Dünit

Tek mineralli olan dünit, ultrabazik kompleks içerisinde iki alt seri de bulunmaktadır. Toruntepe sahasında iki çeşit dünit yer almaktadır. Bunlar;

- 1) Tektonit dünit alt serisi
- 2) Kümülat dünit alt serisi.

Zamantı ırmağının; kuzey tarafında, damar ve mercek şeklinde harzburjitlerin içerisinde uyumlu olarak tektonik dünit bulunmaktadır.

Zamantı ırmağının güneyinde kümülat dünitleri bulunmaktadır. Bu dünitlerin kalınlıkları 10–50 metre kalınlıkta ve harzburjitlerin üzerinde uyumsuzdur. Oluşumu ultrabazik kolonun üst kısımlarındadır. Kümülat dünitlerin konumu ise doğrultu N-N10E, eğim 55 – 70 E dir.

Tektonit dunitlerde yüksek tenörlü kromit yatakları oluşmaktadır, Kümülat dunitlerde genellikle düşük tenörlü kromit yatakları oluşmaktadır.

- **Piroksenit Damarları**

Damar serisini temsil etmektedir. Piroksen damarları özellikle sondaj çalışmalarıyla tespit edilmektedir. Kalınlığı 0.5-1.5 m. kadar değişmektedir. En çok sahanın kuzey kısmında görülmektedir.

- **Diyabaz Daykları**

Sahanın batı ve orta kısımlarında görülen ve süreklilik göstermeyen, sahayı baştanbaşa kat eden dayk şeklinde izlenen diyabazlar, harzburjit ve dunitleri kesip mevcut cevheri de tektonize ederek, cevherleşmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Diyabaz dayklarının kalınlığı 0.5-10 m kadar görülmektedir. Diyabaz dayklarının konumu; doğrultu N 20 E, eğim 74-80 NW'dır. Kalın dayklar da dıştan içe (merkeze doğru) kristal yapısı değişik boyutlarda görülmektedir. Konağa yakın yerlerde ince kristal yapısı, merkeze doğru ise iri kristal yapısına sahiptir.

- **Cevherleşme**

Toruntepe sahasında son yıllarda yapılan jeolojik çalışmalara göre iki tip cevherleşme bulunmaktadır.

- Alpin tipi yüksek tenörlü podiform yataklar
- Alpin tipi düşük tenörlü podiform yataklar

Toruntepe sahasında yaklaşık 300 cevher mostrası bulunmaktadır. Yapılan sondaj çalışmalarında işletilebilir kapasitede olduğu tespit edilen ve ismine Kuzey Ocak denilen çalışma sahamız, NW kısmında yer almaktadır. Bu ocak yeraltı işletmesinden oluşmaktadır. Leopar ve masif yapıdaki cevherleşmenin doğrultusu; N50W, eğim ise 45-50 SW değişmektedir. Kalınlık yüzeyde 1.5–2 metre civarında iken yeraltı çalışmalarıyla 15-25 m ye kadar çıktığı görülmüştür. Yüzeyde % 30–35 Cr₂O₃ (Kromit) olan tenörde, alt kotlarda artarak % 50 Cr₂O₃ (Kromit)'e kadar yükselmektedir. Yapılan sondaj çalışmalarıyla cevherleşme yeryüzünden 400 m ye kadar devam etmektedir. Ocakta iki fay sistemi görülmektedir.

1. Doğrultuya dik faylar, cevherleşmeyi sık sık keserek NE ya ve SW ya itilmiş bloklar şeklinde görülmektedir. Atımlar 7 -12 metre arasında değişmektedir.

2. Doğrultusuna paralel veya paralele yakın faylar, cevherleşmeyi keserek E ya ve SE ya itilmiş görülmektedir. Atımları 10 – 30 metre arasında değişmektedir.

Kuzey Ocak İşletmesinde yukarıdan aşağıya doğru suni tavanlı dolgulu travers ayak yöntemi uygulanmaktadır. 2004 yılının haziran ayında Nefeslik Kuyusu ve 2005 yılının mart ayında Mehmet Kemal Dedeman Kuyusu ile hazırlık işlemlerine başlanmıştır (EK-1 ve EK-2). Nefeslik Kuyusu 1551.60 kotundan itibaren açılmaya başlanmış olup, kuyu kesiti 2.20x3.30 m*m ve ağaç tahkimat kullanılmıştır. Mehmet Kemal Dedeman Kuyusu 1575.34 kotunda, 4.70x5.50 m*m kesitli ve tahkimatında çelik konstrüksiyon kullanılmıştır.

3.3. Yeraltında Yapılan Hazırlık ve Üretim Çalışmaları

Yeraltı işletmesinde üretim faaliyetleri, mevcut ihraç kuyusundan itibaren cevher yatağının doğrultusuna paralel olarak sürülen ana nakliye yolları ile bu anayolları birbirine bağlayan cevherleşmenin eğiminde, taban taşından çıkılan başyukarıdan sağlanmaktadır. Cevher yatağının doğrultusuna paralel olarak sürülen ana nakliye yolları çelik tahkimat ile tahkimat altına alınmış olup bu tahkimatlar 0.60 m mesafe ile atılmaktadır. Maden ocağı dikey olarak (aşağıya doğru) 30 metre aralıklarla anakatlara ayrılmıştır (242 Katı, 275 Katı, 306 Katı, 338 Katı, 369 Katı ve 400 Katı). Bu anakatlar da 2.5 m'lik dilimler halinde suni tavanlı, yatay dilimli, dolgulu, aşağı doğru ilerletimli yöntem ile cevher üretimi yapılmaktadır. Her panoda en üst kısımdan (tavan yolunun altından) başlanarak, cevherin taban taşından rekuplar sürülmüştür. Cevhere ulaşıldıktan sonra cevher içerisinde 2.5x2.5 m*m kesitinde yatay dilimler halinde ana yollar sürülerek ve ana yollardan dik bacalar girilerek ceplerden üretim yapılmaktadır. Bu anayollar; dolgu malzemesi nakli için taban taşının içinde başyukarılara bağlanmıştır. Böylece bir panoda iki cevher oluşu, bir pasa oluşu olmaktadır. Ana yol sürülürken girilen üretim cepleri arasında en az 5 m cevher topuğu bırakılmaktadır. Cevheri alınan ceplerin boşlukları ocak içerisinden veya ocak dışından sağlanan dolgu malzemesi (pasa) ile dolgu yapılmaktadır.

Bir alt üretim katının hazırlığı için hangi baş yukarıdan giriş yapılacak ise o taraftaki ana yolun uç kısmından başlayarak yanlara sağlı sollu cepler girilerek cevher topukları alınmaktadır. Cevheri alınan cepler ile ana yolun dolgusu yapılarak geriye doğru cevher toplanımına devam edilmektedir. Çalışılan üretim katının yarı miktarı üretildikten sonra bir alt üretim katının hazırlığına başlanmaktadır. Cevherin taban ve tavantaşı ile alt üst damar sınırlarındaki cevherlere yan taş karışmadan ve cevher zayıyatı

verilmeden tam olarak alınmaktadır. İlerlemeler patlatma ile yapılmaktadır. Ayrıca ocakta, doğal havalandırma ile havalandırma yapılmakla beraber, katların havalandırılması fanlar ile yapılmaktadır.

Üretim katlarının cevher içinde sürülen anayollarda ve ceplerde 0.60 m aralıklarla ağaç tahkimat yapılmaktadır. Ana yollarda ayrıca her 4 m'de sarma çekilmektedir. Sarma boyunduruklarda 18-20 cm yandirek ve dikmelerde 16-18 cm kalınlıkta ağaç direkler kullanılmaktadır. Bir üst katın cevher sınırının dolayısıyla bir üst katın ızgarasının dışına sürülen üretim ceplerinin tavanı 7-8 cm kalınlıkta sürme kamalar kullanılarak tutulmaktadır.

Üretim katında, girişlerde fere içerisine tahkimat ve merdiven yapılarak oluk ağızları kapak ile kapatılarak aşağıya çalışanların düşmesi önlenmektedir. Üretimi yapılan cevher boşluklarının dolgu işlerine geçilmeden önce, dolgu bacalarının tabanda, boyuna olarak üç adet (iki kenara ve orta kısma) 12-14 cm kalınlıkta ahşaptan sola uzatılarak ve bu solaların üzerine enine olarak 3 cm kalınlıkta kamalar döşenerek ızgara yapıldıktan sonra üstüne dolgu yapılmaktadır. Dolgu ceplerinde yatırılan solalar en az 3 m boyunda, cep uzun ise 4 m'lik ağaçlarla yatırılmaktadır. Solaların bir ucu yan taş 30-40 cm, ek yerlerindeki uçları birbirine en az 20 cm girmektedir. Izgara kamaları arasında açıklık bırakılmamaktadır.

Dolguların ön kısmına ve iki kenarına iri taşlarla duvar örülür, duvar içerisine 0.5 m aralıklarla yatay olarak ağaç kamalar yerleştirilerek hatıl atılmaktadır. Dolguların bir üst katın ızgarasına usulüne göre ızgara döşenerek dolgu yapılmaktadır. Patlayıcı maddeler ehliyetli kişilerle ateşlenmekte ve başyukarılarda elektrikli kapsül ile ateşleme yapılmaktadır. Kuyu vinci ehliyetli kişiler tarafından kullanılmaktadır.

İşletmede Nefeslik Kuyusundan 50 ton, Mehmet Kemal Dedeman Kuyusundan 250 ton üretim yapılmaktadır. Cevher üretiminde ekipman olarak, delme işlemlerinde sehpalı martoperferatör, yükleme işlemlerinde ise kazma, kürek ve LHD kullanılmaktadır. Ocakta, yeraltında 171 olmak üzere toplam 197 kişi çalışmaktadır. İşletmede üretim üç vardiya halinde yapılmaktadır. Yıllık 100.000 ton üretim yapılması planlanmıştır.

3.2. Krom Cevheri ve Yan kayaçların Bazı Kütle ve Malzeme Özellikleri

Toruntepe-Kuzey Ocak krom sahası ile Pulpınar Krom maden yatağı aynı kuşakta olup yaklaşık olarak 45 km mesafede yer almaktadır. Gerek cevherleşme tipi, gerekse yan kayaç oluşumları aynı kuşak içerisinde olduğu için benzer özellikler taşımaktadırlar.

Dolayısıyla Pulpınar yöresine ait, daha önce yapılan cevher ve yan kayaçların dayanımlarına yönelik bir dizi arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır (Demirci ve Ark. 1994).

Arazi gözlem ve laboratuvarda yapılan çalışmalar neticesinde Çizelge 3.12'deki veriler elde edilmiştir.

Ayrıca Demirci ve Arkadaşları'nın (1994) arazi ve laboratuvarda yaptıkları çalışmalar neticesinde Pulpınar yöresine ait cevher ve yan kayaçların sağlamlık dereceleri belirlenmiş olup, Toruntepe Mevkii'ndeki cevher ve yan kayaçların fiziksel, mekanik ve sağlamlık dereceleri için de Çizelge 3.13 ve 3.14'deki veriler kabul edilmiştir.

Çizelge 3.12 Toruntepe Yeraltı Krom İşletmesinde arazi gözlem ve ölçüm sonuçları

Lokasyon	Kaya Birimi	Jeoteknik Tanım	Schmidt Çekici Sertliği	Nokta Yüklü Dayanımı $I_{s(50)}$ (MPa)
242 Katı	Taban taşı	Griimsi yeşil, Aşırı altere olmuş yerlerde grimsi, az altere olmuş yerlerde ise grimsi yeşil, fazla miktarda aynışmış, Düzensiz eklem takımı, Ortalama Süreksizlik aralığı 40 cm, Devamlılık ortalama 40 cm, Düz dalgalı.Belirgin dolgu malzemesi var.	25 ±4.16	2.15 ±0.41
	Cevher	Koyu Gri yer yer sıyahımsı renkte. Düzensiz eklem takımı, Ortalama süreksizlik aralığı 40 cm. Ortalama devamlılık 25-30 cm. Pürüzlü basamaklı, yer yer sert yeşil görünümde serpantin damarları var.	18 ±2.75	1.20 ±1.69
	Taban taşı	Yeşilimsi gri görünümünde, Düzensiz eklem takımı. Ortalama süreksizlik aralığı 20 cm. Ortalama devamlılık 20 cm. Basamaklı düz Pürüzlü iç kısımlar dalgalı düz.	29 ±4.16	2.30 ±0.56
275 Katı	Cevher	Koyu kahverengi görünümünde. Düzensiz eklem tanımı, ortalama süreksiz ağırlığı 30 cm. Dalgalı basamaklı, az pürüzlü, iç kısımlarında dalgalı düz. Aynanın ortasında max. 3 cm eninde ve 3 m devamlılığında yeşilimsi zayıf serpantin dolgu var.	21 ±3.50	1.04 ±1.84
	Taban taşı	Yeşilimsi gri görünümünde, Az nemi, Düzensiz eklem takımı. Ortalama süreksizlik aralığı 25 cm. Az pürüzlü	29 ±4.22	2.33 ±0.59
306 Katı	Cevher	Kahverengimsi görünümünde. Düzensiz eklem tanımı, ortalama süreksiz aralığı 20 cm. Ortalama devamlılık 20-30 cm.Pürüzlü dalgalı, Kısımlar basamaklı.	17 ±5.25	0.72 ±2.17
	Taban taşı	Yeşilimsi gri görünümünde, yüksek derecede aynışmış, düzensiz eklem takımı, Ortalama süreksizlik aralığı 20 cm. Ortalama devamlılık 20 cm. Belirgin dolgu malzemesi yok.	28 ±5.13	3.13 ±1.39
338 Katı	Cevher	Koyu kahverengi görünümünde,Orta derecede aynışmış,Düzensiz eklem takımı,,ortalama süreksizlik aralığı 30 cm.Pürüzlü dalgalı, Sert yeşil görünümde serpantin damarları var.	19 ±5.5	0.68 ±2.21
	Taban taşı	Griimsi Yeşil, Alterasyon çok fazla, düzensiz eklem takımı, Ortalama süreksizlik aralığı 30 cm, Devamlılık 30 cm. Dalgalı düz, iç kısımlar basamaklı ve pürüzlü.	27 ±6.17	2.30 ±0.58
369 Katı	Cevher	Koyu kahverengi görünümünde, Ortalama süreksizlik aralığı 20 cm. Ortalama devamlılık 40 cm.Pürüzlü basamaklı, Aynanın ortasında max. 2 cm eninde ve 1,5 m devamlılığında yeşilimsi zayıf serpantin dolgu var.	17 ±7.50	0.64 ±2.25

Çizelge 3.13 Kaya mekaniği laboratuvar deney sonuçları (Demirci ve ark., 1994)

Kaya Birimi	Yoğunluk (gr/cm ³)	Nem Oranı (%)	Suya Dayanım İndeksi (I _{d-2}) (%)	Darbe Dayanımı (kgf.cm/cm ³)	Dolaylı Çekme Dayanımı (MPa)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Kohezyon (MPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Derece)	Elastisite Modülü (GPa)	Poisson Oranı
Tavantaşı	2.615±0.031 (2.554-2.636)	0.8	99.24±0.040 (99.18-99.27)	6.34±4.98 (1.68-17.96)	6.74±1.23 (5.56-10.4)	69.95±24.83 (27.10-111.2)	25.02	40.01	33.42	0.382
Cevher	4.039±0.121 (3.765-4.097)	0.2	97.75±0.539 (97.26-98.30)	4.69±3.21 (1.07-11.42)	7.40±2.13 (3.01-10.9)	52.83±19.43 (24.79-89.40)	32.53	30.46	75.80	0.246
Tabantaşı	2.694±0.012 (2.685-2.721)	1.1	99.42±0.035 (99.38-99.46)	9.55±5.61 (2.74-21.88)	7.79±2.73 (3.34-12.2)	79.14±36.90 (30.28-145.2)	16.72	42.82	27.50	0.261

Çizelge 3.14 Tavantaşı, cevher ve tabantaşın sağlamlık dereceleri (Demirci ve ark., 1994)

Sınıflama Kaya Birimi	Tek Eksenli Basınç Dayanımı	Schmidt Çekici	Modül Oranı	Suda Dağılıma Dayanımı İndeksi	RQD	Dere ve Miller	Çatlaklı Kaya Kürelerinde Dayanım Diyagramı	RMR (Bieniawski)		Sağlamlık Derecesi
								Puan ve Tanım	Kazı Açıklığı (m)	
Tavantaşı	70 Mpa Orta Dirençli	20 Az Yumuşak	478 Orta	%99 Çok Yüksek	%81 İyi	Orta Dayanım	Sağlam Kaya	66 İyi Kaya	3.4 18	Sağlam (D)
Cevher	53 Mpa Orta Dirençli	33 Az Sert	1435 Yüksek	%97 Yüksek	%66 Orta	Orta Dayanım (Alt Sınır)	Orta Sağlamlıkta	47 Orta Kaya	2.3 9	Orta (C)
Tabantaşı	79 Mpa Orta Dirençli	37 Az Sert	347 Orta	%99 Çok Yüksek	%75 İyi	Orta Dayanım	Sağlam Kaya	66 İyi Kaya	3.4 18	Sağlam (D)

4. ARAZİ ve LABORATUVAR ÇALIŞMALARI ve SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde, Kayseri Pınarbaşı-Toruntepe Mevkii'nde bulunan Dedeman A.Ş.'ye ait olan yeraltı krom işletmesinde (Kuzey Ocak-Mehmet Kemal Dedeman Kuyusu) Optimum patlatma tasarımının belirlenmesi için çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda şu ana hatlar vurgulanmaya çalışılmıştır:

- I. İşletmede mevcut delme-patlatma faaliyetlerinin cevher ve tabantaşında gözlemlenerek gerekli verilerin elde edilmesi.
- II. Cevher ve tabantaşında yapılan atım sonuçlarının; parçalanma boyutu, özgül şarj, patlatma maliyeti ve ilerleme miktarı gibi parametrelerin değerlendirilip bilgisayar ortamına aktarılması.
- III. Sahada çalışılan kaya birimlerinin; türleri, ayrışma dereceleri, tabakalanma ve çatlak düzlemlerinin sayıları, aralıkları, açıklıkları ve açıklık dolgusu gibi kütleli özelliklerinden hareketle tanımlanması.
- IV. Gerek mevcut yapılan atımlardan gerekse kaya birimlerinin bazı madde ve kütle özelliklerinden faydalanarak, yeni ön tasarımların Autocad paket programında çizimi yapılarak ortaya konulması.
- V. Ön tasarımı yapılan paternler için, atımda kullanılacak patlayıcı madde miktarının önceden belirlenerek hazırlık yapılması
- VI. Ayna da yapılacak olan şarjın usulüne göre yapılması.
- VII. Ön tasarımları yapılan patlatma paternlerinin arazi ortamında denenmeye başlanılıp, her atım sonunda elde edilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılıp değerlendirilmesi neticesinde en uygun patlatma koşulları gözlemlenmeye çalışılması.
- VIII. Cevher ve tabantaşı için en uygun atım boyu ve özgül şarjın belirlenmesi
- IX. Ekonomik değerlendirmeler sonucu optimum koşulların belirlenmesi.
- X. Yukarıdaki çalışmalar neticesinde ileride yapılacak olan tasarımlar hakkında önerilerde bulunulması.

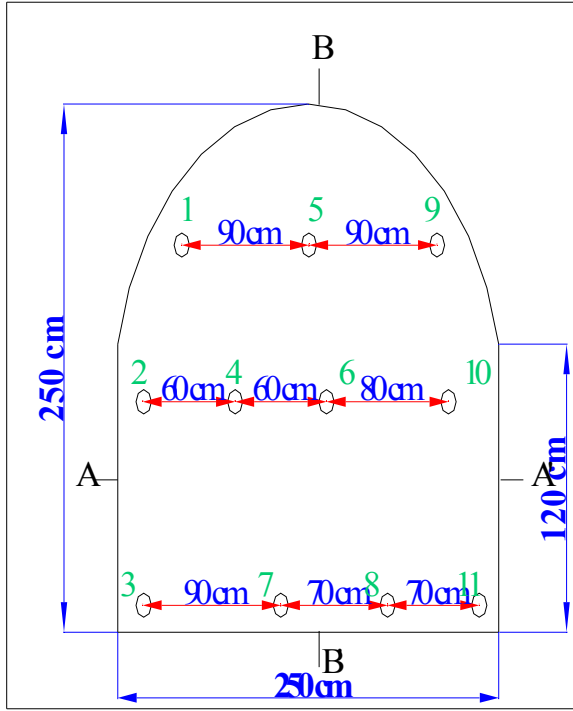
4.1. İşletmede Tabantaşı Aynaları İçin Mevcut Atımların İncelenmesi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tabantaşı aynalarında toplam 15 adet atım incelenmiştir. Bu patlatmalarda elektriksiz gecikmeli nonel kapsüller kullanılmış olup, ateşlemenin yapılması için de adi kapsül-emniyetli fitil kombinasyonu kullanılmıştır.

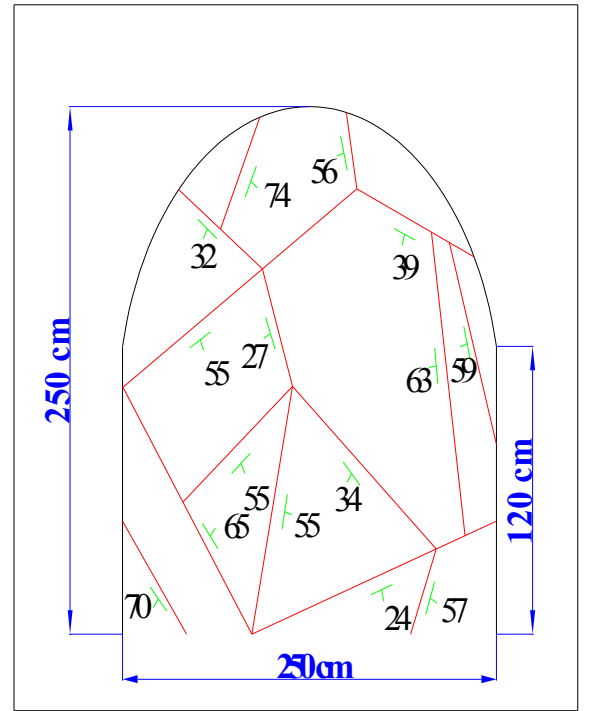
Gerçekleştirilen atımlara ait delme düzeni, süreksizliklerin görünümü, aynaların yatay (A-A') ve dikey kesiti (B-B') Şekil 4.37'de verilmiştir. Yine aynı şekilde her delik için delme-patlatma verileri Çizelge 4.16'da ve her bir atım için delme-patlatma sonuçları Çizelge 4.19'da sunulmuştur. Bu doğrultuda geri kalan 14 atım için çizelge ve şekiller EK-5'de sunulmuştur. EK-5'te ki şekil ve çizelgeler incelendiğinde;

- Delme işlemi yapılırken belirli bir delme yönteminin olmayışı,
 - Aynadaki süreksizliklerin bulunma yoğunluğuna bakılmadan delik sayısının fazlalığı,
 - Kaya kütle malzeme özelliklerine dikkat edilmeden atımların yapılması,
 - Kimi patlatmalarda kavlak alınmadan delme işlemine geçilmesi,
 - Matkabın aşınma durumuna bakılmadan delme işleminin yapılması ve bundan kaynaklanan uzun süren bir delme işlemi,
 - Delinen delik uzunluğundaki standartsızlık,
 - Şarj miktarının deliklere dağılımının yanlış yapılması,
 - Sıkılama, dinamit boyutlarında hazırlanan gazete kağıtlarına cevher tozu doldurularak yapılması ve bundan kaynaklanan toz oluşumu,
 - Ateşlemenin adi kapsül ile yapılması ve bundan kaynaklanan emniyetsizlik ayrıca zehirli bir duman oluşumu,
 - Patlatma sonunda istenilenin dışında bir kesit elde edilmesi,
 - Kimi patlatmalarda istenilen kesitin elde edilmesi amacıyla patar atımına ihtiyaç duyulması,
 - İlerleme miktarının delme uzunluğuna oranla düşük yapılması,
 - Parçalanma boyutunun büyüklüğü ve bundan kaynaklanan kırma işlemine ihtiyaç duyulması. Kırma işlemi yüklemenin küreklerle yapılmasından dolayı, yükleme işlemlerini kolaylaştırmak için yapılmaktadır,
 - Maliyetlerin yüksek çıkması
- gibi problemlerle karşılaşmıştır.

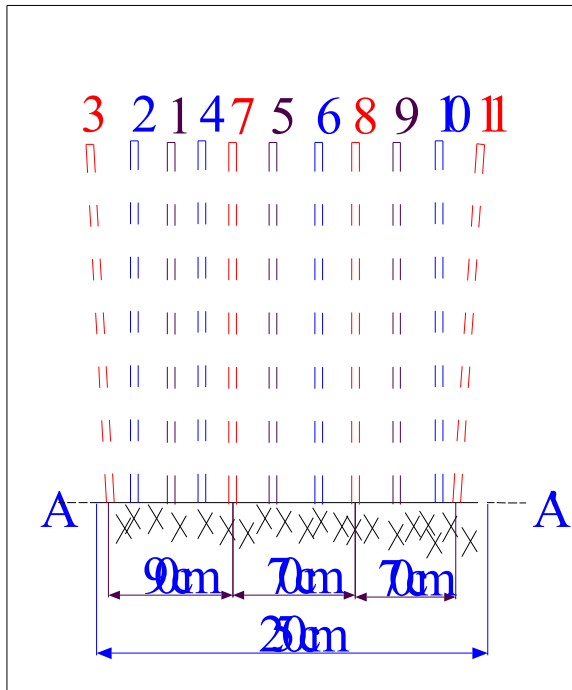
306 Katı tabantaşı aynasında yapılan atımın delik delme düzeni, süreksizliklerin görünümü ve aynanın kesit görünümleri Şekil 4.37’de verilmiştir.



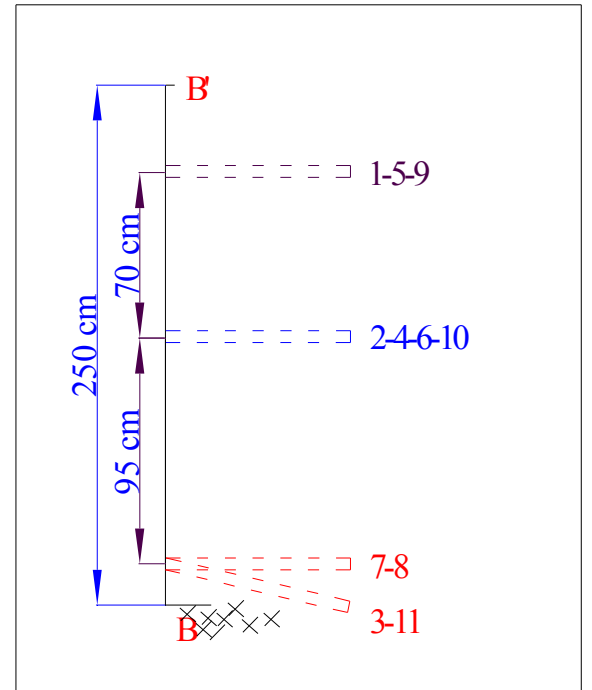
a) Önden Görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.37. 306 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.1)

Çizelge 4.16’da delinen deliğin boyu, çapı, delme süresi, delinen deliğe konulan patlayıcı madde miktarı ve kullanılan kapsül numaraları verilmiştir.

Çizelge 4.16 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.1)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	50	175	2	7
2	100	50	170	2	6
3	100	50	170	2	7
4	100	45	170	2	3
5	110	45	190	2	1
6	100	50	180	2	1
7	100	50	175	2	3
8	110	30	215	3	10
9	110	30	210	3	9
10	110	30	210	3	9
11	110	30	205	3	10

• **Hesaplamalar:**

Aşağıda her atım sonunda elde edilen veriler ışığında örnek bir hesaplama yapılmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.19’da verilmiştir. Bu hesaplamalar her atım için ayrı ayrı yapılmış, yine aynı şekilde çizelgelerde sunulmuştur. Bu çizelgeler EK-5’te verilmiştir.

Atımlar Powergel Magnum 365 (27*225 mm ve 155 gr) adlı emülsiyon patlayıcı ile yapılmakla beraber birim fiyatı 4.87 TL (3.35 \$) olup, fitil ve kapsüllerin birim fiyatları Çizelge 4.17 ve 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Fitil birim fiyatları.

	TL	\$*
İnfilaklı fitil	0.45	0.30
Adi fitil	0.71	0.62

*1 \$ = 1.5 TL alınmıştır.

Çizelge 4.18 Kapsül birim fiyatları

	TL	\$*
Exel kapsül	3.84	2.56
Elektrikli kapsül	2.29	1.53
Adi kapsül	0.81	0.54

*1 \$ = 1.5 TL alınmıştır.

Patlayıcı Madde Maliyet Hesabı :

Kullanılan Elemanlar	Kullanılan Miktar	Maliyet Hesabı	Tutar
Dinamit	26 (adet)	26*0.155*3.35	13.50 \$
Exel kapsül	11 (adet)	11*2.56	28.16 \$
Adi kapsül	1 (adet)	1*0.54	0.54 \$
İnfilaklı fitil	2 m	2*0.30	0.30 \$
Adi fitil	0.5 m	0.5*0.62	0.31 \$
Elektrikli kapsül	-	-	-
Toplam			42.81 \$

Özgül Şarj :

26 adet dinamit kullanılmış olduğundan,

Kullanılan şarj miktarı (C) = 26* 0.155 = 4.03 kg

Yerinde hacim (V_y) = 2.5 m*2.5 m*1 = 6.25 m³

Özgül şarj= C/V_y [4.46]

Özgül şarj = 4.03/6.25 =0.645 kg/m³

Ortalama Net Delme Hızı :

$$l_{ort} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} \quad [4.47]$$

l: Delme uzunluğu

n: Toplam delik sayısı

l_{ort}: Ortalama delik uzunluğu

$$l_{ort} = \frac{110 + 100 + 100 + 100 + 110 + 100 + 100 + 110 + 110 + 110 + 110}{11}$$

l_{ort} = 105.45 cm = 1.05 m

$$d_{ort} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n} \quad [4.48]$$

t: Delme süresi

n: Toplam delik sayısı

d_{ort}: Ortalama delme süresi

$$d_{ort} = \frac{175 + 170 + 170 + 170 + 190 + 180 + 175 + 215 + 210 + 210 + 205}{11}$$

$$d_{ort} = \frac{2070}{11}$$

d_{ort} = 188.18 sn = 3.14 dk

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{l_{ort}}{d_{ort}} \quad [4.49]$$

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{1.05}{3.14} = 0.33 \text{ m / dk}$$

Delme Verimliliği :

Delme verimliliği= İlerleme miktarı/ Ortalama delik uzunluğu [4.50]

Delme verimliliği= 0.90/1.05

Delme verimliliği= % 86

Birim Delme Maliyeti :

0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik,tij,bas. hava,amortisman vs.)

Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim, (\$/ m³) [4.51]

Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³* 11.60/6.25

Birim delme maliyeti= 0.92 \$/ m³

Birim Patlayıcı Madde Maliyeti

Birim patlayıcı madde maliyeti = Patlayıcı maliyeti/ yerinde hacim, (\$/ m³) [4.52]

Birim patlayıcı madde maliyeti = 42.81/6.25

Birim patlayıcı madde maliyeti = 6.84 \$/ m³

Çizelge 4.19 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.1)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	10
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama Delik boyu	m	1.05
Ortalama sıkılama Boyu	m	0.42
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Gecikmeli Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	10
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	4.03
Özgül şarj	kg/m ³	0.645
Tahmini boyut dağılımı		
-60 cm;+ 30 cm		%20
-30 cm;+ 5 cm		%60
- 5 cm		%20
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.33
Patlayıcı maliyeti	\$	42,81
Delme verimliliği		% 86
Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.92
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	6.84

Bu atım sonunda, istenilen kesitin dışında daha büyük bir kesit elde edilmiştir. Patlayıcı madde miktarının ve delik sayısının fazlalığının buna neden olduğu düşünülmektedir. Tavan kısmından fazla miktarda malzeme gelirinden dolayı tahkimatın yapılmasında zorlanmalar yaşanmıştır ve nakliye işlemlerinin uzun sürmesinden dolayı zaman kaybı fazla olmuştur. Ayrıca delik delme uzunluğunda standartsızlık tespit edilmiştir. Bu patlatmada fazla miktarda emülsiyon patlayıcı kullanılmasından kaynaklanan özgül şarjın yüksek olduğu hesaplanmıştır. Kapsül gecikmelerinin kullanılmasına özen gösterilmesi gerektiği düşünülmektedir.

İşletmede, tabantaşı aynalarında yapılan mevcut atımların incelenip değerlendirilmesi neticesinde parçalanma boyutları Çizelge 4.20’de ve patlatma sonuçları veri formu Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Tabantaşı aynalarında yapılan mevcut atımların tahmini parça boyut dağılımı

Atım No	-60 cm + 30 cm (%)	-30 cm + 5 cm (%)	-5 cm (%)
1	20	60	20
2	30	50	20
3	50	15	35
4	40	25	35
5	45	40	15
6	40	50	10
7	15	55	30
8	25	50	25
9	15	55	30
10	10	45	45
11	30	40	30
12	10	55	35
13	25	60	15
14	30	45	25
15	45	45	10

Çizelge 4.21 İşletmede taban taşı aynalarında yapılan atımların incelenmesi ve değerlendirilmesi

Atım No	Delik Sayısı (Adet)	Toplam Şarj Miktarı (Kg)	Patlatma Sorrası Yapılan İlerleme (m)	Özgül Şarj (kg/m ³)	Delme Verimliliği (%)	Patlayıcı Madde Maliyeti (\$)	Birim Patlayıcı Madde Maliyeti (\$/m ³)	Birim Delme Maliyeti (\$/m ³)	Yapılan Atımların Sonuçları
1	10	4.03	0.90	0.645	86	42.81	6.84	0.92	Süreksizliklerin aynada yoğunluğuna balmaksızın bir delme işlemi yapılmış ve bundan dolayı da göçük olmamıştır. Toz oranı yüksek, kapsül gecikmelerine dikkat edilmesi gerekir.
2	7	1.86	0.75	0.338	78	25.26	4.78	0.61	Uygun olmayan bir delme işi yapılmış, bu sebeple de sağ üst kısma patar atılması gerekmektedir. Çevre zararını az olmakla beraber ilerleme az miktarda olmuştur.
3	9	2.33	0.80	0.424	70	32.06	5.83	0.87	Parçalanma boyutunun, istenilenin altında olmasından ötürü yüklenme işleminin uzun sürmüştür. Özgül şarj yüksek çıkmıştır. Kapsül gecikmeleri özensiz kullanılmıştır.
4	7	1.86	0.90	0.338	85	25.27	4.60	0.67	Delme uzunluğu standartlarından kaynaklanan patar atımına ihtiyaç duyulmaktadır. Toz oluşumu yüksek, kavlak alınması matkap zarar görmüştür.
5	7	1.86	0.85	0.338	78	25.26	4.60	0.69	Delinen delik sayısı azlığından kaynaklanan patar atımı gereksinimi ve parçalarına boyutunun büyüklüğünden kaynaklanan kırma işi gerekmektedir.
6	7	1.71	0.75	0.310	75	25.26	4.60	0.69	Patar alınmasına ihtiyaç, parçalarına boyutu istenilenin üstünde olmasından dolayı kırma işlemine ihtiyaç duyulmuştur. Kapsül gecikmelerine dikkat edilmeden şarj yapılmıştır.
7	7	1.70	0.80	0.332	86	24.75	4.84	0.63	Delik delme işlemi düzensiz uygulanmış olup verimli bir patlatma yapılmamıştır. Patar atımına ihtiyaç duyulmuştur.
8	7	2.02	0.85	0.363	79	25.72	4.68	0.68	Parçalanma boyutu istenilenin üstünde olmasından dolayı kırma işlemine ihtiyaç duyulmuştur. Delik sayısının azlığı dikkat çekmiştir ve bundan kaynaklanan patar atımı.
9	10	2.95	0.5	0.535	95	36.62	7.20	0.91	Toz oranı yüksek, diğer atımlara oranla maliyet ve özgül şarj yüksek çıkmıştır. Kapsül gecikmeleri kullanımına özen gösterilmemesinden kaynaklanan kötü bir yağın eldesi.
10	10	2.33	0.80	0.470	81	34.59	6.40	0.91	Matkapın aşırması olmasından kaynaklanan uzun bir delme işlemi, patlatma sırasında ilerleme düşüktür. Parçalanma boyutu çoğunlukla 5 cm altında gerçekleşmiştir.
11	7	1.86	0.85	0.307	95	25.26	5.39	0.63	Uzun süren bir delme işlemi, kapsül gecikmelerinin kullanımına dikkat edilmeden esinden elde edilen düzensiz bir yağın.
12	9	2.48	0.90	0.450	84	32.55	5.38	0.87	Kapsül gecikmelerinin kullanımına dikkat edilmeden esinden elde edilen düzensiz bir yağın. Uzun süren bir delme işlemi, Toz oranının yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
13	10	2.64	0.95	0.442	87	35.61	5.88	0.89	Taban, orta ve tavan delikleri arasındaki mesafenin artırılarak daha verimli bir parçalanma elde edilmiş, toz oranı yüksek ve kapsül numaraları şarjında yanlış kullanılmıştır.
14	9	2.02	0.85	0.382	88	31.03	5.88	0.82	Delik uzunluğunun standartsızlığı, sırlamanın gazete kağıdına dolurulan çevre tozu ile yapılması ve bundan kaynaklanan toz oranında yükseklik.
15	9	2.33	0.85	0.384	77	31.05	5.13	0.81	İlerleme miktarı delinen delik uzunluğuna göre az miktarda olmuştur. Parçalanma boyutunun büyüklüğü yüklemeyi olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.20 ve 4.21’de yapılan hesaplamalar ışığında, tabantaşında yapılan atımlarda ilerleme bakımından ideale yakın en iyi sonuçlar 1, 4, 12 ve 13. atımlarda elde edilmiştir. 1. atım da yapılan ilerleme 0.90 m’dir. Ancak bu patlatmada birim delme maliyeti (0.92 \$/m³) ile birim patlayıcı maliyeti (6.84 \$/m³) yüksek çıkmıştır. Yapılan atımlarda özgül şarj oranı 0.645 kg/m³ ile yine 1. atımda en yüksek olduğu incelenmiştir. Ancak ilerlemesi ile diğer maliyetlerden en uygun olduğu patlatma ise 13. patlatmadır. Bu patlatma da birim delme maliyeti 0.89 \$/m³ ve birim patlayıcı madde maliyeti ise 5.88 \$/m³ hesaplanmıştır. Patlayıcı maliyeti ise 35.61 \$/m³’tür. 2, 4, 5, 6, 7 ve 8. patlatmalarda delik miktarının azlığından ve/veya şarj miktarının azlığından dolayı patar atımı uygulanmıştır. 1, 8, 9, 12 ve 14. atımlarda da normalin üstünde bir toz oluşumu gözlenmiştir. Ayrıca patlatmalarda delme işlemi yapılırken, süreksizliklerin gözardı edilmemesi gerekmektedir. Süreksizliklerin fazla miktarda bulunduğu aynalarda, kendilerini bırakma özelliği olduğundan fazla patlayıcı kullanma gereksinimi olmadığı yapılan patlatmalarda görülmüştür (4, 5, 6, 7 ve 8. atımlar). Bunun gözardı edildiği durumlarda göçük oluşumunun olduğu görüldü. 3, 6, 9, 11 ve 12 atımlar da kapsül gecikmelerinin kullanımına dikkat edilmeden patlatma yapılmış olmasından dolayı, düzgün bir yığın oluşumu ve parça boyutunun iyi olmamasına sebep olmaktadır. Yapılan atımların çoğunda özellikle 14. patlatma da sıkılamamanın iyi yapılmamasından doğan bir problem yaşanmıştır. Sıkılama işlemi, patlayıcının iyi bir şekilde görevini yapması için çok önemlidir. Çünkü iyi bir sıkılama işlemiyle enerjinin ileriye doğru yönelmesini sağlayarak, ilerleme miktarı arzulanan kadar ötelenmiş olacaktır. Bütün atımlarda delik delme uzunluğunda standartsızlık olduğu gözlendi. Kimi atımlarda kavlak alınmadan delme işleminin yapılmasından kaynaklanan makine ekipmanın zarar görmesi ve yaralanmaların olması olumsuz bir durum yaratmıştır.

4.2. İşletmede Cevher Aynalarında Yapılan Mevcut Atımların İncelenmesi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Cevherde toplam 15 adet atım gerçekleştirilmiştir. Patlatmalarda gecikmeli elektriksiz (Nonelectric) exel LP tipi kapsüller kullanılmıştır. Ateşleme, yine aynı şekilde adi kapsül kullanılarak yapılmıştır.

Gerçekleştirilen atımların sırası dikkate alınarak atım düzenleri Şekil 4.38’de verilmiştir. Yine aynı şekilde her delik için delme-patlatma verileri Çizelge 4.22’de ve her bir atım için delme-patlatma sonuçları Çizelge 4.23’de sunulmuştur. Bu doğrultu da geri kalan 14 atım için çizelge ve şekiller EK-6’da sunulmuştur. İncelenen bu 15 atımda aşağıdaki problemler tespit edilmiştir:

- Delme işlemi yapılırken belirli bir delme yönteminin olmayışı,
- Aynadaki süreksizliklerin bulunma yoğunluğuna bakılmadan delik sayısının fazlalığı,
- Kaya kütle malzeme özelliklerine dikkat edilmeden atımların yapılması,
- Delinen delik uzunluğundaki standartsızlık,
- Uygun olmayan şarj miktarı,
- Sıkılama, dinamit boyutlarında hazırlanan gazete kağıtlarına cevher tozu doldurularak yapılması ve bundan kaynaklanan toz oluşumu,
- Ateşlemenin adi kapsül ile yapılması neticesinde zehirli bir duman oluşumu,
- Patlatma sonunda istenilenin dışında bir kesit elde edilmesi,
- Patar atımına ihtiyaç duyulması,
- İlerleme miktarının delme uzunluğuna oranla düşük olması,
- Parçalanma boyutunun büyüklüğünden kaynaklanan kırma işlemi,
- Maliyetlerin yüksek çıkması.

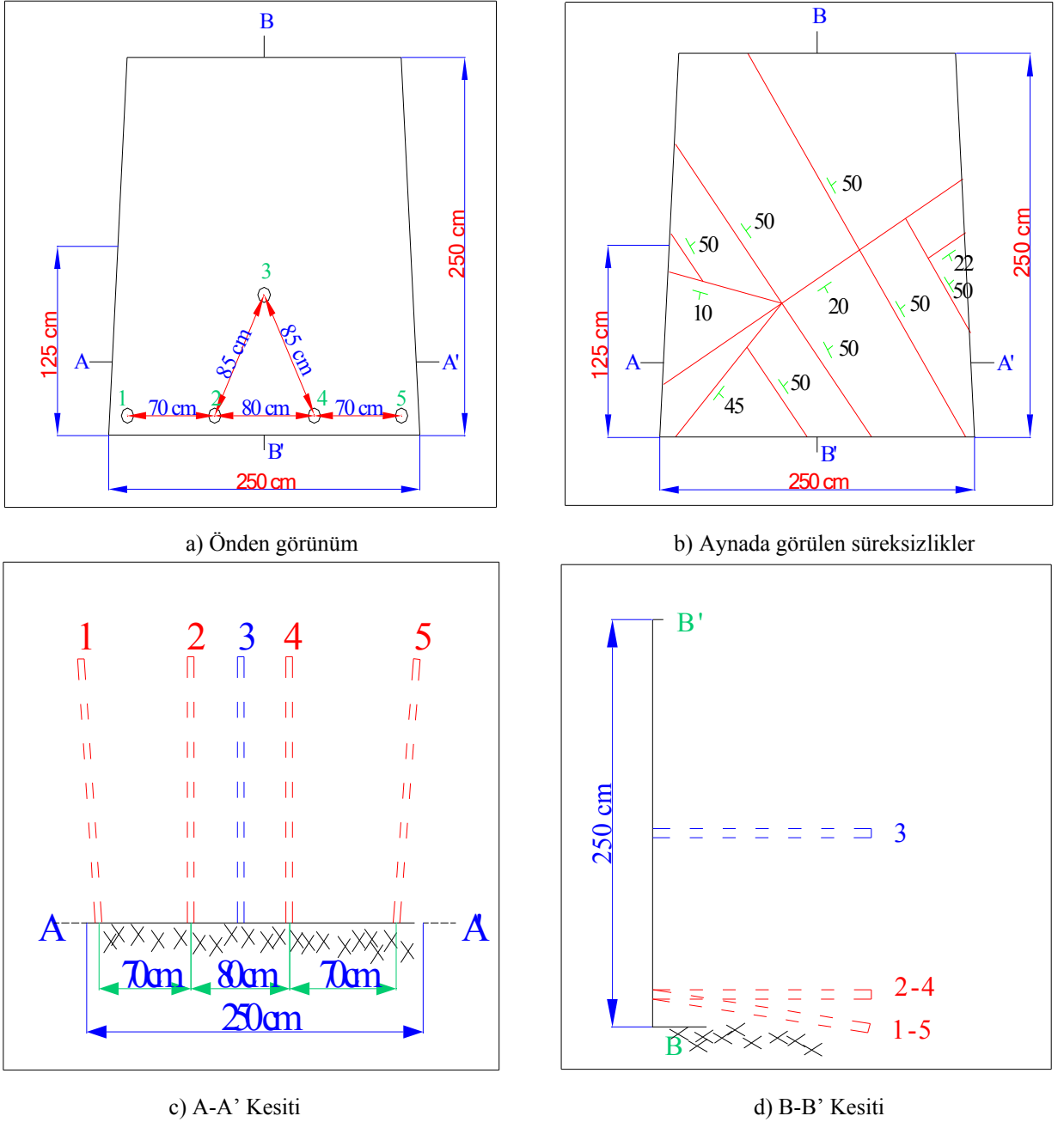
Patlatmalar çoğunlukla daha önceden üretimi yapılmış olan ızgaraların altında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.22’de delinen deliğin boyu, çapı, delme süresi, delinen deliğe konulan patlayıcı madde miktarı ve kullanılan kapsül numaraları aşağıda verildiği gibidir.

Çizelge 4.22 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.1)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	50	205	2	2
2	100	45	210	2	2
3	100	40	215	2.5	5
4	100	55	210	2	0
5	100	50	225	2	6

275 Katı cevher aynasında yapılan atımın delik delme düzeni, süreksizlilerin görünümü ve aynanın kesit görüntüleri Şekil 4.38’de verilmiştir.



Şekil 4.38 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.1)

• **Hesaplamalar:**

Patlayıcı Madde Maliyet Hesabı :

Aşağıda her atım sonunda elde edilen veriler ışığında örnek bir hesaplama yapılmış olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.23’te verilmiştir. Bu hesaplamalar her atım için ayrı ayrı yapılmış ve çizelgelerde sunulmuştur.

Kullanılan Elemanlar	Kullanılan Miktar	Maliyet Hesabı	Tutar
Dinamit	10.5 (adet)*	10.5*0.155*3.35	5.45 \$
Exel kapsül	5 (adet)	5*2.56	12.80 \$
Adi kapsül	1 (adet)	1*0.54	0.54 \$
İnfilaklı fitil	1.5 m	1.5*0.30	0.45 \$
Adi fitil	0.5 m	0.5*0.62	0.31 \$
Elektrikli kapsül	-	-	-
		Toplam	19.55 \$

Özgül Şarj:

Kullanılan şarj miktarı (C) = 10.5* 0.155 = 1.628 kg

Yerinde hacim (V_y) = 2.5 m*2.5 m*1 = 6.25 m³

Özgül şarj= C/ V_y

Özgül şarj = 2.015/6.25 = 0.261 kg/m³

Ortalama Delme Hızı :

$$l_{ort} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}$$

l: Delme uzunluğu

n: Toplam delik sayısı

l_{ort}: Ortalama delik uzunluğu

$$l_{ort} = \frac{100 + 100 + 100 + 100 + 100}{5} = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

$$d_{ort} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

t: Delme süresi

n: Toplam delik sayısı

d_{ort}: Ortalama delme süresi

$$d_{ort} = \frac{205 + 210 + 215 + 210 + 225}{5}$$

$$d_{ort} = \frac{1065}{5} = 213 \text{ sn} = 3.55 \text{ dk}$$

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{l_{ort}}{d_{ort}} = \frac{1.0}{3.55} = 0.28 \text{ m / dk}$$

Delme Verimliliği :

Delme verimliliği= İlerleme miktarı/ Ortalama delik uzunluğu

Delme verimliliği= 0.80/1.0

Delme verimliliği= % 80

Birim Patlayıcı Madde Maliyeti :

Birim patlayıcı madde maliyeti = Patlayıcı maliyeti/ yerinde hacim, (\$/ m³)

Birim patlayıcı madde maliyeti = 19.55/6.25

Birim patlayıcı madde maliyeti = 3.13 \$/ m³

Birim Delme Maliyeti:

0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)

Birim delme maliyeti = 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim, (\$/ m³)

Birim delme maliyeti = 0.5 \$/m³* 5.0/6.25

Birim delme maliyeti = 0.40 \$/ m³

Yukarıda yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen veriler Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.1)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		338 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.80
Delik sayısı	Adet	5
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.48
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	5
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.63
Özgül şarj	kg/m ³	0.261
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 45
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	19.55
Delme verimliliği		% 80
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.13
Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.40

Atım sonrasında 1 m'lik delik delinmesine karşın 0.80 m kadar bir ilerleme yapılmıştır. Tahkimatın düzgün bir şekilde yapılabilmesi için sağ ve sol üst tavan kısma

patar atımı yapılması gerektiği gözlenmiştir. Parçalanma boyutunun büyüklüğünden, yüklemenin küreklerle yapılması nedeniyle kırma işlemi yapılacağı gözlenmiştir. Sıkılamanın, gazete kağıdına doldurulan cevher tozuyla yapılmasından dolayı aşırı bir tozlanmanın olduğu gözlenmiştir. Ateşlemenin adi kapsül ile yapılmasından dolayı emniyet yönünden olumsuzluk yaratmakla beraber fitilin yanması sonucu ayrıca zehirli bir duman oluşmasına neden olmaktadır. Kapsül gecikmelerine dikkat edilmeden şarj işlemi yapılmıştır. Bu durum hem iyi bir yığın elde edilememesine hem de iyi bir parçalanma boyutunun elde edilememesine neden olmaktadır.

İncelenen 15 atım için tahmini parçalanma boyutları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24 Cevher aynalarında yapılan mevcut atımların tahmini parça boyut dağılımı

Atım No	-60 cm + 30 cm (%)	-30 cm + 5 cm (%)	-5 cm (%)
1	20	60	20
2	30	50	20
3	50	15	35
4	40	25	35
5	45	40	15
6	40	50	10
7	15	55	30
8	25	50	25
9	15	55	30
10	10	45	45
11	30	40	30
12	10	55	35
13	25	60	15
14	30	45	25
15	45	45	10

Cevher aynalarında yapılan mevcut atımlardan 15 adet incelenmiş olup sonuçlar Çizelge 4.25’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.25 İşletmede cevher aynalarında yapılan atımların incelenmesi ve değerlendirilmesi

Atım No	Delik Sayısı (Adet)	Toplam Şarj Miktarı (Kg)	Paftalama Sırası Yapılan İlerleme (m)	Özgül Şarj (kg/m ³)	Delme Verimliliği (%)	Paftayıcı Maliyeti (\$)	Birim Paftayıcı Madde Maliyeti (\$/m ³)	Birim Delme Maliyeti (\$/m ³)	Yapılan Atımların Sonuçları
1	5	1.63	0.80	0.261	80	19.55	3.13	0.40	İletme miktar çok az olmuştur. Patar atımı, Parçalarına boyutunun büyüklüğünden kaynaklanan kırma işi ve nakliyesi uzun süren bir yükleme ve sırtması yaşanmıştır.
2	7	1.86	0.85	0.338	85	25.26	4.59	0.64	Parçalarına boyutunun büyüklüğünden kaynaklanan kırma işi, aynanın üst kısmına patar atılması gerekmektedir. Maliyet diğer atımlara oranla yüksek çıkmıştır.
3	7	1.86	0.80	0.338	81	25.26	4.59	0.64	Süreksizliklerin yoğunluğuna bakılmaksızın yapılan şarj işleminde dolay yüksek oranda toz oluşumu ve kest geri şığı yüksek olmuştur. Maliyet yüksek çıkmıştır.
4	6	1.09	0.90	0.253	90	20.18	3.66	0.54	Süreksizliklerin dikey şekilde olmasından dolayı atımdan harici bir cevher gelini olmuş ve bu nedenle tabiiyat altına almaya kadar göçme olmuştur.
5	6	1.09	0.85	0.253	85	20.18	3.66	0.54	Delik uzunluğunda standartlızlığı oldu gözlenmiştir. Süreksizliklerden kaynaklandığı düşünülür toz oranı, tavan kısmına patar atımına gerek duyulmuştur.
6	9	2.02	0.90	0.366	93	31.03	5.64	0.79	Toz oranı yüksek, parçalarına boyutu yüksek, diğer atımlara oranla şarj miktarı yüksek olduğu tespit edilmiştir. Maliyet diğer atımlara oranla en yüksek çıkmıştır.
7	7	1.71	0.80	0.310	80	24.91	4.52	0.70	İletme düşük olmuştur. Tavan kısmı patar atımı gerekmektedir. Ayrıca kapsül gecikmeleri kullanımına ön gösterilmemiştir.
8	5	1.24	0.75	0.225	75	18.13	3.29	0.45	Uygun olmayan bir delik delme paterni uygulanmış ve bundan kaynaklanan patar atımına ihtiyaç duyulmuştur. İletme miktar düşüktür.
9	5	1.24	0.75	0.225	75	18.13	3.29	0.45	Delik sayısının azlığından kaynaklanan patar atımına ihtiyaç duyulmuştur. Tozlarına oranı yüksek olduğu gözlenmiştir.
10	4	0.62	0.60	0.140	75	13.55	3.07	0.29	Parçalarına boyutunun büyüklüğünden kaynaklanan kırma işi ve bundan kaynaklanan uzun bir nakliye işi, delik sayısının azlığından kaynaklanan patar atımı gereksinimi vardır.
11	4	1.09	0.70	0.197	70	15.06	3.42	0.45	Yöntemi olmayan bir delme işi ve bundan ötürü patar atımı gereksinimi olmuştur. Parçalarına boyutu büyüklüğünden kaynaklanan kırma işi ve uzun süren yükleme.
12	7	1.55	0.90	0.280	90	24.25	4.40	0.63	Patar atımına ihtiyaç olduğu gözlenmiştir. Parçalarına boyutunun büyüklüğü yüklemeyi otomatik yönde etkilemiştir. Kapsül gecikmeleri kullanımına ön gösterilmemiştir.
13	7	1.24	0.85	0.225	89	23.25	4.45	0.64	Delinen delik sayısı az ve delme yöntemi belli olmayan bir delme işi yapılmıştır. Ayrıca kavrak atımından delme işine direkt geçilmediği gözlenmiştir.
14	5	1.24	0.75	0.225	76	18.13	3.29	0.44	Delinen delik sayısının azlığından kaynaklanan patar atımı ve buna bağlı olarak parçalarına boyutunun büyüklüğü nakliye işlerinin uzun sürmesine neden olmuştur.
15	3	1.16	0.70	0.221	70	12.75	2.43	0.57	İletme çok düşük olmuştur. Patar atımı yapılmadı ve az miktarda bir cevher kazanımı olmuştur.

Çizelge 4.25'e göre en iyi ilerlemeler, 4, 6 ve 12 no'lu atımlarda 0.90 m ilerleme yapılmıştır. Patlayıcı maliyeti; 4 no'lu patlatma da 20.18 \$, 6 no'lu atım da 31.03 \$ ve 12 no'lu patlatmada da 24.25 \$ olduğu hesaplanmıştır. En yüksek maliyet bu durumda 6. atımda elde edilmiştir. En düşük ilerleme 10. atımda 0.60 m, 11 ve 15 no'lu atımlarda ise 0.70 m yapılmıştır. Dinamit miktarı en fazla 2 ve 3 no'lu patlatmada 1.86 kg şarj yapılmıştır. Cevher aynalarında yapılan delme işlemlerinde matkapların aşınmış olmasından kaynaklanan ve delme işleminin uzun sürmesine neden olan problemler yaşanmıştır. 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13 ve 15 no'lu aynalarda süreksizliğin yoğun olarak bulunduğu aynalardır. Süreksizliklerin bulunduğu aynalarda delik sayısı azaltılarak ayna göçme durumlarının önüne geçilmeye çalışılmış ancak verimli bir patlatma olmadığı gibi elde edilen cevher oranı düşük miktarda olmuştur. Bütün atımlarda kapsül gecikmeleri kullanımına özen gösterilmediği gözlenmiştir. Birçok atım sonunda patar atımına ihtiyaç duyulması dikkat çekmiştir. Gerek süreksizliklerin yoğun olarak bulunması gerekse ateşlemenin adi kapsül ile yapılmasından kaynaklanan toz oluşumu gözlenmiştir (3, 5, 6. atımlar). Sıkılamanın cevher tozu ile yapılması toz oranını artırıcı yönde olumsuzluk yaratmıştır. Delik delme uzunluğunda belirli bir standardın bulunmaması ve delme yöntemi belli olmayan bir yol kullanılması patlatmaların verimsiz olmasına neden olmuştur.

4.3. Optimum Patlatma Tasarımı İçin Deneme Atımları ve Değerlendirilmesi

Tabantaşı aynalarında 9 atım, cevher aynalarında 10 deneme atımı gerçekleştirilmiştir. Bu atımlardan elde edilen veri ve sonuçlar aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır.

4.3.1. Tabantaşı Aynaları İçin Deneme Atımları ve Değerlendirilmesi

Tabantaşı aynalarında toplam 9 atım gerçekleştirilmiştir. Bu atımlar tasarlanırken ocakta mevcut atımlardan 15 tanesi izlenmiş ve uygulanmakta olan mevcut atım şekli, kaya özellikleri ve işletme koşulları göz önüne alınmıştır. Tasarımı yapılmış olan patlatmaların uygulanmasında orta çekme delme yöntemi ile delme işlemi yapılmıştır. Bu tasarımların uygulanmasında aynada bulunan süreksizliklerin yoğunluğuna göre delik sayısında artma veya azalma yönünde bir değerlendirme yapılmış buna göre bir patern uygulanmıştır. Bu şekilde olası göçüklerin önüne geçilmesine olanak sağlanmıştır.

Delik uzunluğu, tahkimat yönünden kısıtlama olduğundan dolayı belirli bir uzunluğun (1.1 m) üzerine çıkartılamamıştır. Patlatma sonrası tozlanmanın en optimum noktada seyretmesi için bu yönde de çalışmalar yapılmıştır. Ateşleme elektrikli kapsülle yapılacaktır. Bunun tercih edilmesinin nedeni hem iş güvenliği açısından hem de toz oluşumunun azaltılması yönünden yararlı olacağı düşünülmektedir.

Atım sonuçları değerlendirilirken; patlatma sonrası yapılan ilerleme, kullanılan patlayıcı miktarı, elde edilen galeri kesitinin istenilen kesite uygun olup olmadığı, yerinde hacim, özgül şarj, boyut dağılımı ve patlayıcı madde maliyeti gibi faktörler göz önüne alınmıştır. Her atımdan sonra değerlendirmeler yapılarak en uygun sonuçlar elde edilene kadar atımlar tekrarlanmıştır.

Optimum delme-patlatma tasarımlarını belirlemek amacıyla kaya birimi, ortalama eklemler arası mesafe, yüzey pürüzlülüğü, Schmidt sertliği, Nokta yükleme dayanımı, nem durumu ve yoğunluk gibi kaya kütle malzeme özellikleri her bir ayna için belirlenmiştir. Schmidt Çekici, kaya sertliğinin tespiti için yapılan bir deneydir. Schmidt Çekici değerlerine göre kaya sertliği sınıflandırması yapılabilmektedir. Nokta yükleme deneyi ise, kayanın özelliklerini belirlemek, sınıflamasını yapmak ve kayanın doğal durumunu daha iyi anlamak için yapılan indeks deneylerinden biridir. Bu doğrultuda kaya özellikleri ve kaya sınıflamasının yapılması amacıyla Schmidt Çekici ve Nokta Yükleme Deneyleri laboratuvar ortamında yapılmış ve elde edilen veriler ışığında hesaplamalar yapılarak Çizelge 4.26, 4.29, 4.32, 4.35, 4.38, 4.41, 4.44, 4.47 ve 4.50'de verilmiştir.

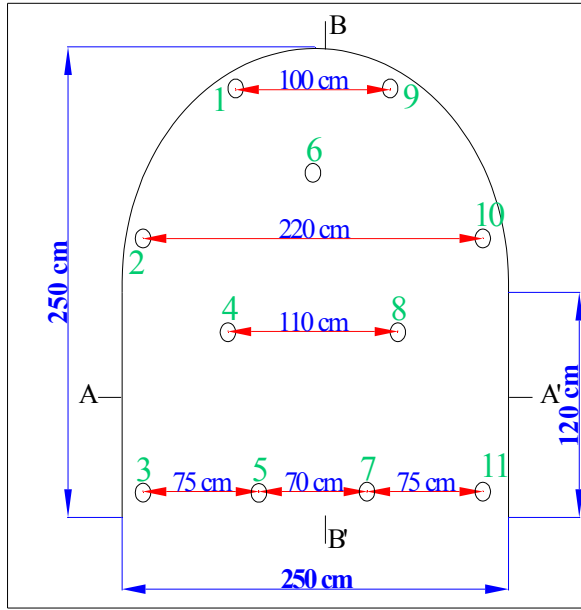
Yapılan atımların delik delme düzenleri ve mesafeleri metre ile ölçülmüş, aynadaki süreksizlilerin eğimleri ise pusula ile belirlenmiştir. Ayrıca aynanın yatay kesit görünümüleri (A-A') ve düşey kesit görünümüleri (B-B') olacak şekilde Şekil 4.39, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47 ve 4.48'de sunulmuştur.

Delme ve şarjın aynada yapılması neticesinde; delik boyları, sıkılama boyları, net delme süreleri, delik başına patlayıcı madde şarj miktarları ve kapsül gecikmeleri Çizelge 4.27, 4.30, 4.33, 4.36,4.39, 4.42, 4.45, 4.48, 4.51'de verilmiştir.

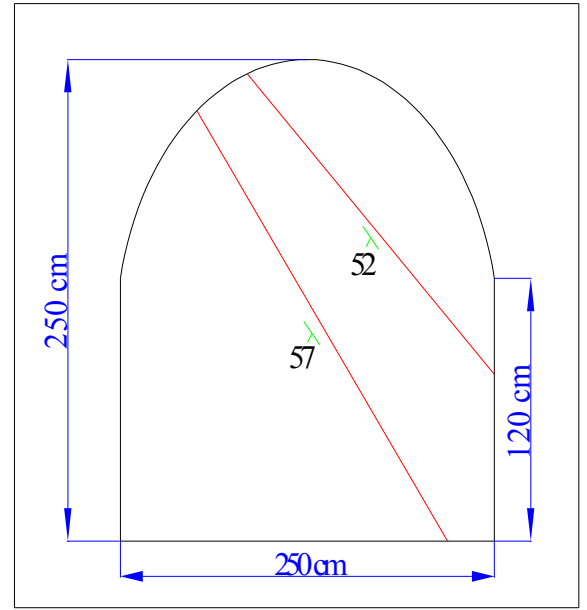
Deneme atımları sonunda elde edilen veriler ışığında patlayıcı madde maliyeti, özgül şarj, ortalama net delme hızı, delme verimliliği, birim delme maliyetleri ve birim patlatma maliyetleri her bir atım için ayrı ayrı hesaplanarak sonuçlar Çizelge 4.28, 4.31, 4.34, 4.37, 4.40, 4.43, 4.46, 4.49 ve 4.52'de sunulmuştur.

Çizelge 4.26 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.1)

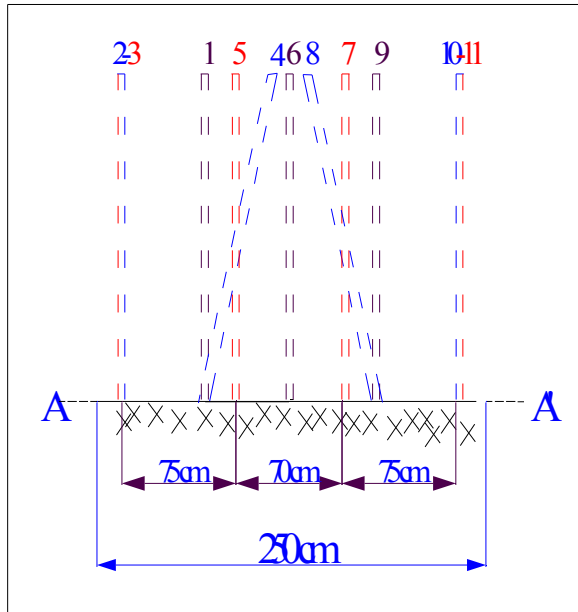
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.15 MPa
Nem durumu	Az Nemli
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



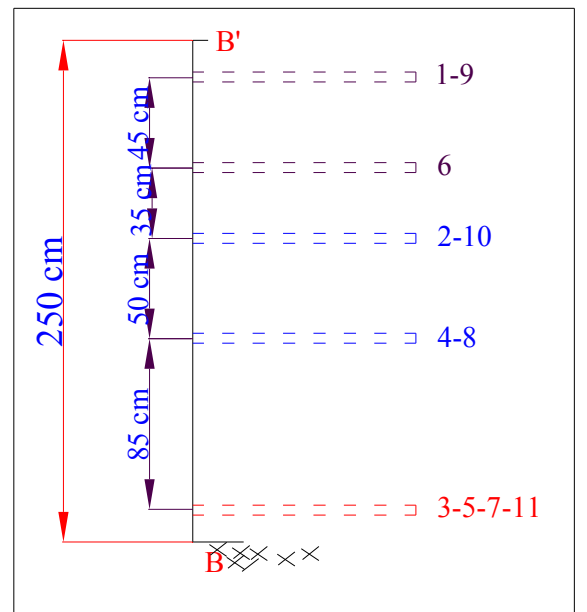
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.39 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.1)

Çizelge 4.27 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.1)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	85	205	1	9
2	110	60	220	2	5
3	110	60	220	2	12
4	110	60	220	2	1
5	110	65	225	2	12
6	110	60	235	2	7
7	110	60	210	2	12
8	110	60	220	2	1
9	110	65	220	1	9
10	110	65	225	2	5
11	110	60	225	2	12

• **Hesaplamalar:**

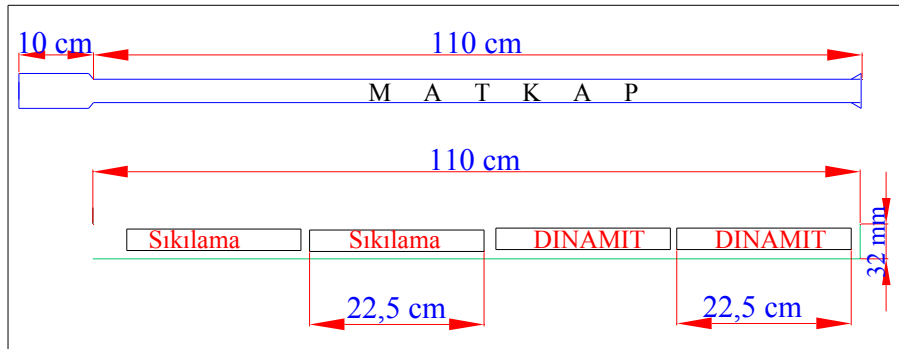
Deneme atımlarında patlayıcı madde maliyeti, özgül şarj, ortalama net delme hızı, delme verimliliği, birim delme maliyeti ve birim patlayıcı madde maliyetleri her bir ayna için ayrı ayrı hesaplanmış olup örnek bir hesaplama aşağıda verilmiştir.

Patlayıcı Madde Maliyet Hesabı :

Kullanılan Elemanlar	Kullanılan Miktar	Maliyet Hesabı	Tutar
Dinamit	20 (adet)	20*0.155*3.35	10.39 \$
Exel kapsül	11 (adet)	11*2.56	28.16 \$
Adi kapsül	-	-	-
İnfilaklı fitil	2.5 m	2.5*0.30	0.75 \$
Adi fitil	-	-	-
Elektrikli kapsül	1(adet)	1*1.53	1.53
Toplam			40.83 \$

Özgül Şarj :

Şekil 4.40 'da delinen bir deliğin görünümü, temsili şarj şekli ve büyüklükleri verilmiştir.



Şekil 4.40 Delinen bir deliğin boyutları ve temsili şarj şekli

20 adet dinamit kullanılmış olduğundan,

Kullanılan şarj miktarı (C) = 20* 0.155 = 3.1 kg

Yerinde hacim (V_y) = 2.5 m*2.5 m*1.1 = 6.87 m³

Özgül şarj= C/ V_y

Özgül şarj = 3.1/6.87 =0.451 kg/m³

Ortalama Net Delme Hızı :

$$l_{ort} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}$$

l: Delme uzunluğu

n: Toplam delik sayısı

l_{ort}: Ortalama delik uzunluğu

$$l_{ort} = \frac{110 + 110 + 110 + 110 + 110 + 110 + 110 + 110 + 110 + 110 + 110}{11}$$

l_{ort} = 110 cm = 1.1 m

$$d_{ort} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

t: Delme süresi

n: Toplam delik sayısı

d_{ort}: Ortalama delme süresi

$$d_{ort} = \frac{205 + 220 + 220 + 220 + 225 + 235 + 210 + 220 + 220 + 225 + 255}{11}$$

$$d_{ort} = \frac{2425}{11}$$

d_{ort} = 220.45 sn = 3.67 dk

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{l_{ort}}{d_{ort}}$$

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{1.1}{3.67} = 0.30m / dk$$

Delme verimliliği :

Delme verimliliği= İlerleme miktarı/ Ortalama delik uzunluğu

Delme verimliliği= 0.85/1.1

Delme verimliliği= % 77

Birim Delme Maliyeti :

0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik,tij,bas. hava,amortisman vs.)

Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim, (\$/ m³)

Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³* 12.10/6.87

Birim delme maliyeti= 0.88 \$/ m³

Birim Patlayıcı Madde Maliyeti :

Birim patlayıcı madde maliyeti = Patlayıcı maliyeti/ yerinde hacim, (\$/ m³)

Birim patlayıcı madde maliyeti = 40.83/6.87

Birim patlayıcı madde maliyeti = 5.94 \$/ m³

Çizelge 4.28 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.1)

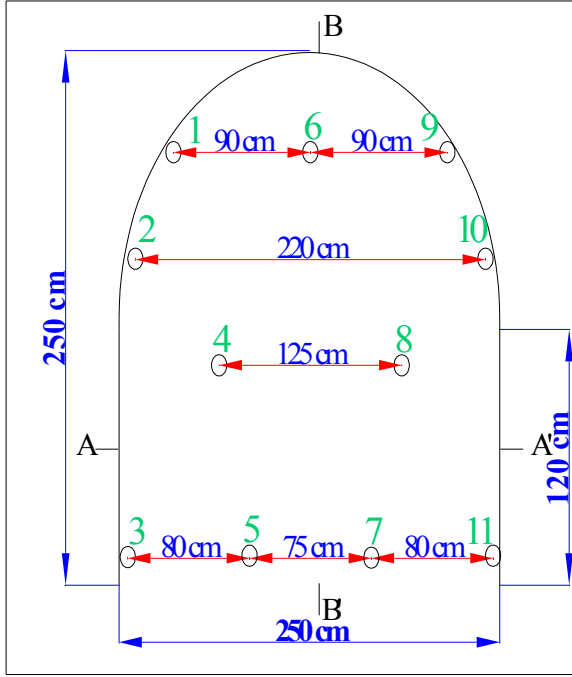
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	11
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.63
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	11
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	3.1
Özgül şarj	kg/m ³	0.451
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 35
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Delme verimliliği		% 77
Patlayıcı maliyeti	\$	40.83
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.94
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.88

Bu atım sonunda 0.85 m ilerleme elde edildi. Delme miktarına göre istenilen ilerleme sağlanamamıştır. Bunun delikler arası mesafenin fazla miktarda olmasından ve şarj miktarının deliklere doğru bir şekilde yapılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toz oranı, ateşlemenin elektrikli kapsül ile yapılmasından dolayı düşük miktarda olduğu gözlenmiştir. Bu atım sonunda iyi bir parçalanma elde edilmemiş, bunun da üst tavan deliklerinin artırılarak aşılacağı düşünülmektedir. Ayrıca özgül patlayıcı madde tüketiminin fazlalığı göze çarpmıştır. Bir sonraki yapılacak olan

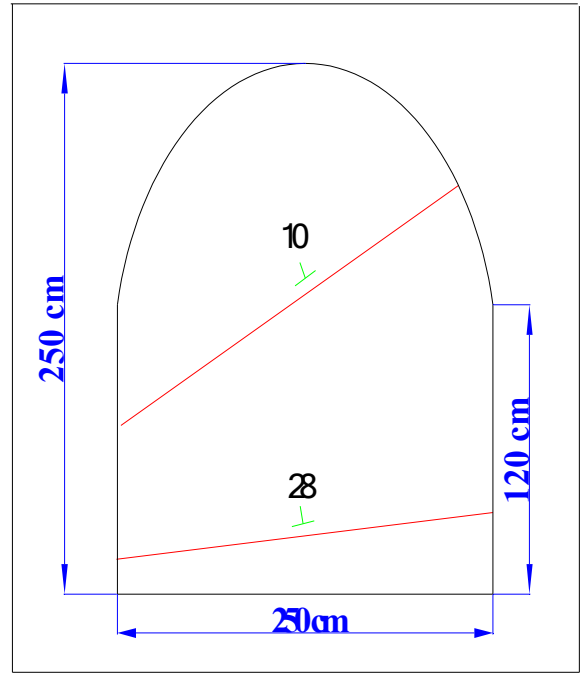
patlatmada şarj miktarının azaltılması yönünde bir şarj yapılacaktır. Orta çekme deliklerinin mesafesi artırılarak daha iyi bir parçalanma boyutunun elde edilebileceği düşünülmektedir. Aynada bulunan süreksizliklerin azlığından dolayı 11 adet delik delinmiş, süreksizliklerin fazlalığı arttıkça delik sayısında azaltılmaya yönelik bir çalışma yapılacaktır. Kapsül gecikmelerinin kullanılmasına daha bir özen gösterilerek yığının düzgün bir şekilde elde edilmesi ve parçalanma boyutunun da kapsül gecikmeleri ile bağlantısı olduğu düşünülmektedir. Bir sonraki atımda tavan kısma bir adet daha delik delinerek atım yapılacaktır.

Çizelge 4.29 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.2)

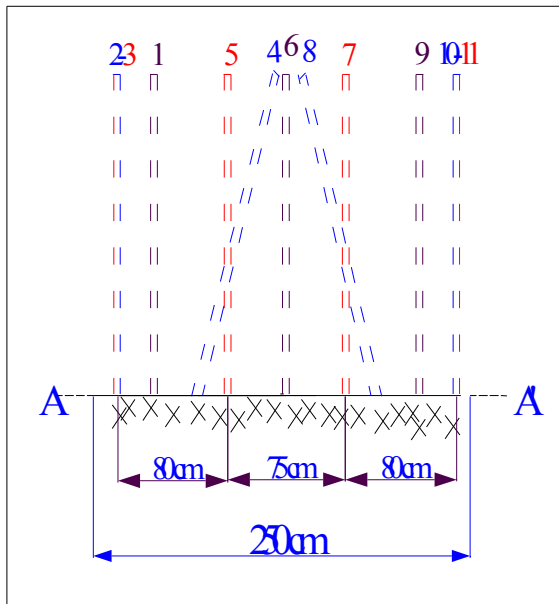
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.15 MPa
Nem durumu	Az Nemli
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



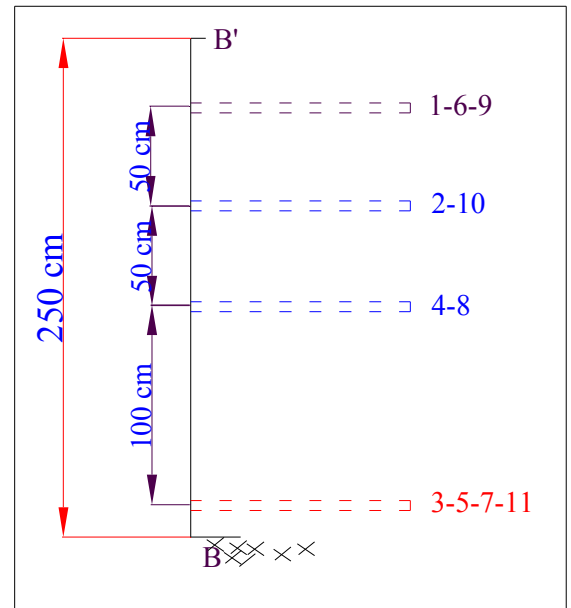
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.41 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.2)

Çizelge 4.30 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.2)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	205	1	9
2	110	60	220	1.5	5
3	110	60	225	2	12
4	110	60	220	2	1
5	110	65	225	2	12
6	110	60	220	1	7
7	110	60	210	2	12
8	110	60	225	2	1
9	110	65	220	1	9
10	110	65	220	1.5	5
11	110	60	220	2	12

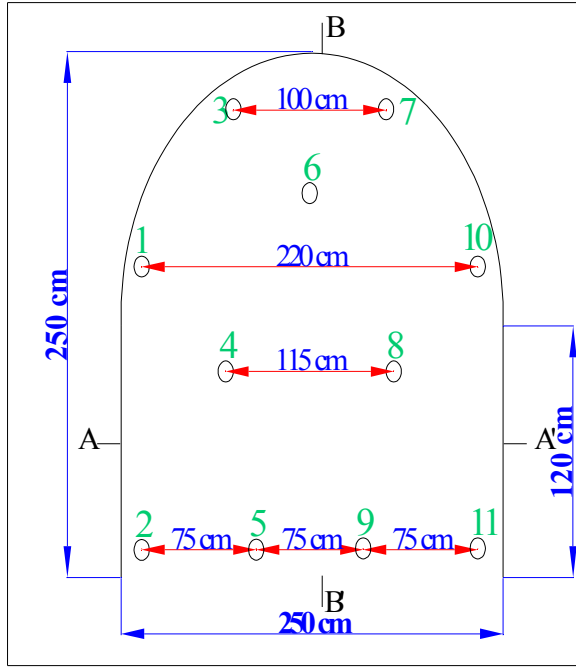
Çizelge 4.31 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.2)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	11
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.68
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	11
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.79
Özgül şarj	kg/m ³	0.406
Tahmini boyut dağılımı		
-60 cm;+ 30 cm		% 20
-30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Delme verimliliği		% 77
Patlayıcı maliyeti	\$	39.50
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/m ³	5.75
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.88

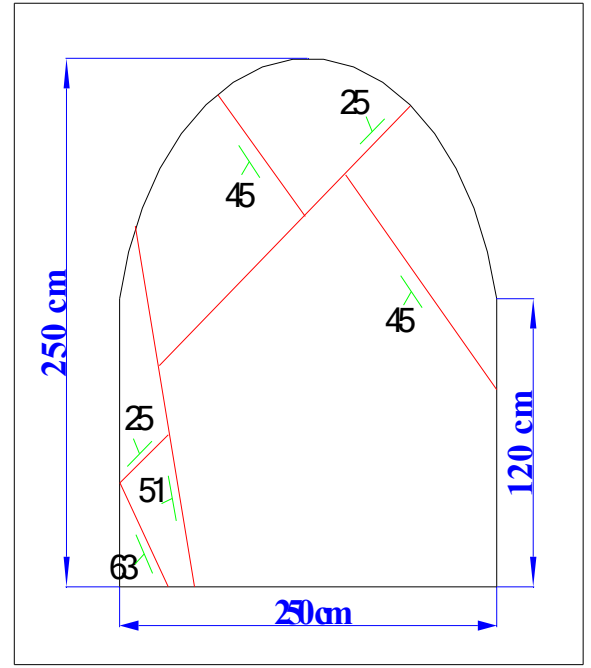
Bir önceki patlatmaya oranla özgül şarj azaltılmıştır. Maliyetlerde pek fazla bir düşme olmamıştır. İlerleme bir önceki patlamada olduğu gibi 0.85 m gerçekleşmiştir. Toz oranında bir azalma söz konusudur. Parçalanma boyutu bir öncekine göre daha iyi gerçekleşmiştir. Kapsül gecikmelerinin kullanımına özen gösterilmesinden kaynaklanan iyi bir yığın oluşumu gözlenmiştir. Bir sonraki atımda taban delikleri ve orta çekme delikleri mesafelerinin artırılarak atım yapılması planlanmıştır.

Çizelge 4.32 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.3)

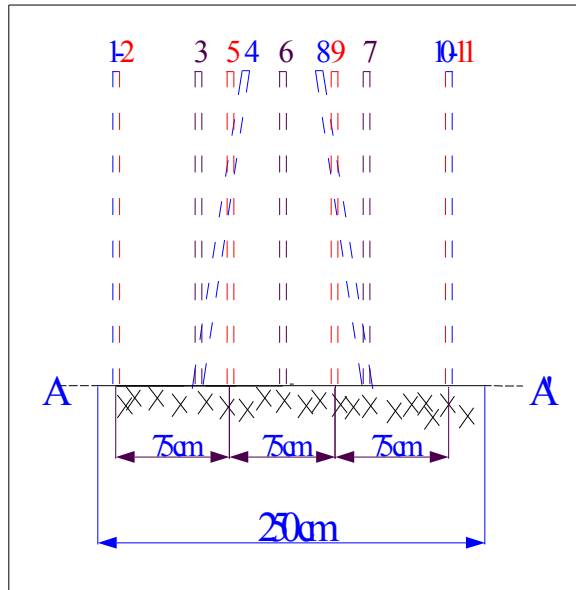
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.15 MPa
Nem durumu	Az Nemli
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



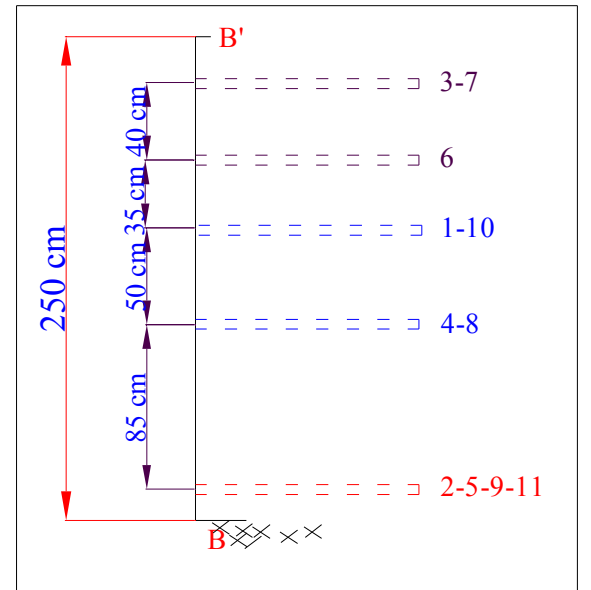
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.42 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.3)

Çizelge 4.33 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.3)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	85	215	1.5	9
2	110	60	205	2	5
3	110	60	210	2	12
4	110	60	220	2	1
5	110	65	225	2	12
6	110	60	235	1.5	7
7	110	60	205	2	12
8	110	60	220	2	1
9	110	65	220	1	9
10	110	65	225	1.5	5
11	110	60	225	2	12

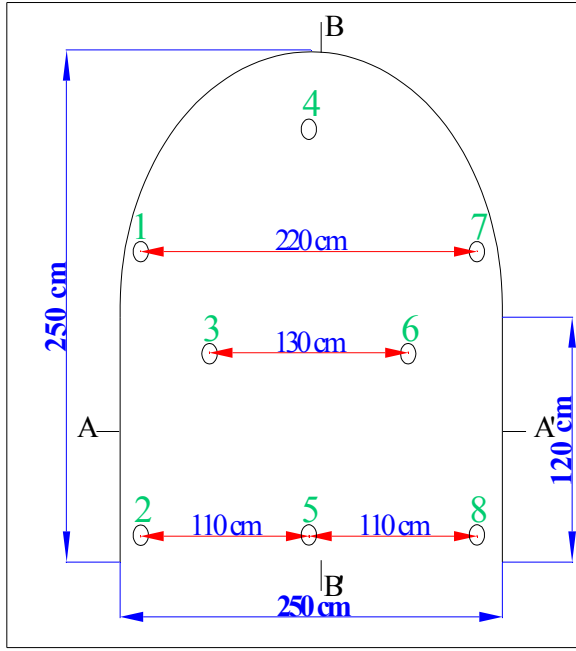
Çizelge 4.34 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.3)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	11
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıklama boyu	m	0.64
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	11
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	3.02
Özgül şarj	kg/m ³	0.440
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 10
+30 cm;+ 5 cm		% 75
- 5 cm		% 15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Patlayıcı maliyeti	\$	40.11
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.84
Delme verimliliği		% 86
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.88

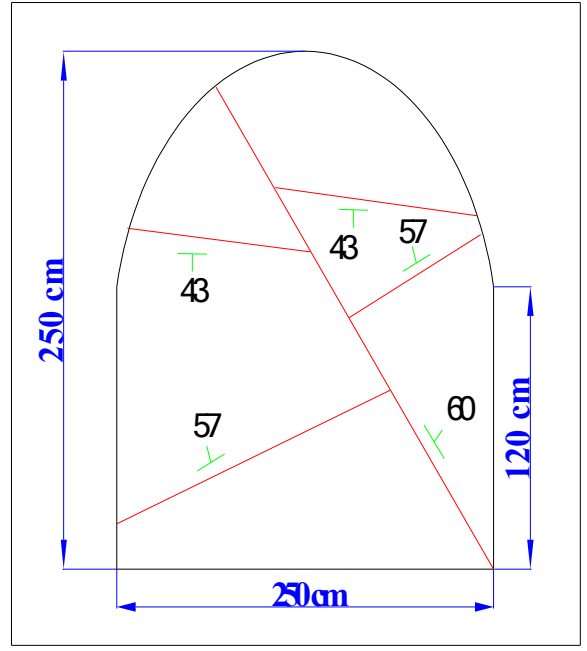
Açılan açıklık istenilen şekilde olmuştur. Orta çekme delikleri arasındaki mesafe azaltılarak atım yapılması sonucunda iyi bir parçalanma elde edilmiştir. Tavan delikleri miktarı azaltılıp orta kısma daha yakın bir delik delinmesi (6 nolu delik) parçalanma boyutunu olumlu yönde etkilemiştir. Süreksizliğin fazla olmadığı aynalarda bu patternin kullanılmasının uygun olacağı tespit edilmiştir. Diğer atımlar, süreksizliğin fazla olduğu durumlarda uygulanması gereken atım patterninin tespiti için çalışmalar yapılacaktır.

Çizelge 4.35 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.4)

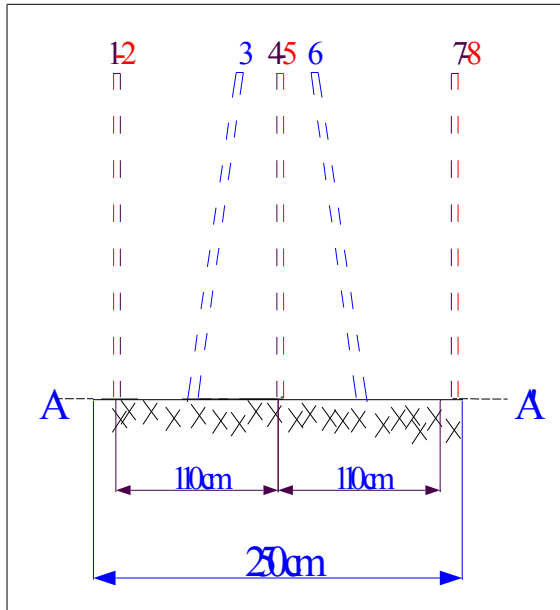
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.15 MPa
Nem durumu	Az Nemli
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



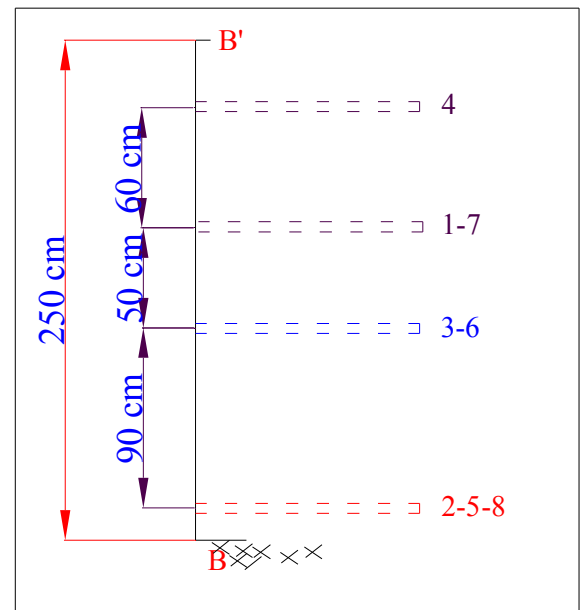
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.43 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.4)

Çizelge 4.36 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.4)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	60	220	1.5	3
2	110	65	205	2	7
3	110	65	235	2	1
4	110	80	210	1	4
5	110	65	225	2	7
6	110	65	225	2	1
7	110	60	235	1.5	3
8	110	65	220	2	7

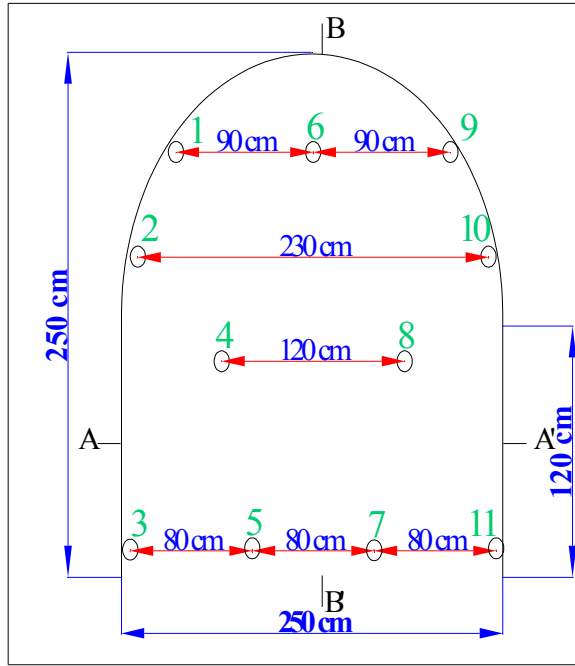
Çizelge 4.37 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.4)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	8
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıklama boyu	m	0.65
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	8
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.17
Özgül şarj	kg/m ³	0.316
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 25
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Patlayıcı maliyeti	\$	29.66
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.32
Delme verimliliği	%	% 77
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.64

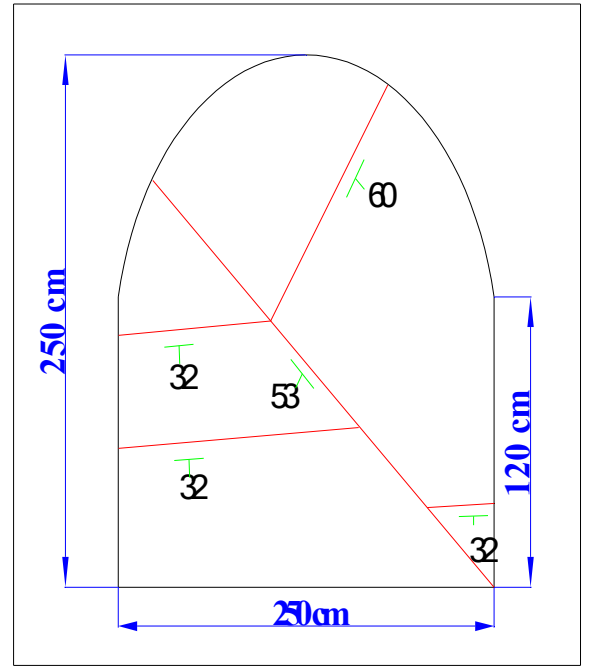
İlerleme miktarı istenilenin altında gerçekleşmiştir. Bu durumun delik sayısının azlığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kesit istenilenin dışında gerçekleşmiş olduğundan patar atımına ihtiyaç duyulmuştur. Bir sonraki atımda tavan kısma delinen delik sayısı 3'e çıkarılıp atımın yapılması planlanmaktadır. Ayrıca taban delikleri de 3'e çıkarılıp aralarındaki mesafe 80 cm olacak şekilde atım gerçekleştirilecektir. Orta çekme deliklerinin mesafesi 120 cm indirilerek parçalanma boyutuna nasıl bir etki yapacağı gözlemlenecektir.

Çizelge 4.38 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.5)

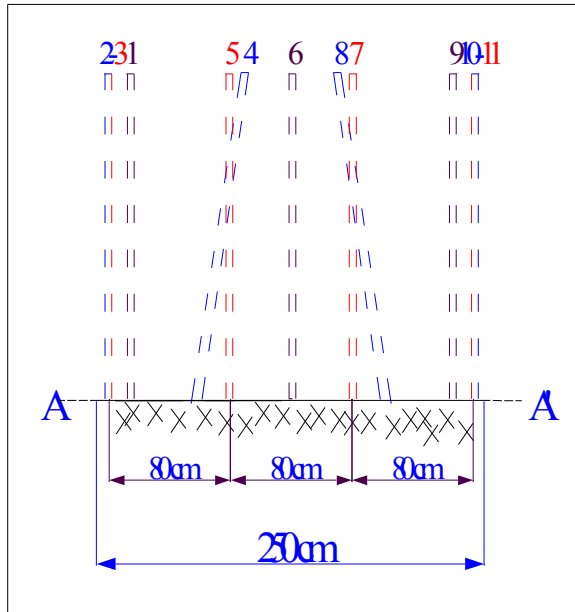
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.15 MPa
Nem durumu	Az Nemli
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



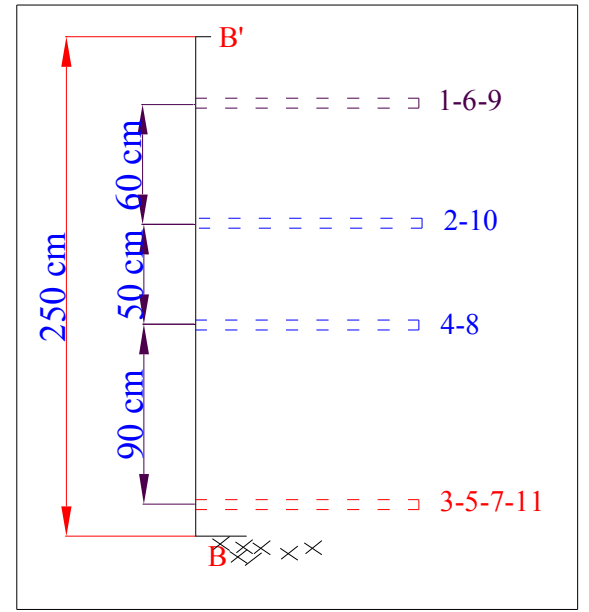
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.44 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.5)

Çizelge 4.39 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.5)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	85	230	1	9
2	110	75	215	1.5	5
3	110	75	215	1.5	12
4	110	60	220	2	1
5	110	75	225	1.5	12
6	110	85	235	1	7
7	110	75	210	1.5	12
8	110	60	245	2	1
9	110	85	230	1	9
10	110	75	225	1.5	5
11	110	75	240	1.5	12

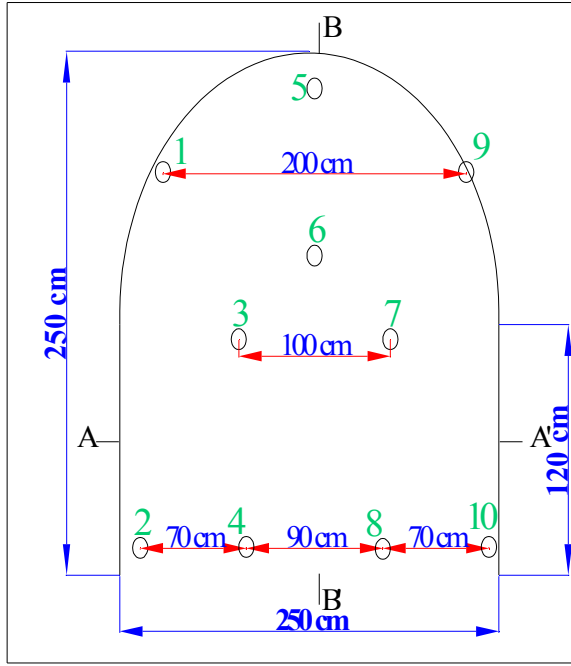
Çizelge 4.40 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.5)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	11
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıklama boyu	m	0.75
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	11
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.48
Özgül şarj	kg/m ³	0.360
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 15
+30 cm;+ 5 cm		% 65
- 5 cm		% 20
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	38.35
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.58
Delme verimliliği	%	86
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.97

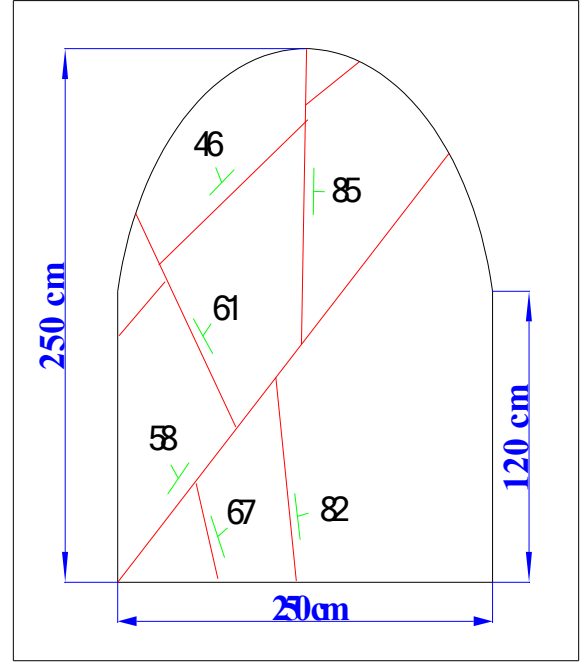
Orta çekme delikleri ve üzerinde delinen deliklerin mesafesinin azaltılması parçalanmayı olumlu yönde etkilemiş olup ilerleme diğer atımlara oranla iyi bir şekilde gerçekleşmiştir. Bir sonraki patlatmada orta çekme delikleri arasındaki mesafe daraltılarak daha iyi bir ilerleme elde edilip edilmeyeceği araştırılacaktır. Delik sayısı azaltılarak ilerlemenin aynı şekilde olup olmayacağının gözlemi yapılacaktır.

Çizelge 4.41 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.6)

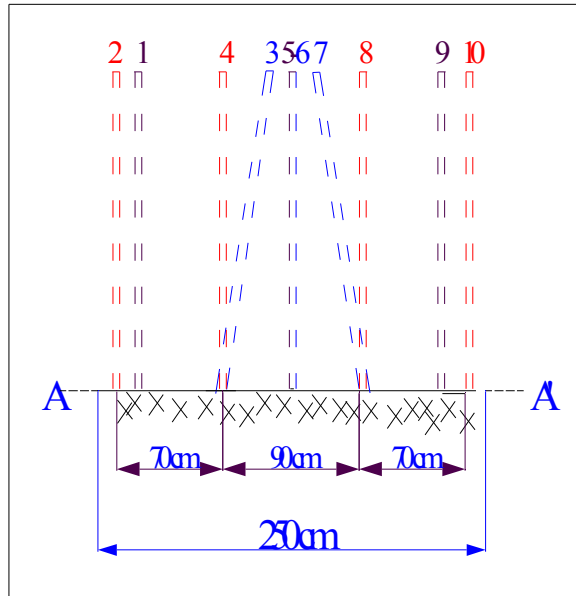
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.15 MPa
Nem durumu	Az Nemli
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



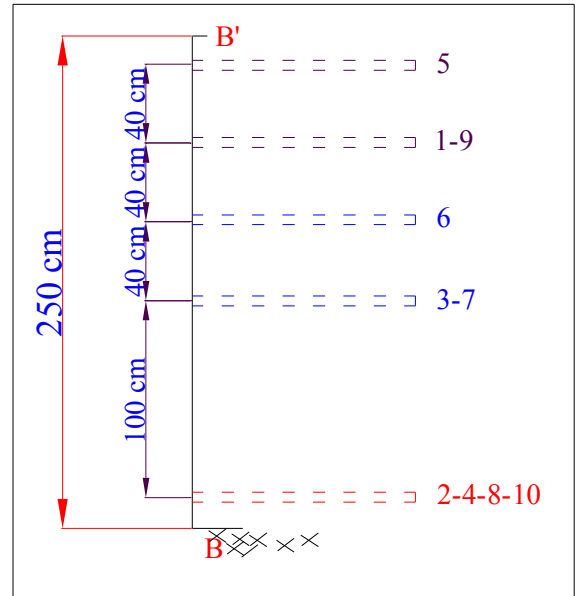
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.45 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.6)

Çizelge 4.42 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.6)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	75	240	1.5	3
2	110	75	205	1.5	5
3	110	75	230	1.5	1
4	110	65	225	2	6
5	110	75	220	1.5	4
6	110	75	235	1.5	2
7	110	75	220	1.5	1
8	110	65	245	2	6
9	110	75	235	1.5	3
10	110	75	230	1.5	5

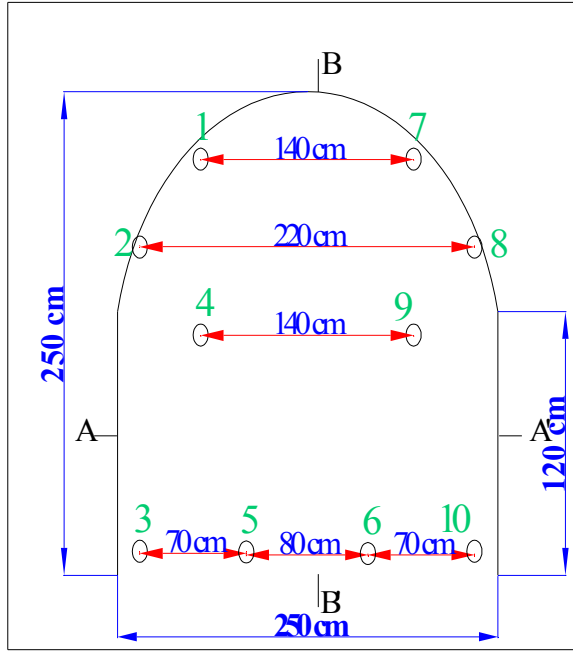
Çizelge 4.43 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.6)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	10
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıklama boyu	m	0.73
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	10
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.48
Özgül şarj	kg/m ³	0.360
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 25
+30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	35.79
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.21
Delme verimliliği	%	81
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.80

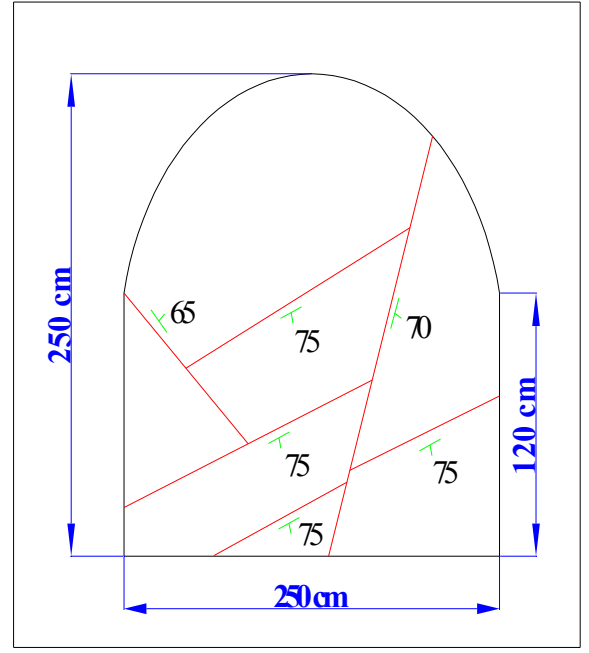
Atım sonrasında tavan kısmında süreksizliklerden kaynaklanan bir göçük olmuştur. Göçük, ucu sivriltilmiş ağaçlar (sürenler) boyunduruk üzerinden sürülerek engellenmiştir. İlerleme bir önceki patlatmaya göre az olmuştur. Bunun aynada delik dağılımından ve şarjın yanlış bir şekilde yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toz oluşumunun yüksek olduğu gözlenmiştir. Sağ orta kısma patar vurma ihtiyacı doğmuştur.

Çizelge 4.44 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.7)

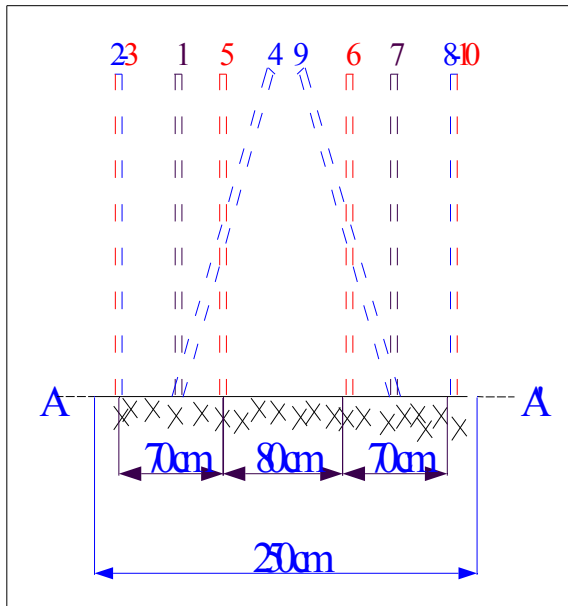
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	27
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.30 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



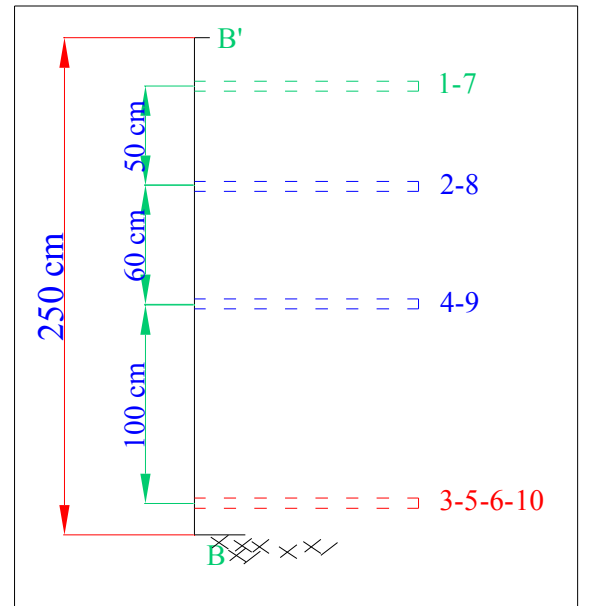
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.46 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.7)

Çizelge 4.45 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.7)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	220	1	4
2	110	70	210	1.5	2
3	110	65	220	2	6
4	110	65	230	2	1
5	110	65	215	2	6
6	110	65	220	2	6
7	110	80	220	1	4
8	110	70	225	1.5	2
9	110	80	200	2	1
10	110	80	220	2	6

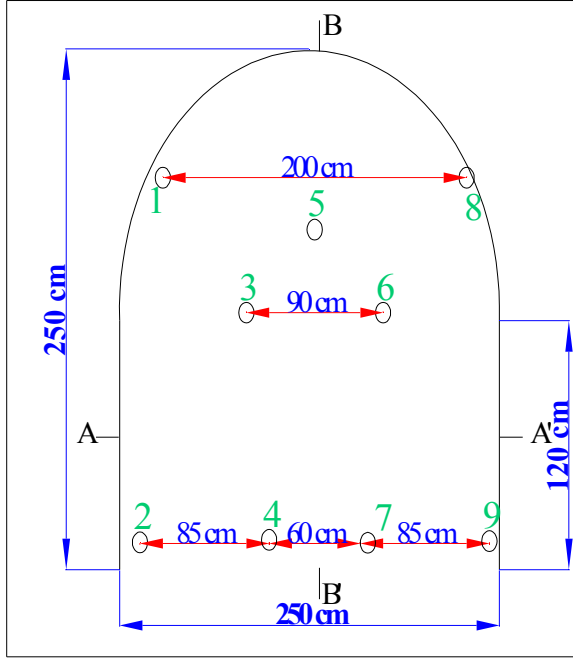
Çizelge 4.46 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.7)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	10
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.72
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	10
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.64
Özgül şarj	kg/m ³	0.384
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%10
+30 cm;+ 5 cm		%45
- 5 cm		%45
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Patlayıcı maliyeti	\$	36.31
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.28
Delme verimliliği		%86
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.80

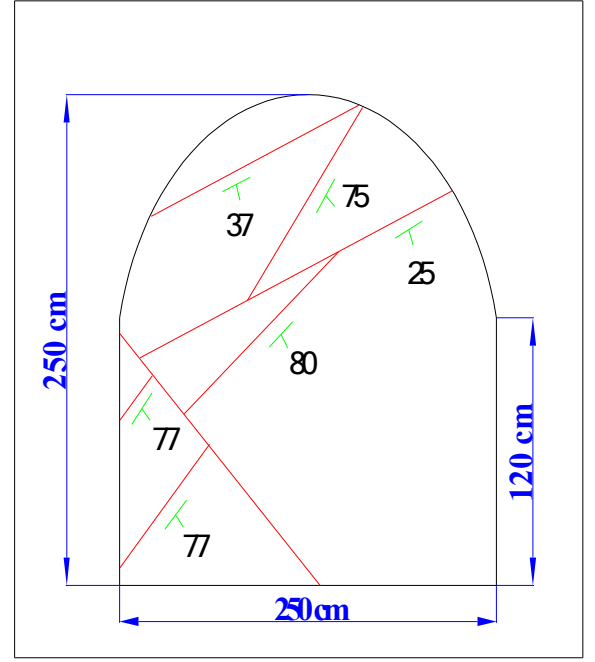
Aynada süreksizliklerin bulunma yoğunluğunun orta kısımda fazlalığından kaynaklanmasından dolayı bu şekilde bir delme işi yapılmıştır. İlerleme iyi bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ancak süreksizliklerin yoğunluğunun bulunduğu yerlere daha az bir şarj yapılarak iyi bir parçalanma boyutunun sağlanabileceği düşünülmüştür. Parçalanma boyutu -5 mm altında olduğu yüklemeye işinde gözlemlenmiştir. Bir sonraki atımda süreksizliklere dikkat edilerek şarj yapılması planlanmaktadır.

Çizelge 4.47 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.8)

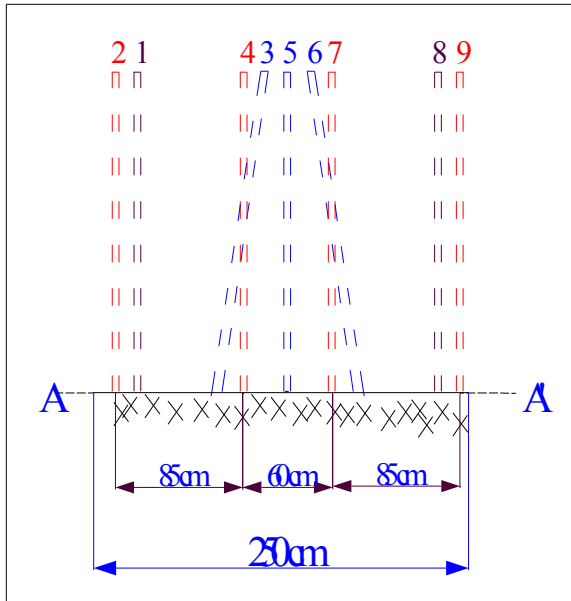
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	27
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.30 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



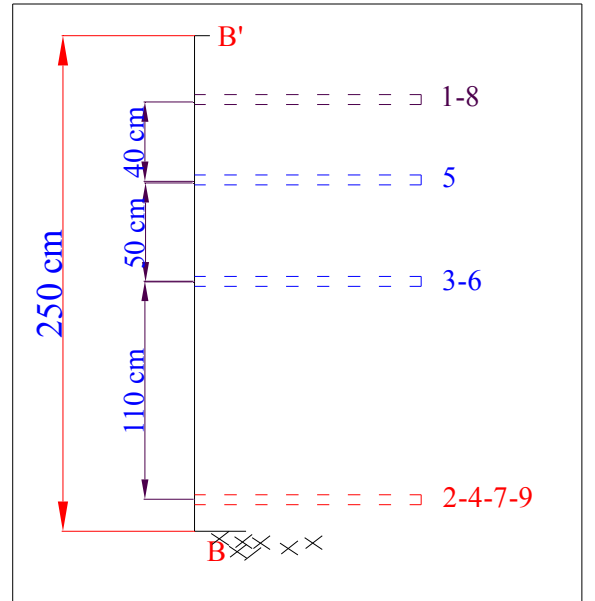
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.47 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.8)

Çizelge 4.48 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.8)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	70	205	1.5	3
2	110	60	220	2	5
3	110	60	230	2	1
4	110	60	220	2	5
5	110	60	225	2	2
6	110	60	235	2	1
7	110	60	210	2	5
8	110	70	235	1.5	3
9	110	60	225	2	5

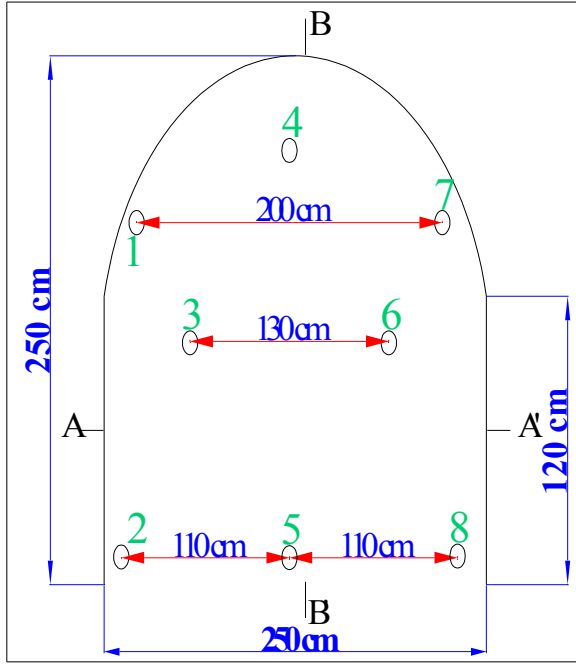
Çizelge 4.49 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.8)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	1.0
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıklama boyu	m	0.62
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.64
Özgül şarj	kg/m ³	0.384
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 5
+30 cm;+ 5 cm		% 85
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	33.75
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.91
Delme verimliliği	%	86
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.72

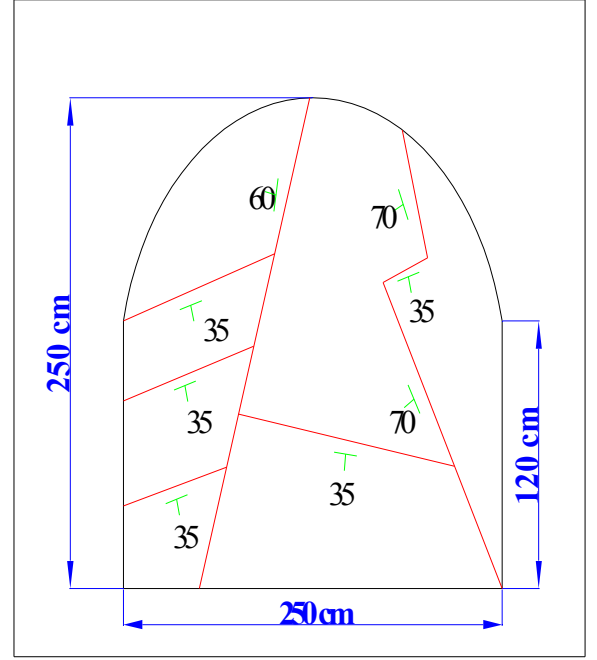
Süreksizliklerin aynada bulunma yoğunluğunu dikkate alınarak delme ve şarj işlemi yapılmıştır. Neticede diğer atımlara oranla 1 m'lik ilerleme sağlanmıştır. İstenilen sonuca parçalanma boyutuna bakılarak da değerlendirme yapılırsa bu atım sonrasında sol tarafın parçalanma boyutu tahmini olarak -30 cm ile +5 cm arasında olduğu, sağ tarafta ise +30 cm üzeri birkaç parçalanma olduğu gözlenmiştir. Bu atımda orta çekme deliklerinin mesafesi artırılarak bunun önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.50 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Tabantaşı: Atım no.9)

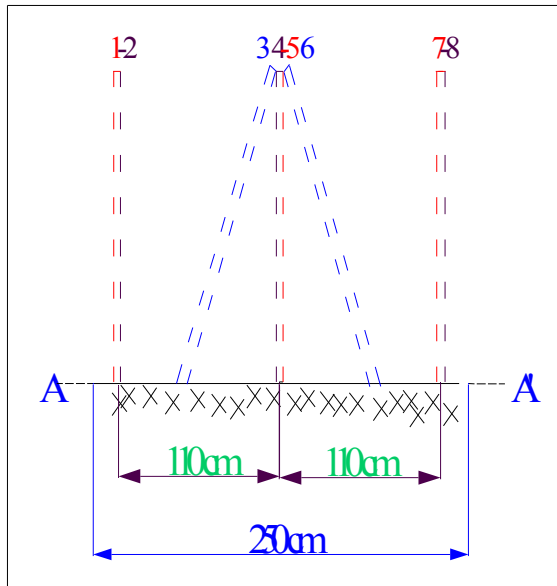
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı Tabantaşı Aynası Batı (W) Yönü
Kaya birimi	Harzburjit (Tabantaşı)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Az Pürüzlü
Schmidt sertliği	25
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	2.30 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



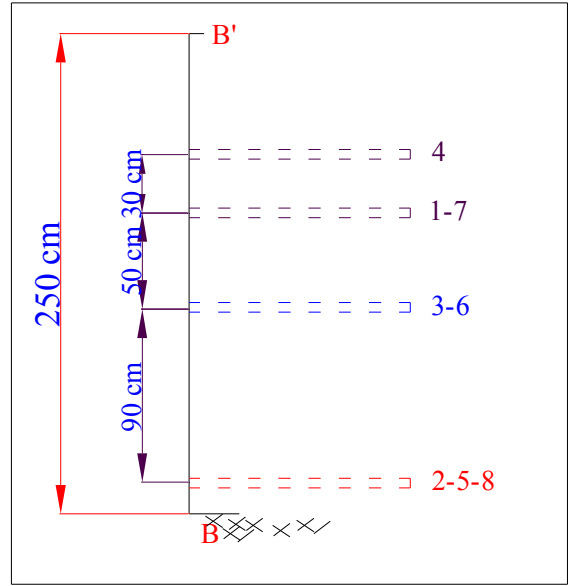
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.48 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.9)

Çizelge 4.51 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.9)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	75	220	1.5	1
2	110	60	230	2	4
3	110	60	195	2	0
4	110	85	195	1	2
5	110	60	215	2	4
6	110	60	205	2	0
7	110	75	190	1.5	1
8	110	60	210	2	4

Çizelge 4.52 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.9)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	8
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.67
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	8
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.17
Özgül şarj	kg/m ³	0.315
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%25
+30 cm;+ 5 cm		%50
- 5 cm		%50
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.31
Patlayıcı maliyeti	\$	29.66
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.31
Delme verimliliği	%	81
Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.64

Bu atım da yine süreksizlikler göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda delme ve şarj işlemi yapılmış olup, atım sonrasında 0.90 m'lik bir ilerleme elde edilmiştir. Sol taraftan cevher geliri süreksizliklerin varlığından kaynaklanmıştır. Toz oluşumunun yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.3.2. Cevher Aynaları İçin Deneme Atımları ve Değerlendirilmesi

Cevherde toplam 10 atım gerçekleştirilmiştir. Patlamalar çoğunlukla daha önceden üretimi yapılmış olan ızgaraların altında gerçekleştirilmiştir. Patlatmalarda gecikmeli elektriksiz (Nonelectric) exel LP tipi kapsüller kullanılmıştır. Ateşlemenin yapılması için ise elektrikli kapsüller kullanılmıştır. Atımlar gerçekleştirilirken kapsül gecikmelerinin doğru şekilde kullanılmasına özen gösterilmiştir.

Cevher aynalarındaki süreksizliklerin yoğunluğu doğrultusunda delik sayısının artırılıp azaltılması şeklinde çalışmalar yapılarak bu tür aynalar için optimum tasarım belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma, olası göçüklerin önlenmesi düşünülerek yapılmıştır.

Cevher aynalarında patlatma öncesinde deliklerin planlanan noktalarda ve düzgünlükte delinmesiyle, patlatma sonrasında parçalanmaya olan etkisi ve açılan açıklığın istenilen galeri kesitine uygun olup olmadığı incelenmiştir.

Delik uzunluğu, tahkimat yönünden kısıtlama olduğundan dolayı belirli bir uzunluğun (1.1 m) üzerine çıkartılamamıştır.

Atım sonuçları değerlendirilirken patlatma sonrası yapılan ilerleme, kullanılan patlayıcı madde miktarının ekonomik değerler içerisinde olup olmadığının değerlendirilmesi, yerinde hacim, boyut dağılımı gibi faktörler göz önüne alınmıştır. Her atımdan sonra doğru bir tasarım için problemler tespit edilmiş, bir sonraki atım için patern elde edilmiştir. Her atımdan sonra değerlendirmeler yapılarak en uygun sonuçlar elde edilene kadar atımlar tekrarlanmıştır.

Optimum tasarımların belirlenmesi amacıyla kaya birimi, ortalama eklemler arası mesafe, yüzey pürüzlülüğü, Schmidt sertliği, nokta yükleme dayanımı, nem durumu ve yoğunluk gibi kaya kütle malzeme özellikleri her bir ayna için belirlenmiştir. Schmidt Çekiç Deneyi, kaya sertliğinin tespiti için yapılarak, elde edilen veriler ışığında kaya sertliği sınıflandırması yapılabilmektedir. Nokta yükleme deneyi ise, kayanın özelliklerini belirlemek, sınıflamasını yapmak ve kayanın doğal durumunu daha iyi anlamak için yapılan indeks deneylerinden biridir. Bu doğrultuda kaya özellikleri ve kaya sınıflamasının yapılması amacıyla Schmidt Çekici ve Nokta Yükleme Deneyleri laboratuvar ortamında yapılmış ve elde edilen veriler ışığında hesaplamalar yapılarak Çizelge 4.53, 4.56, 4.59, 4.62, 4.65, 4.68, 4.71, 4.74, 4.77 ve 4.80'de verilmiştir.

Yapılan atımların delik delme düzenleri ve mesafeleri metre ile ölçülmüş, aynadaki süreksizliklerin eğimleri ise pusula ile belirlenmiştir. Ayrıca aynanın yatay kesit

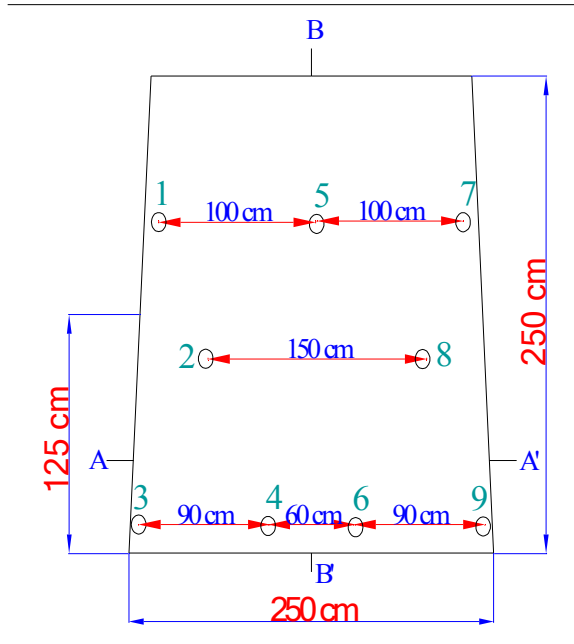
görünümleri (A-A') ve düşey kesit görünümleri (B-B') olacak şekilde Şekil 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57 ve 4.58'de sunulmuştur.

Delinen deliklerin delik ve sıkılama boyları, net delme süreleri, şarj miktarlarının deliklere dağılımı ve kapsül gecikmeleri Çizelge 4.54, 4.57, 4.58, 4.61, 4.64, 4.67, 4.70, 4.73, 4.76 ve 4.79'da verilmiştir.

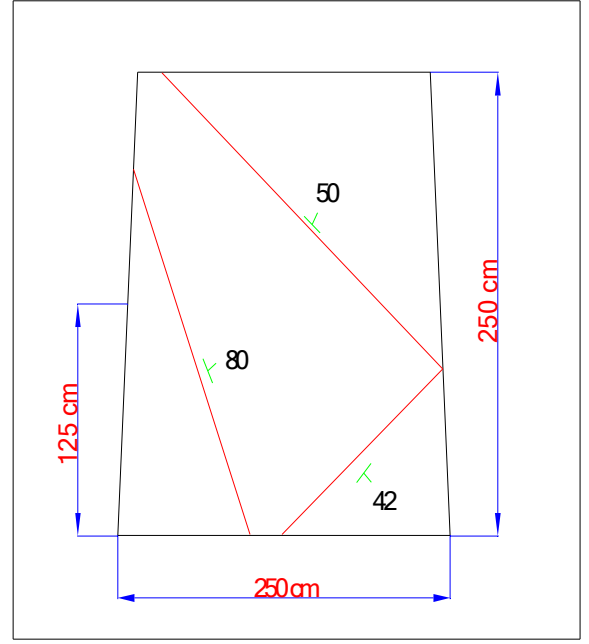
Deneme atımlarından elde edilen veriler doğrultusunda patlayıcı madde maliyeti, özgül şarj, ortalama net delme hızı, delme verimliliği, birim delme maliyetleri ve birim patlatma maliyetleri her bir atım için ayrı ayrı hesaplanarak sonuçlar Çizelge 4.55, 4.58, 4.61, 4.64, 4.67, 4.70, 4.73, 4.76, 4.79 ve 4.82'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.53 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.1)

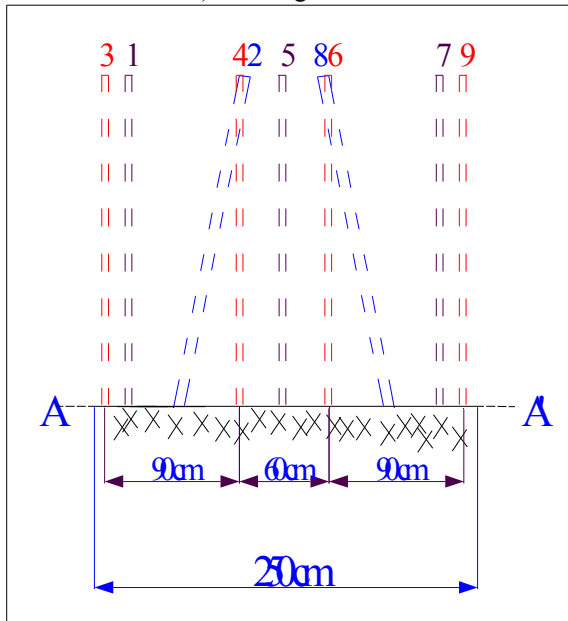
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Kuzey (N) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	18
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



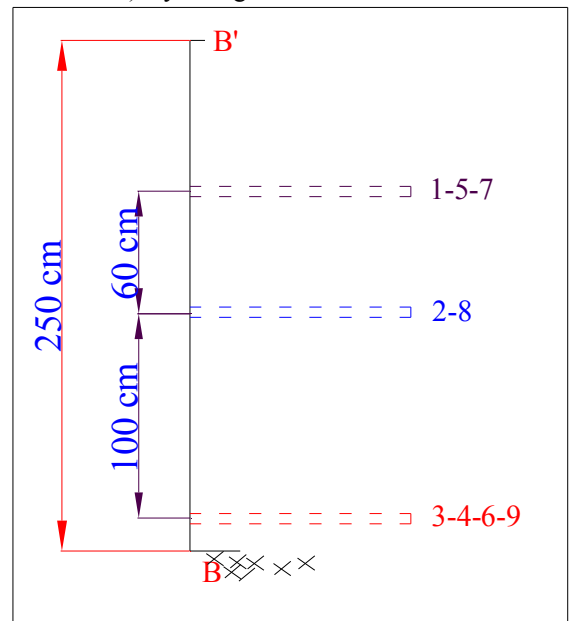
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.49 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.1)

Çizelge 4.54 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.1)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	75	205	1.5	3
2	110	85	220	2	1
3	110	85	210	2	5
4	110	85	220	2	5
5	110	85	225	2	3
6	110	85	235	2	5
7	110	75	240	1.5	3
8	110	85	215	2	1
9	110	85	220	2	5

• **Hesaplamalar:**

Deneme atımlarında patlayıcı madde maliyeti, özgül şarj, ortalama net delme hızı, delme verimliliği, birim delme maliyeti ve birim patlayıcı madde maliyetleri her bir ayna için ayrı ayrı hesaplanmış olup örnek bir hesaplama aşağıda verilmiştir.

Patlayıcı Madde Maliyet Hesabı :

Kullanılan Elemanlar	Kullanılan Miktar	Maliyet Hesabı	Tutar
Dinamit	17 (adet)	17*0.155*3.35	8.83 \$
Exel kapsül	9 (adet)	9*2.56	23.04 \$
Adi kapsül	-	-	-
İnfilaklı fitil	2 m	2*0.30	0.60 \$
Adi fitil	-	-	-
Elektrikli kapsül	1 (adet)	1*1.53	1.53
		Toplam	34 \$

Özgül Şarj :

17 adet dinamit kullanılmış olduğundan,

Kullanılan şarj miktarı (C) = 17* 0.155 = 2.64 kg

Yerinde hacim (V_y) = 2.5 m*2.5 m*1.1 = 6.87 m³

Özgül şarj= C/ V_y

Özgül şarj = 2.64/6.87 =0.384 kg/m³

Ortalama Net Delme Hızı :

$$l_{ort} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}$$

l: Delme uzunluğu

n: Toplam delik sayısı

l_{ort}: Ortalama delik uzunluğu

$$l_{ort} = \frac{110+110+110+110+110+110+110+110+110}{9}$$

$$l_{ort} = 110 \text{ cm} = 1.1 \text{ m}$$

$$d_{ort} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

t: Delme süresi

n: Toplam delik sayısı

d_{ort} : Ortalama delme süresi

$$d_{ort} = \frac{205 + 220 + 210 + 220 + 225 + 235 + 240 + 215 + 220}{9}$$

$$d_{ort} = \frac{1990}{9}$$

$$d_{ort} = 221.11 \text{ sn} = 3.68 \text{ dk}$$

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{l_{ort}}{d_{ort}}$$

$$\text{Ortalama delme hızı} = \frac{1.1}{3.68} = 0.30 \text{ m / dk}$$

Delme Verimliliği :

Delme verimliliği= İlerleme miktarı/ Ortalama delik uzunluğu

Delme verimliliği= 0.85/1.1

Delme verimliliği= % 77

Birim Delme Maliyeti :

0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik,tij,bas. hava,amortisman vs.)

Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim, (\$/ m³)

Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³* 9.9/6.87

Birim delme maliyeti= 0.72 \$/ m³

Birim Patlayıcı Madde Maliyeti

Birim patlayıcı madde maliyeti = Patlayıcı maliyeti/ yerinde hacim, (\$/ m³)

Birim patlayıcı madde maliyeti = 33.75/6.87

Birim patlayıcı madde maliyeti = 4.91 \$/ m³

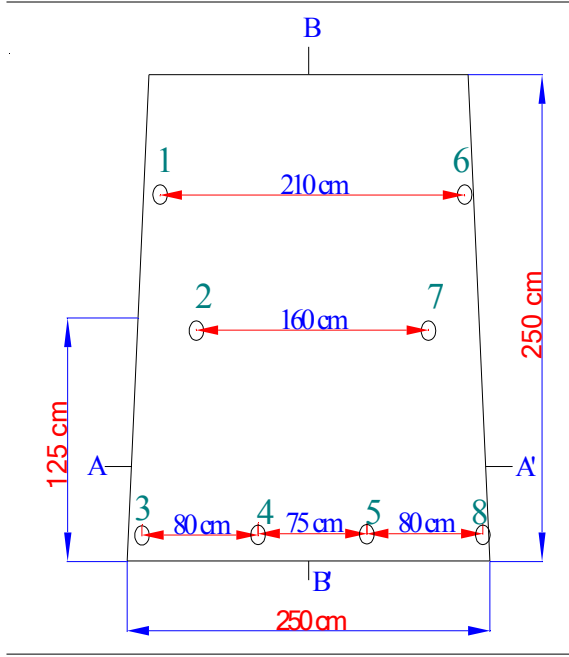
Çizelge 4.55 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.1)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.83
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.64
Özgül şarj	kg/m ³	0.384
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 45
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Patlayıcı maliyeti	\$	33.75
Delme verimliliği	%	77
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.91
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.72

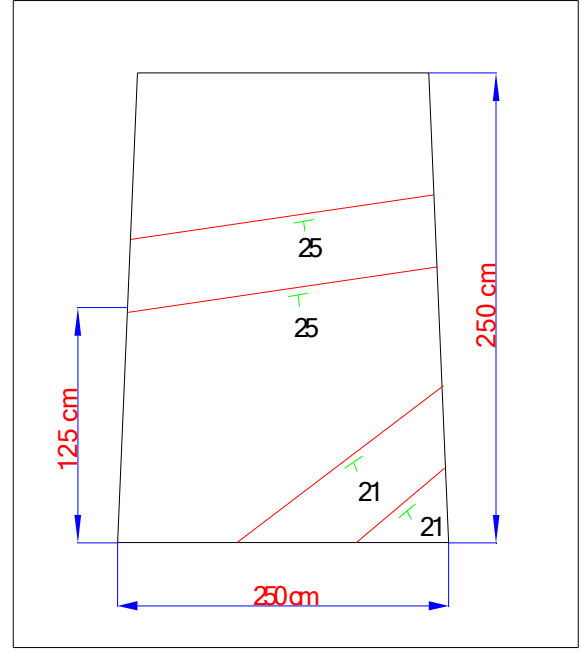
Patlatma sonunda istenilen ilerleme yapılamadığı gibi cevher kazanımı da az miktarda olmuştur. Toz oluşumu işletmede daha önce uygulanan patlatmalara oranla daha düşük olmuştur. Orta çekme ve tavan deliklerinin mesafeleri artırılarak parçalanma boyutuna olumlu yönde bir etkisinin olacağı düşünülmektedir. Delik sayısı azaltılıp şarj miktarının artırılması sonucunda ilerlemenin nasıl olacağı hakkında fikir edinilmesi için bu atım yapılacaktır. Ayrıca bir sonraki atımda taban deliklerinin aralarındaki mesafe artırılarak parçalanma boyutunun eldesine nasıl bir etki yaratacağı araştırılacaktır.

Çizelge 4.56 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.2)

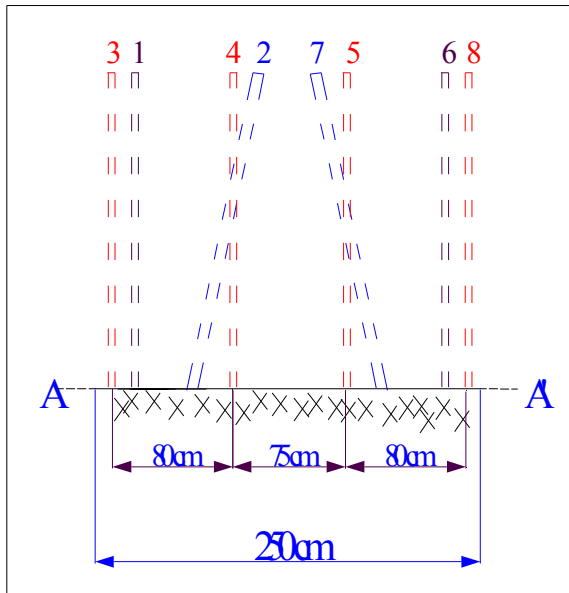
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Kuzey (N) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	18
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



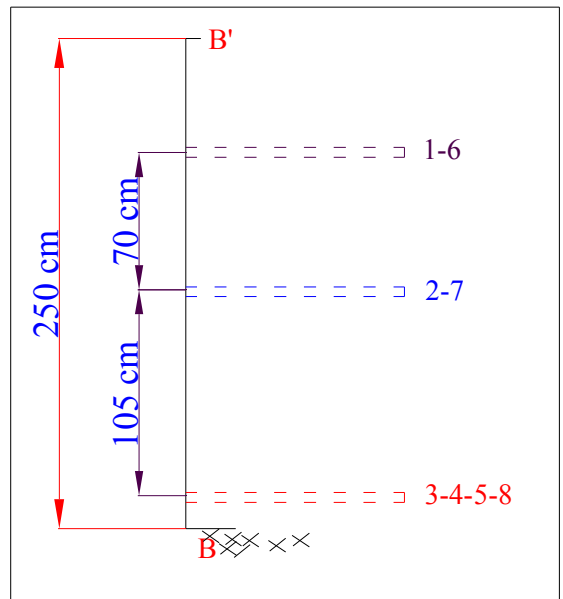
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.50 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.2)

Çizelge 4.57 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.2)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	65	210	2	3
2	110	40	220	2.5	1
3	110	65	230	2	5
4	110	40	220	2.5	5
5	110	40	250	2.5	5
6	110	65	240	2	3
7	110	40	225	2.5	1
8	110	65	235	2	5

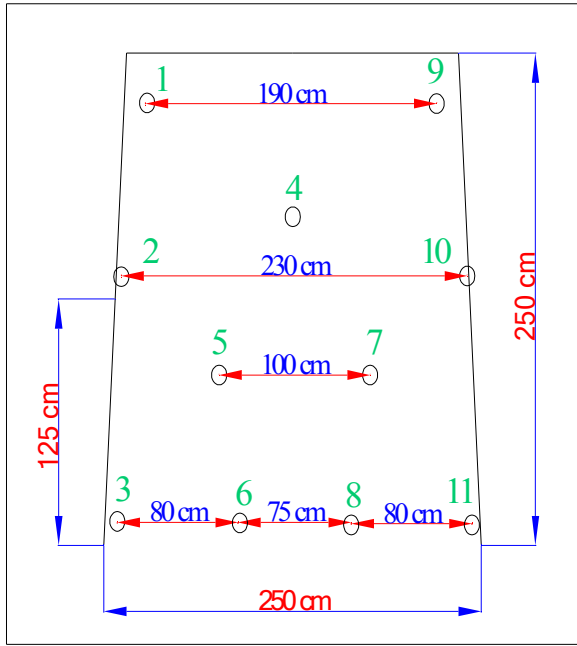
Çizelge 4.58 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.2)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	8
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.52
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	8
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.79
Özgül şarj	kg/m ³	0.406
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%15
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 45
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	31.68
Delme verimliliği	%	77
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.61
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.64

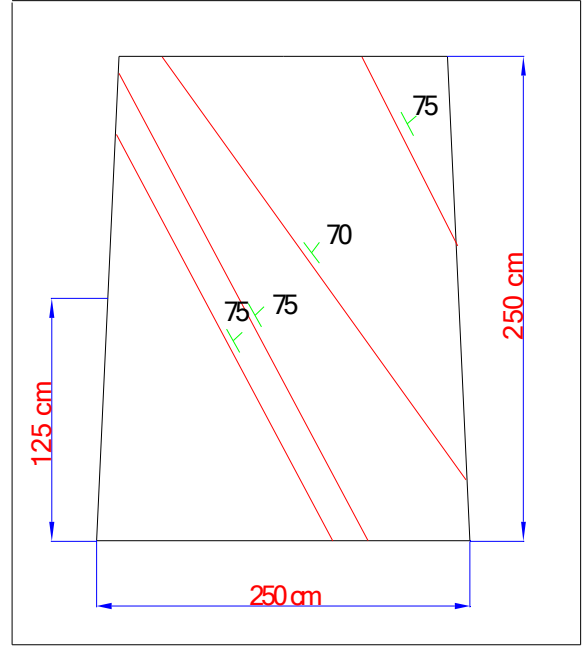
Şarj miktarının artırılmasına rağmen yine aynı şekilde bir ilerleme sağlanmıştır. Patlayıcı madde miktarı kullanımının fazlalığından kaynaklanan 5 cm altı ürün elde edilmiştir. Toz oranı fazlalığının dinamit miktarının kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak maliyetlerde azda olsa bir düşme söz konusudur. Ayrıca deliklere şarj yapılırken dinamit dağılımına dikkat edilmesi gerektiği gözlenmiştir. Delik sayısı artırılıp atım yeniden denenecektir.

Çizelge 4.59 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.3)

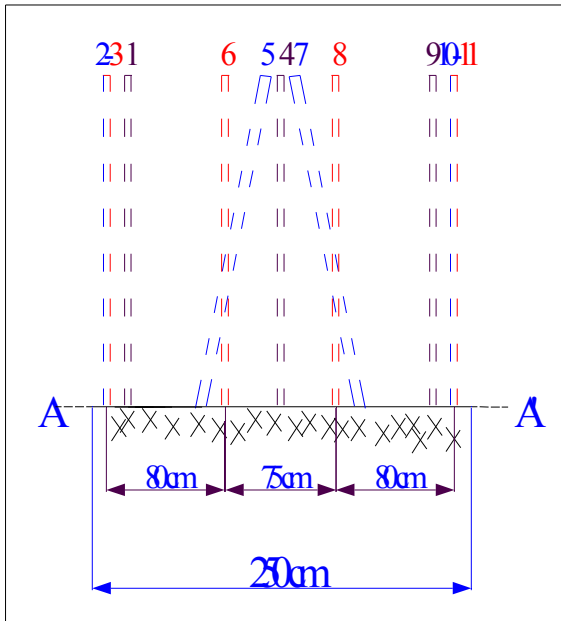
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Kuzey (N) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	18
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



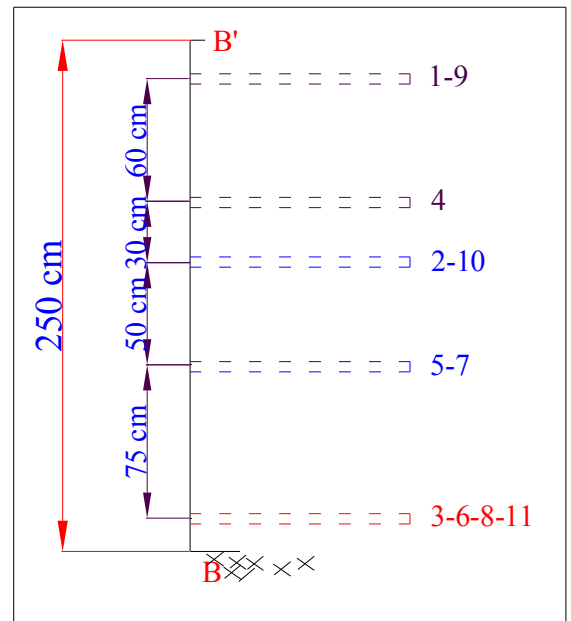
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.51 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.3)

Çizelge 4.60 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.3)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	85	230	1	3
2	110	75	195	1.5	1
3	110	65	225	2	5
4	110	75	255	1.5	2
5	110	65	260	2	0
6	110	65	245	2	5
7	110	65	230	2	0
8	110	65	220	2	5
9	110	85	225	1	3
10	110	75	240	1.5	1
11	110	65	220	2	5

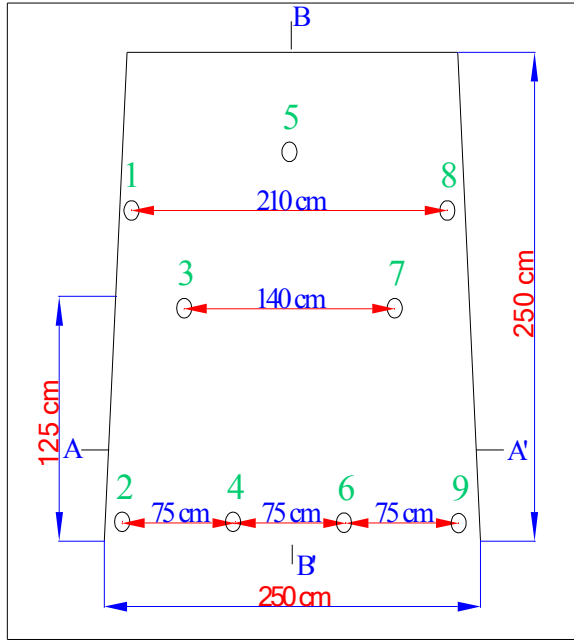
Çizelge 4.61 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.3)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	11
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.70
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	11
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.87
Özgül şarj	kg/m ³	0.417
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 5
+30 cm;+ 5 cm		% 85
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	39.76
Delme verimliliği	%	86
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.78
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.88

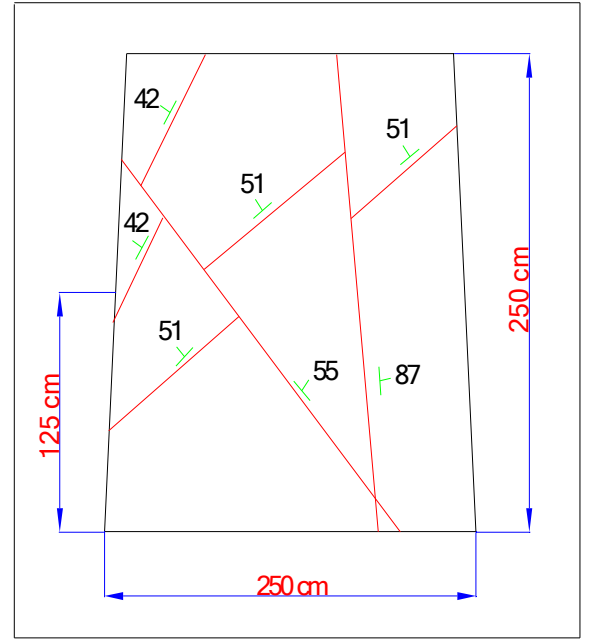
Bu patlatmada diğer patlatmalara oranla daha iyi bir ilerleme elde edilmiştir. Bunun deliklere yapılan şarjın dağılımının düzgün bir şekilde yapılmasından kaynaklanmakta olduğu tespit edilmiştir. İlerleme miktarının iyi bir şekilde yapılmasına rağmen maliyetler yüksek çıkmıştır. Parçalanma boyutu istenilen şekildedir. İlerlemenin delme uzunluğu kadar atımların yapılmasına devam edilecektir.

Çizelge 4.62 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.4)

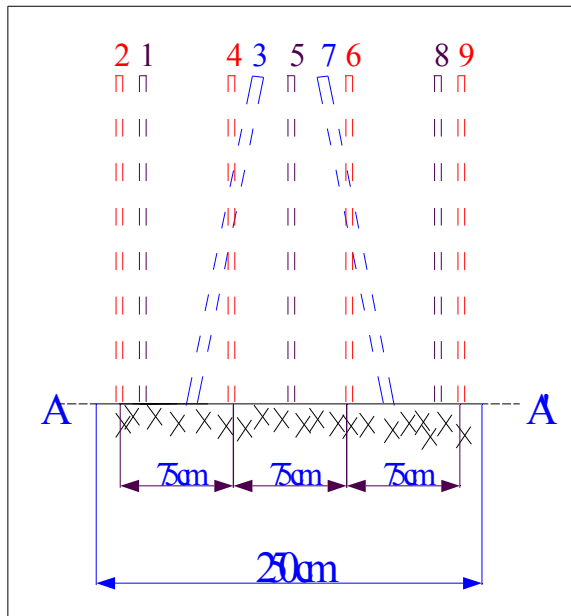
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Kuzey (N) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	18
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



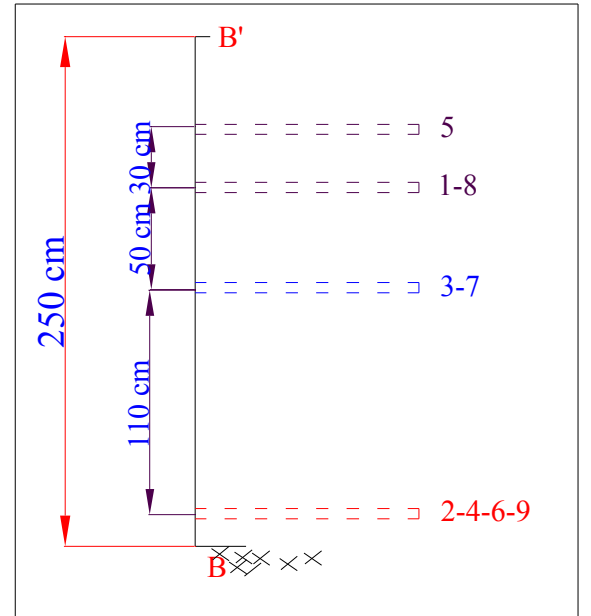
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.52 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.4)

Çizelge 4.63 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.4)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	70	210	1.5	2
2	110	70	220	1.5	5
3	110	60	230	2	1
4	110	60	220	2	5
5	110	80	250	1	3
6	110	60	240	2	5
7	110	60	225	2	1
8	110	70	215	1.5	2
9	110	70	225	1.5	5

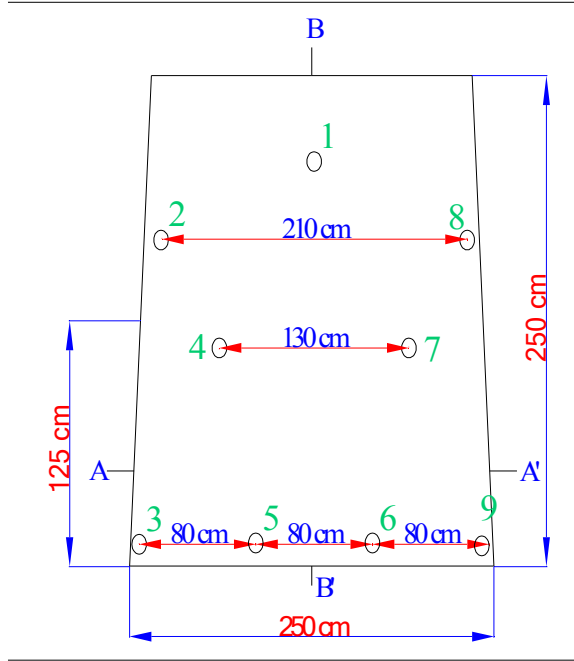
Çizelge 4.64 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.4)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.67
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.33
Özgül şarj	kg/m ³	0.339
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 45
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	32.74
Delme verimliliği	%	81
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.77
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.72

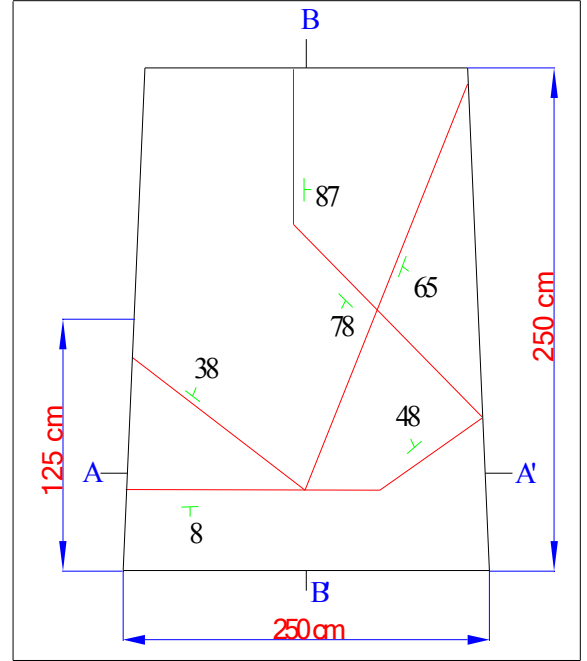
Süreksizliklerin aynada yoğunluğunun fazlalığından kaynaklanan az miktarda şarj yapılmıştır. Bunun nedeni olası göçükleri engellemektir. Parçalanma boyutu, +30 cm üzeri ürün miktarı fazlalığı göze çarpmıştır. Bu da nakliye işleri için pek istenmeyen bir durum olmakla beraber kırma işine ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca bu atımda bir önceki atıma göre orta çekme deliklerinin mesafesi artırılarak daha net bir kesit elde edilmeye çalışılmıştır. Süreksizliğin yoğun olarak bulunduğu aynalarda atımı mümkün olacak bir patern elde edilmesi için atımlara devam edilmiştir.

Çizelge 4.65 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.5)

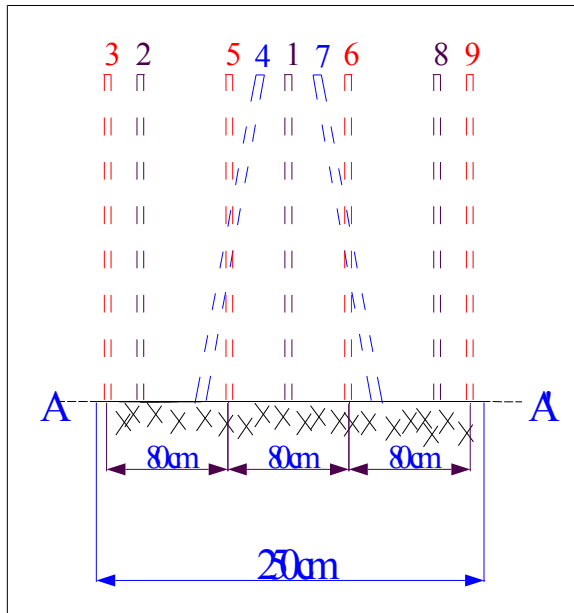
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Kuzey (N) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	18
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	1.20 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.5 gr/cm ³



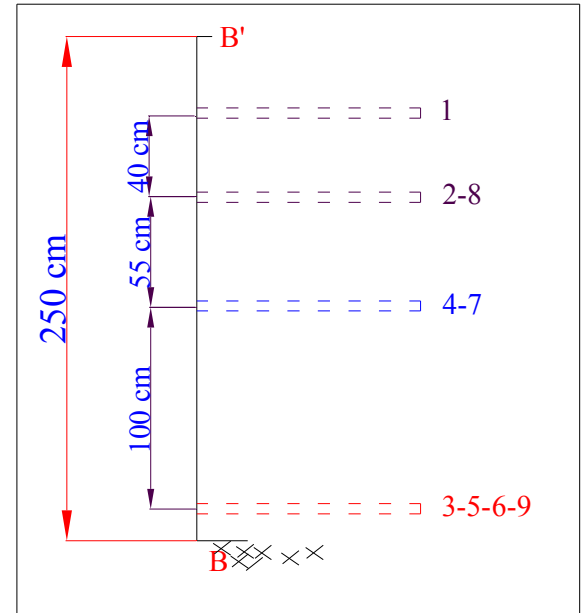
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.53 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.5)

Çizelge 4.66 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.5)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	185	1	3
2	110	60	190	2	2
3	110	70	245	1.5	6
4	110	40	230	2.5	1
5	110	60	225	2	6
6	110	60	220	2	6
7	110	40	255	2.5	1
8	110	60	240	2	2
9	110	70	230	1.5	6

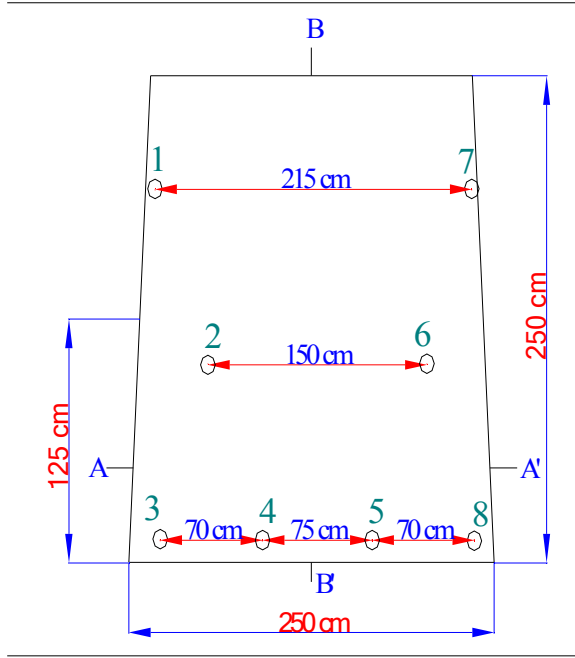
Çizelge 4.67 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.5)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.60
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.64
Özgül şarj	kg/m ³	0.384
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 10
+30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 40
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	33.75
Delme verimliliği	%	86
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.91
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.72

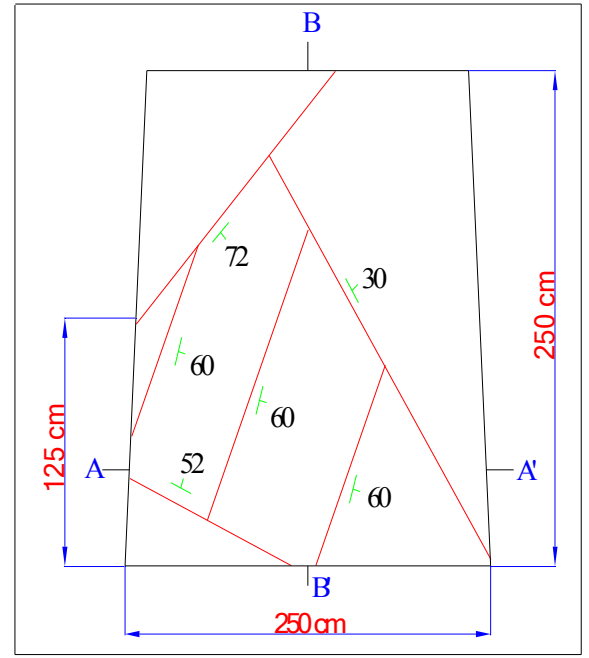
Diğer atımlara oranla iyi bir ilerleme miktarı (0.95 m) elde edilmiştir. Şarj miktarının bu şekilde yapılmasının nedeni, süreksiz aynalarda iyi bir ilerleme yapıldığı düşünülmektedir. Toz oranının çok yüksek olduğu gözlenmiştir. Orta çekme deliklerinin mesafeleri 20 cm kadar uzatılarak daha iyi bir yan kesit elde edilebileceği düşünülmektedir. Üst delik süreksizliklerin durumu göz önüne alındığında iptal edilmesi düşünülmüştür.

Çizelge 4.68 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.6)

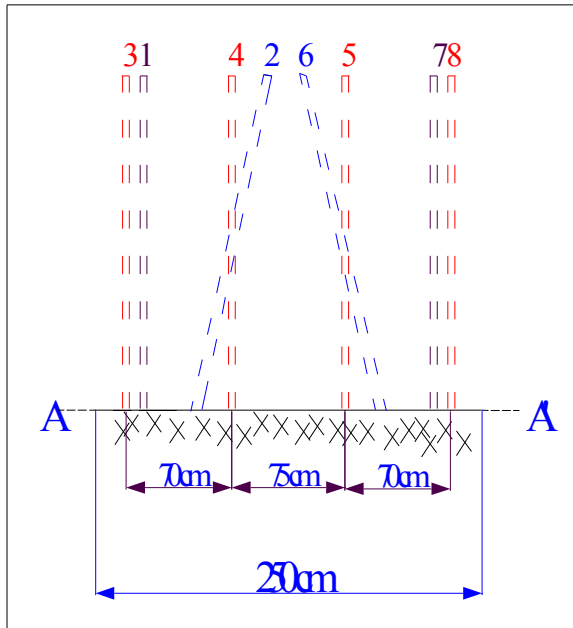
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Güney (S) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	21
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.2 gr/cm ³



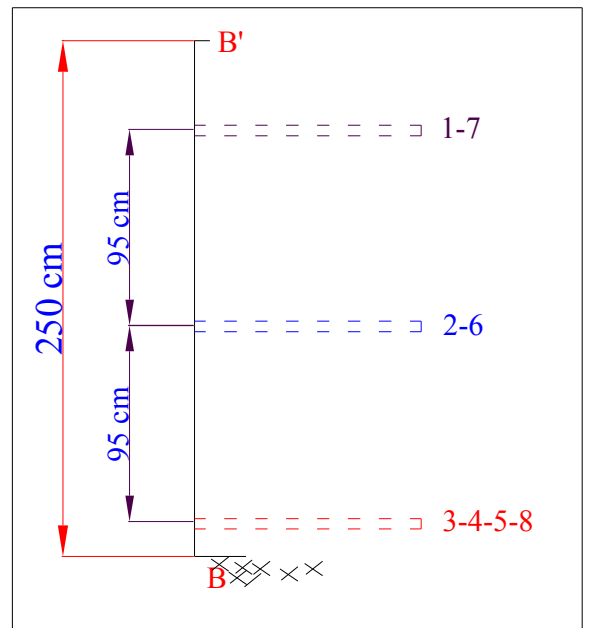
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.54 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.6)

Çizelge 4.69 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.6)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	75	205	1.5	3
2	110	65	210	2	2
3	110	65	220	2	6
4	110	65	205	2	6
5	110	65	200	2	6
6	110	65	235	2	2
7	110	75	225	1.5	3
8	110	65	210	2	6

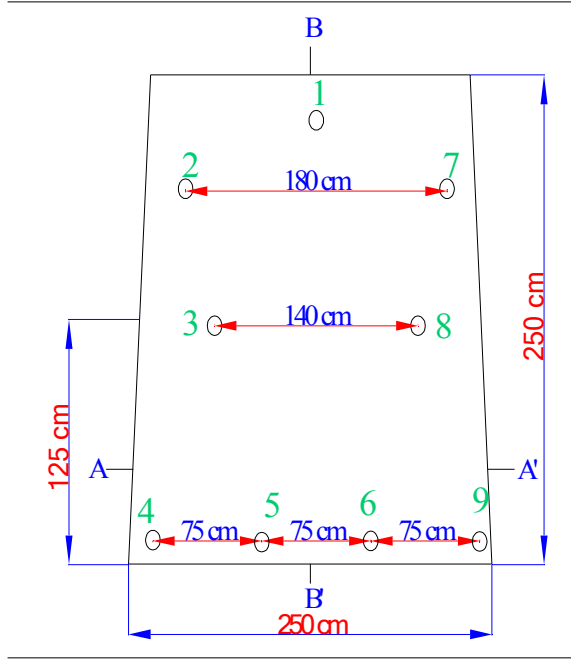
Çizelge 4.70 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.6)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	8
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.67
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	8
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.33
Özgül şarj	kg/m ³	0.339
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 25
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.31
Patlayıcı maliyeti	\$	30.18
Delme verimliliği	%	81
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.39
** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.64

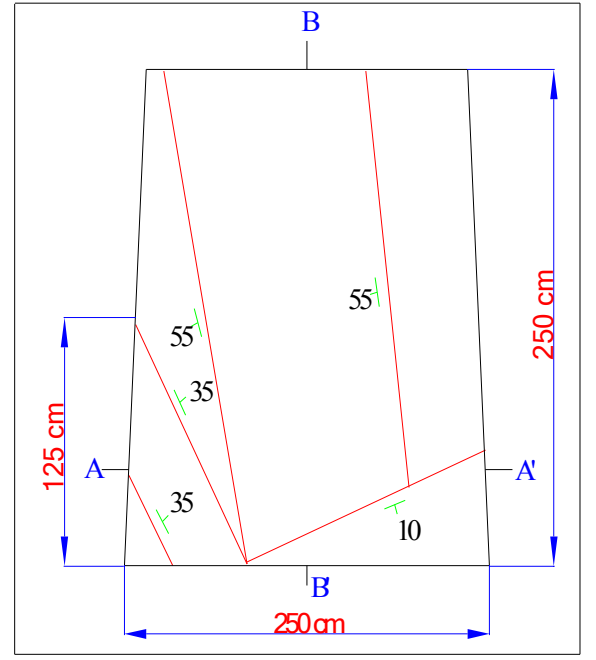
Bir önceki atıma göre daha az ilerleme yapılmıştır. Kapsül gecikme numaralarından 0 ve 1 numaralar kalmadığından 2 nolu kapsül ilk olarak ateşlenmiştir. Parçalanma iyi bir şekilde gerçekleşmemiştir. Tavan kısma patar atımına ihtiyaç duyulduğundan tavan kısma 1 adet delik delinerek atım yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca orta çekme delikleri 10 cm kısaltılarak bu atım yeniden gerçekleştirilecektir.

Çizelge 4.71 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.7)

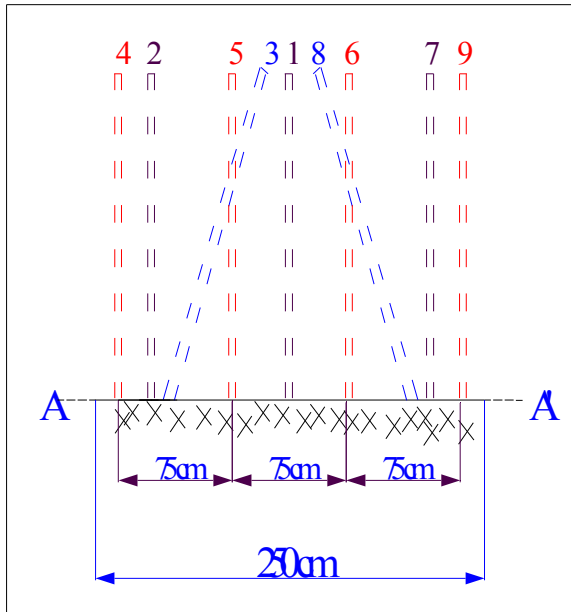
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Güney (S) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	21
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	1.04 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.6 gr/cm ³



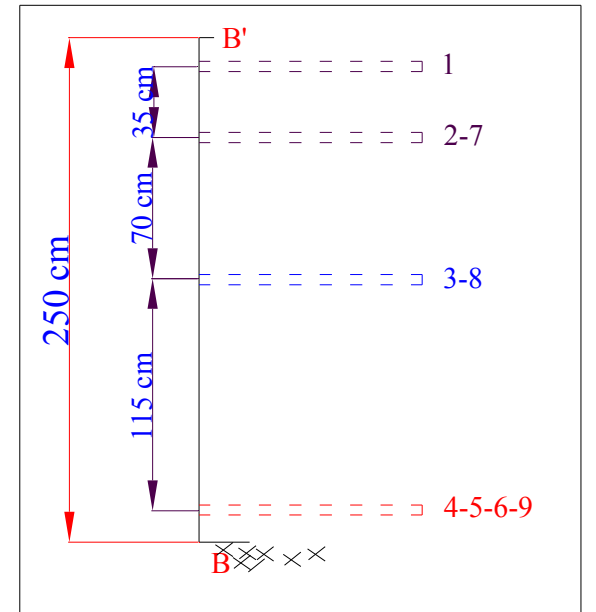
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.55 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.7)

Çizelge 4.72 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.7)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	140	80	220	2	4
2	150	80	235	3	2
3	150	80	250	3	1
4	150	85	255	2.5	7
5	150	80	260	3	6
6	150	80	235	3	6
7	150	80	240	3	2
8	150	80	245	3	1
9	150	85	235	2.5	7

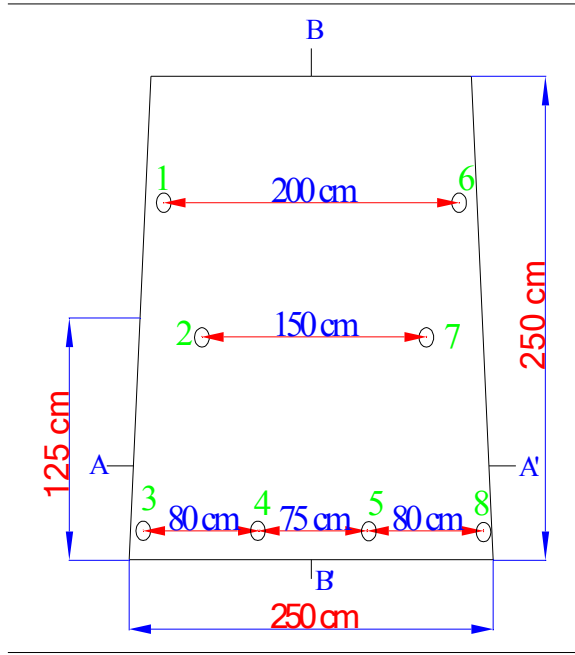
Çizelge 4.73 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.7)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	1.20
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.48
Ortalama sıkılama boyu	m	0.81
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	3.88
Özgül şarj	kg/m ³	0.467
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 20
+30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.36
Patlayıcı maliyeti	\$	37.93
Delme verimliliği	%	81
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.10
** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.72

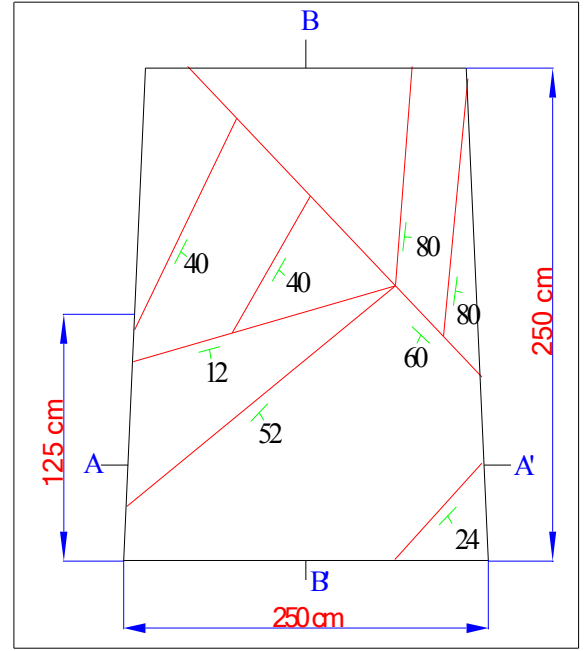
Bu atımda uzun delik uygulaması yapılmaya çalışılmıştır. Ancak atım sonrasında tavan kısmından göçük oldu. Buraya sürenler sürülerek cevherin gelmesi engellendi. Bu nedenle tahkimat açıklığı kısıtlılığından dolayı uzun atım denemeleri gerçekleştirilememektedir. Süreksizliklerin fazlılığı da yanlardan bir cevher geliri olmasına ve fazladan bir kesit açılmasına neden olmuştur. Patlatma sonunda iyi bir ürün boyutu elde edilememiştir. Ayrıca toz oranı fazla olmuştur. Patlatma sonunda oluşan hava şoku ve yer sarsıntısı yeraltında olumsuz bir durum yaratmıştır.

Çizelge 4.74 Bazı kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.8)

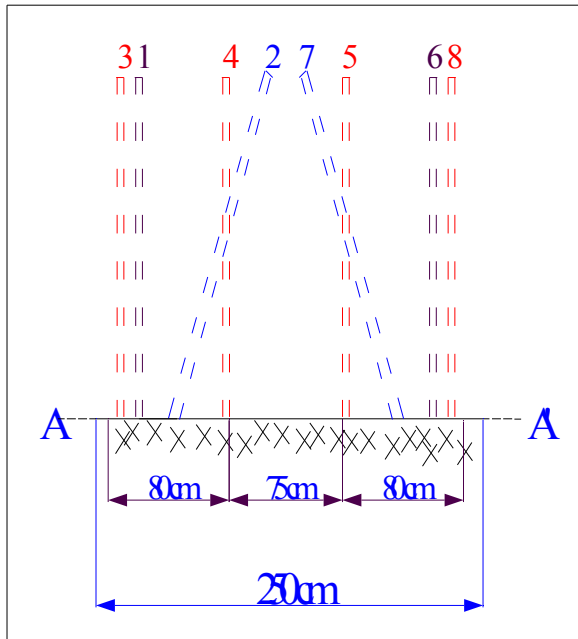
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Güney (S) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	21
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.5 gr/cm ³



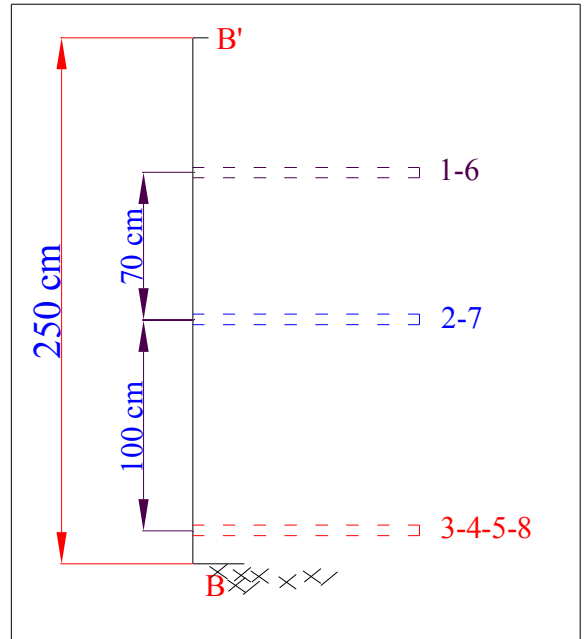
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.56 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.8)

Çizelge 4.75 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.8)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	85	185	1	2
2	110	65	195	2	1
3	110	75	200	1.5	4
4	110	65	190	2	4
5	110	65	205	2	4
6	110	85	210	1	2
7	110	65	215	2	4
8	110	75	195	1.5	1

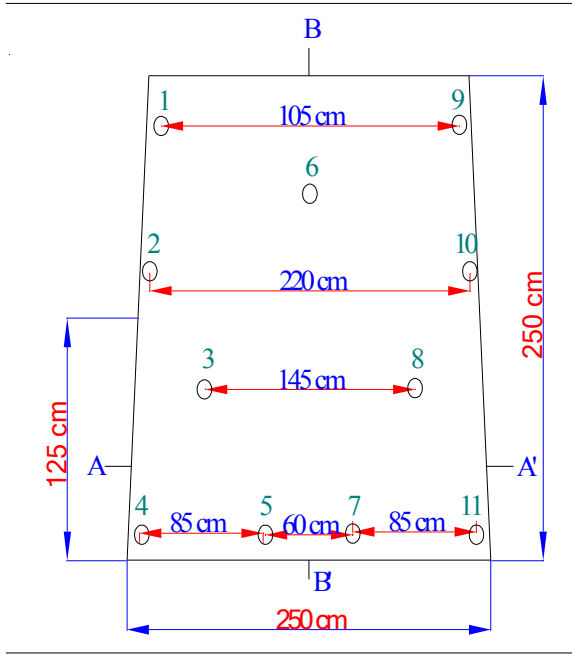
Çizelge 4.76 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.8)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	8
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.72
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	8
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.02
Özgül şarj	kg/m ³	0.293
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 15
+30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.33
Patlayıcı maliyeti	\$	29.18
Delme verimliliği	%	82
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/m ³	4.25
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.64

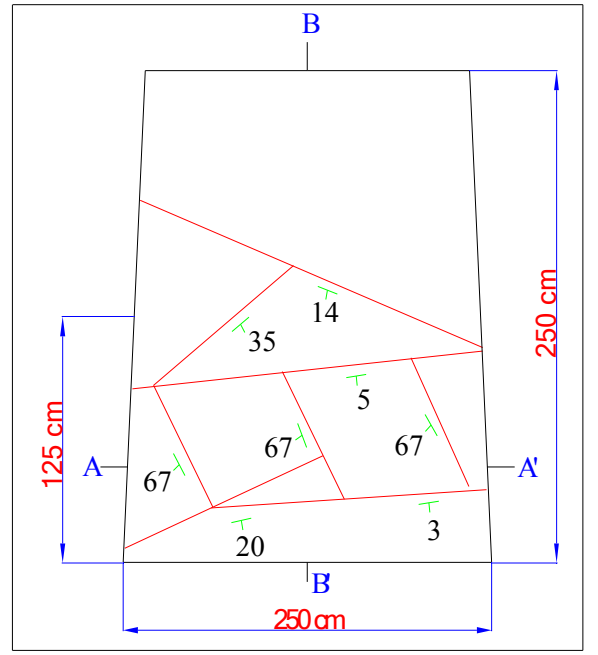
Süreksizliklerin aynada bulunma yoğunluğuna dikkat edilerek şarj yapılmıştır. Burada özgül şarj miktarı diğer atımlara oranla düşük çıkmış olup patlayıcı maliyeti de 29.18 \$ olduğu hesap edilmiştir. Atım sonunda süreksizliklerin yoğunluğuna orantılı toz oluşumunda fazlalık olduğu gözlenmiştir. Sol üst kısımdan fazladan bir cevher geliri olmuştur. Burası kamalarla kapatılıp cevher geliri önlenmiştir.

Çizelge 4.77 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.9)

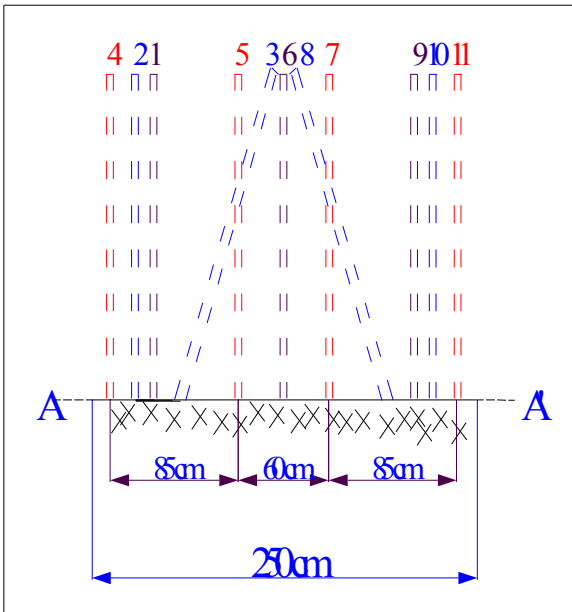
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Güney (S) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<1 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	19
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	0.68 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.6 gr/cm ³



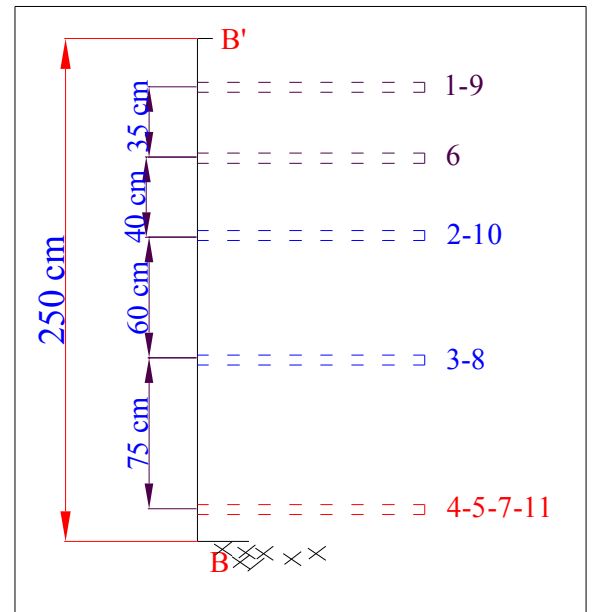
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.57 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.9)

Çizelge 4.78 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.9)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	205	1	4
2	110	70	220	1.5	2
3	110	80	220	1	1
4	110	60	220	2	6
5	110	60	225	2	6
6	110	60	235	2	3
7	110	60	210	2	6
8	110	80	220	1	1
9	110	80	220	1	4
10	110	70	225	1.5	2
11	110	60	225	2	6

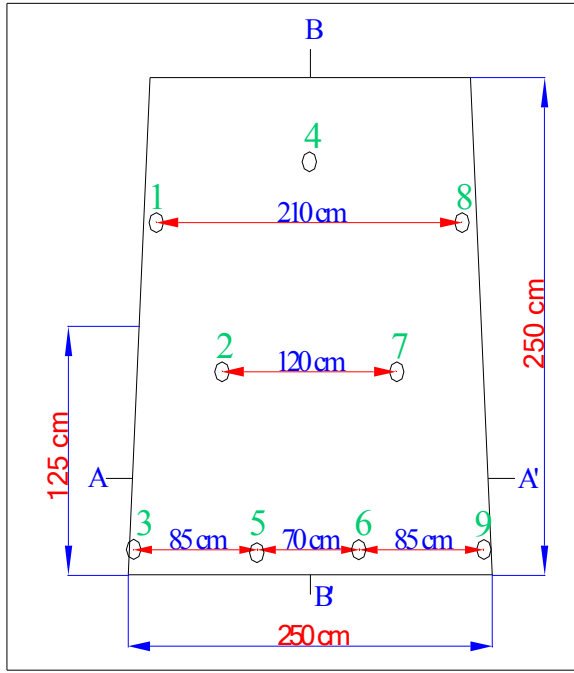
Çizelge 4.79 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.9)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	11
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.69
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	11
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.79
Özgül şarj	kg/m ³	0.406
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 5
+30 cm;+ 5 cm		% 85
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Patlayıcı maliyeti	\$	39.51
Delme verimliliği	%	86
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.75
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.88

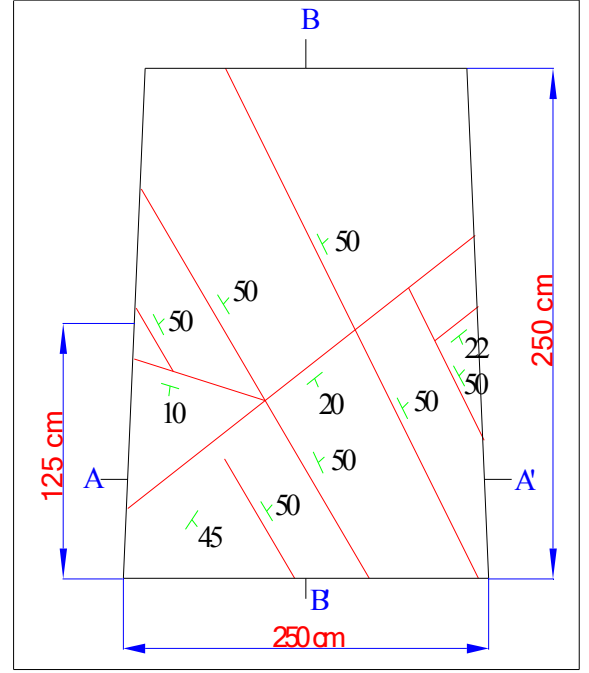
Aynada bulunan süreksizliklerin fazlalığından dolayı bu şekilde bir delme işlemi uygulanmıştır. Ancak aynanın üst kısmında süreksizliğin az miktarda olduğundan dolayı iyi bir parçalanma boyutu elde edilmesi için bu şekilde delik delinmiştir. Atım sonunda, parçalanma boyutunun istenilen şekilde olması yükleme işlerini kolaylaştırmıştır. Ancak özgül şarj miktarı yüksek çıkmıştır. Daha az bir delik miktarı delinerek bu atımın yeniden yapılacaktır.

Çizelge 4.80 Bazı kaya kütle- malzeme özellikleri (Cevher: Atım no.10)

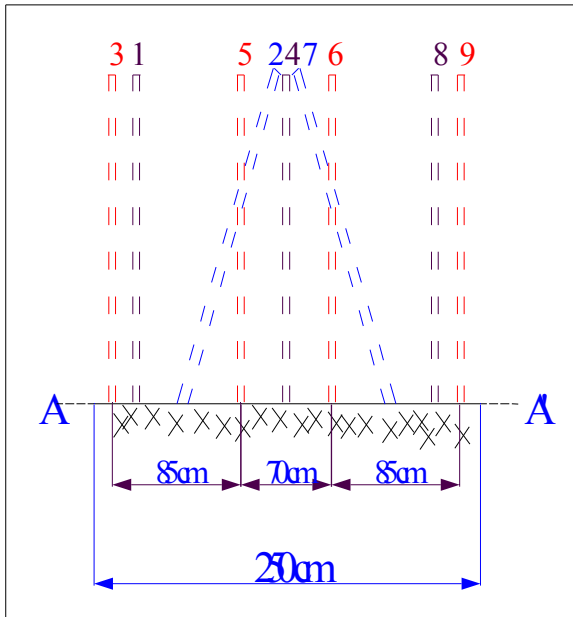
Atımın Yapıldığı Yer	242 Katı cevher üretim aynası atım paterni Güney (S) Yönü
Kaya birimi	Kromit (Cevher)
Ortalama eklemler arası mesafe	(<0.7 m)
Yüzey pürüzlülüğü	Pürüzlü
Schmidt sertliği	21
Nokta yükleme dayanımı, $I_{S(50)}$	1.04 MPa
Nem durumu	Kuru
Yoğunluk	3.6 gr/cm ³



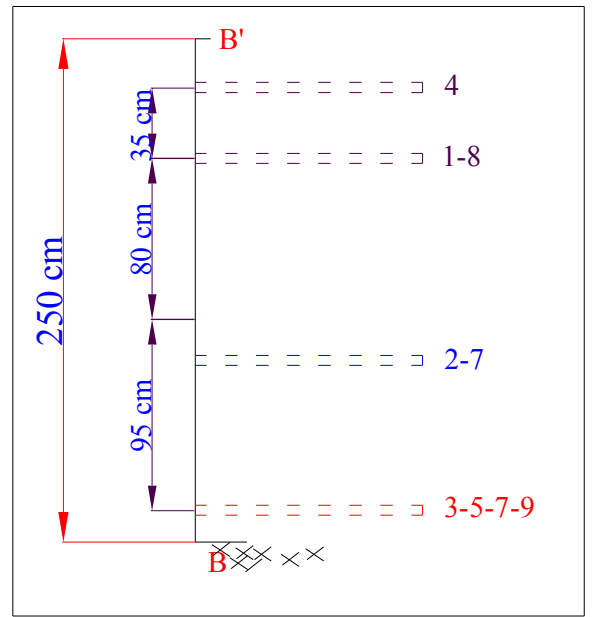
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4.58 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.10)

Çizelge 4.81 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.10)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	70	205	1	2
2	110	60	195	1.5	1
3	110	60	210	2	5
4	110	80	215	1	3
5	110	60	190	2	5
6	110	60	220	2	1
7	110	70	225	1.5	2
8	110	60	210	1	5
9	110	60	215	2	5

Çizelge 4.82 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.10)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı cevher üretim aynası
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.50x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	1
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.65
Ateşleme sistemi		Elektriksiz gecikmeli kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.17
Özgül şarj	kg/m ³	0.316
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 5
+30 cm;+ 5 cm		% 85
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.32
Patlayıcı maliyeti	\$	29.66
Delme verimliliği	%	91
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.32
Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.64

Aynada bulunan süreksizliklerin fazlalığından dolayı bu şekilde bir delme işlemi yapılmıştır. İlerleme miktarı diğer yapılan atımlara oranla en yüksek miktarda olmuştur. Özgül şarj ve patlayıcı maliyeti uygun bir değerde çıkmıştır. Parçalanma boyutu istenilen düzeyde olmuştur. Kırma işlemine ihtiyaç duyulmadan bir yükleme yapılmıştır. Süreksizliklerin yoğunluğunun fazla olduğu aynalarda bu şekilde bir atım yapılması hem göçük olma olasılığı hem de işletme maliyetlerini koruyucu yönde olacaktır.

4.4. Kaya Birimlerinde Gerçekleştirilen Deneme Atım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde tabantaşı ve cevher aynalarında yapılan deneme atımlarının sonuçları değerlendirilmiş, elde edilen veriler çizelge ve grafiksel olarak sunulmuştur.

4.4.1. Tabantaşı Aynaları İçin Deneme Atım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tabantaşı aynalarında yapılan 9 atım sonunda Çizelge 4.83'te veriler derlenip sunulmuştur. Çizelge de görüldüğü gibi tabantaşı aynalarında yapılan atımlarda en iyi sonuçlar 2, 3, 5, 7 no'lu atımlarda 0.95 m ve 8 no'lu atımda da 1 m ilerleme gerçekleştirilmiştir. Bu dört atım içinde en az şarj miktarı 5 no'lu atımda 2.48 kg yapılmıştır. Bu doğrultuda en düşük maliyetli olan da 5 no'lu atımdır. İlerlemeye göre maliyeti en düşük atım ise 8 no'lu atımdır (33.75 \$). Özgül şarj 0.384 kg/m³ ve delme verimliliğinin ise % 90 olduğu hesaplanmıştır. Bu da diğer atımlara oranla en iyi sonuçlardır. 8 no'lu atımda süreksizliklerin aynada bulunma yoğunluğunu dikkate alınarak delme ve şarj işlemi yapılmıştır. Neticede diğer atımlara oranla 1 m'lik ilerleme sağlanmıştır. İstenilen sonuca parçalanma boyutuna bakılarak da değerlendirme yapılırsa bu atım sonrasında sol tarafın parçalanma boyutu tahmini olarak -30 cm ile +5 cm arasında olduğu, sağ tarafta ise -60 cm +30 cm arasında birkaç parçalanma olduğu gözlenmiştir. Bu parçalanma süreksizliklerin aynada bulunma durumundan kaynaklanmaktadır. Çizelgeden de görüleceği gibi en maliyetli atım 1 no'lu atımdır (40.83 \$). Buna rağmen ilerleme miktarı düşük olmuştur. Bu atımda kapsül gecikmelerine özen gösterilmediği için iyi bir yığın ve parçalanma boyutu elde edilememiştir. Patlayıcı maliyeti en düşük 4 ve 9 no'lu atımlarda gerçekleşmesine rağmen ilerleme miktarının düşüklüğü ve parçalanmayı olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.83 Tabantaşı aynalarında yapılan deneme atımlarının değerlendirilmesi

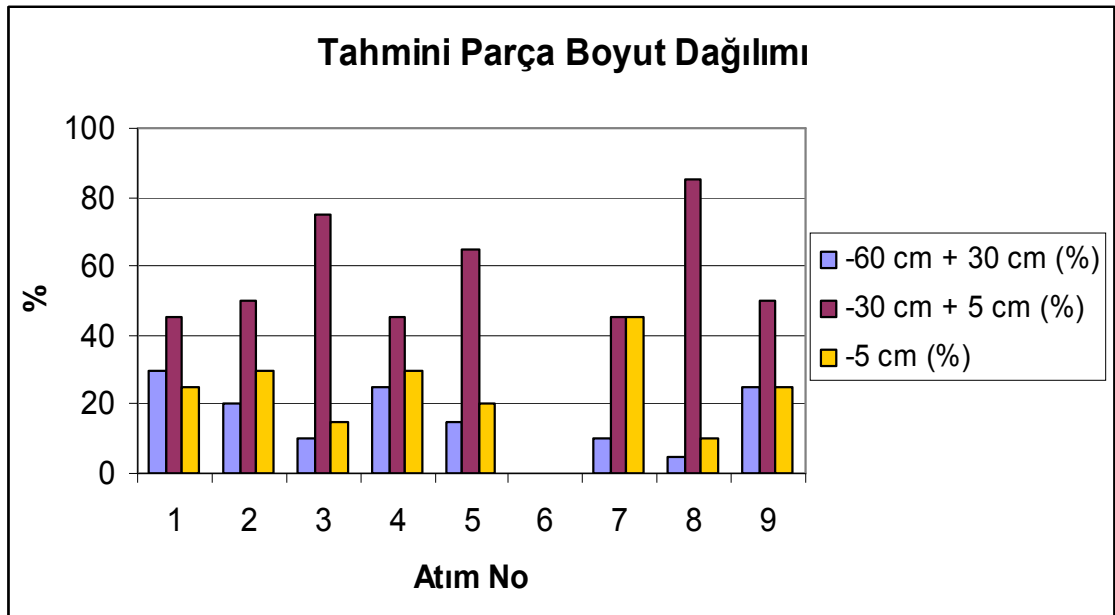
Atım No	Delik Sayısı (Adet)	Toplam Şarj Miktarı (kg)	Patlatma Sonrası Yapılan İlerleme (m)	Özgül Şarj (kg/m ³)	Delme Verimliliği (%)	Patlayıcı Maliyeti (\$)	Birim Patlayıcı Madde Maliyeti (\$/m ³)	Birim Delme Maliyeti (\$/m ³)
1	11	3,10	0,85	0,451	77	40,83	5,94	0,88
2	11	2,79	0,85	0,406	77	39,50	5,75	0,88
3	11	3,02	0,95	0,440	86	40,11	5,84	0,88
4	8	2,17	0,85	0,316	77	29,66	4,32	0,64
5	11	2,48	0,95	0,360	86	38,35	5,58	0,97
6	10	2,48	0,90	0,360	81	35,79	5,21	0,80
7	10	2,64	0,95	0,384	86	36,31	5,28	0,80
8	9	2,64	1,00	0,384	90	33,75	4,91	0,72
9	8	2,17	0,90	0,315	81	29,66	4,31	0,64

Boyut dağılımı sınıflaması metre ile ölçülerek yapılmıştır. Ayrıca doldurulan vagonların boşaltıldığı, ferelerin ağız kısmında 30*30 cm boyutunda ızgaralar konulmuştur. Bu ızgaralar olabilecek tıkanmaların önüne geçilmesi için yapılmıştır. Tabantaşı aynalarında yapılan deneme atımlarında tahmini parça boyut dağılımı Çizelge 4.84’de verilmiş olup en iyi tahmini boyut dağılımı da 8 no’lu atımda yapılmıştır. 6 no’lu atımda göçük olduğu için boyut dağılımı yapılamamıştır.

Çizelge 4.84 Tabantaşı aynalarında yapılan deneme atımlarındaki tahmini parçalanma boyutlarının dağılımı

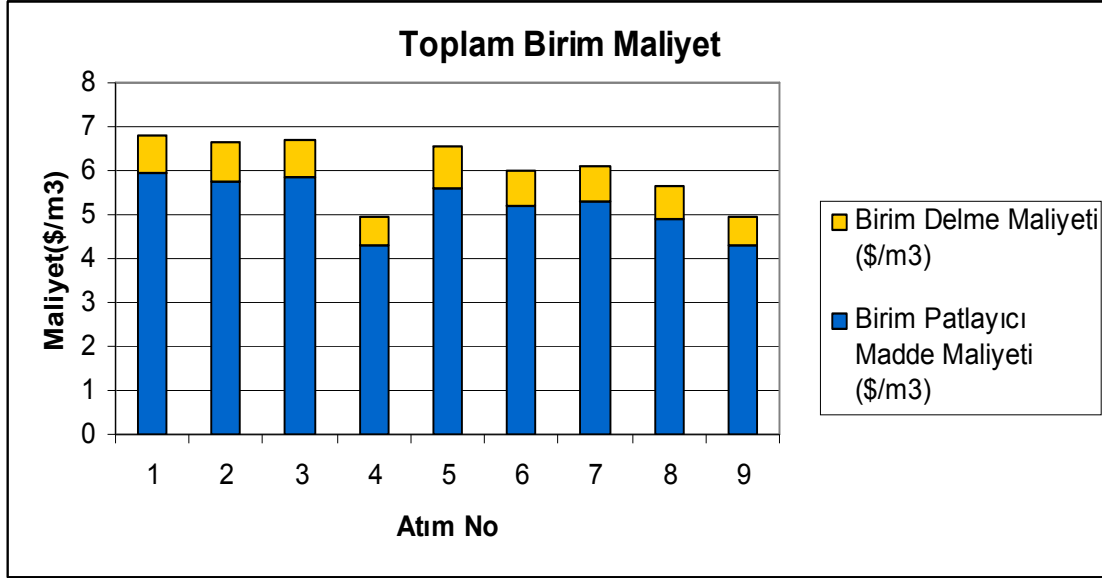
Atım No	-60 cm + 30 cm (%)	-30 cm + 5 cm (%)	-5 cm (%)
1	30	45	25
2	20	50	30
3	10	75	15
4	25	45	30
5	15	65	20
6	-	-	-
7	10	45	45
8	5	85	10
9	25	50	25

Yukarıdaki parça boyut dağılımları ışığında Şekil 4.59’da grafiksel bir gösterim sunulmuştur.



Şekil 4.59 Deneme atımları sonrasında elde edilen tahmini parça boyut dağılımları

Çizelge 4.83'te verilen birim maliyet verileri ışığında toplam birim maliyetin grafiksel gösterimi Şekil 4.60'da verildiği gibidir.

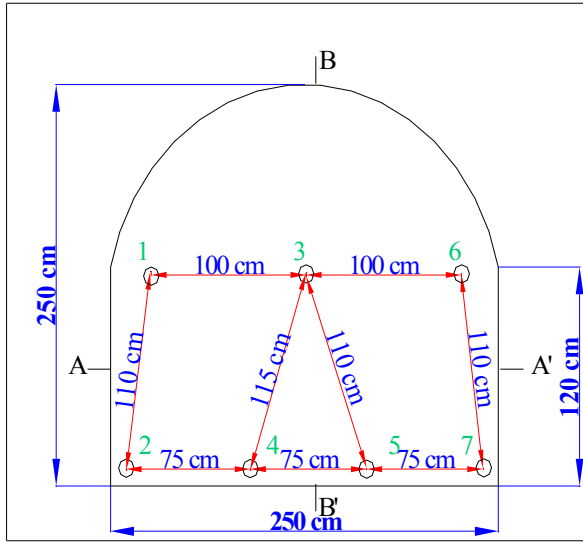


Şekil 4.60 Tabantaşı aynaları deneme atımlarına ait toplam birim maliyet

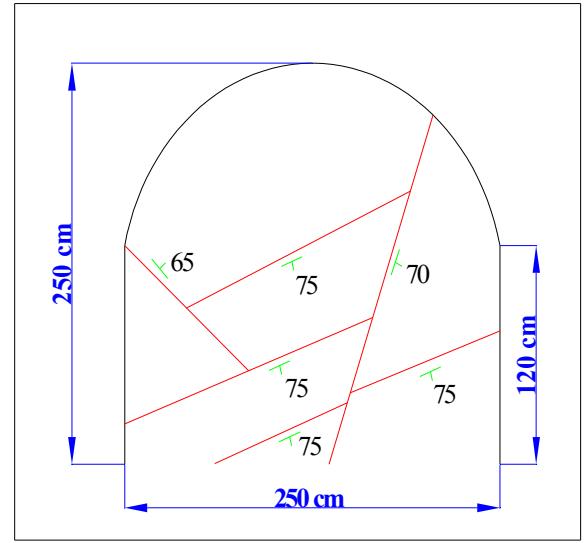
4.4.1.1. Tabantaşı Aynaları İçin Mevcut Atım ile Belirlenen Atım Paterninin Karşılaştırılması

İşletmede tabantaşı aynalarında uygulanmakta olan herhangi bir atımın delik paterni Şekil 4.61'de verildiği gibidir. En uzun delik boyu 100 cm ve atım sonrası yapılan ilerleme 50-85 cm arasında gerçekleştirilebilmekteydi. Kaya özelliklerine bakılmaksızın bir delme ve şarj işlemi yapılmaktaydı. Süreksizlikler gözardı edilip atım yapıldığında ya göçük olmaktadır ya da sürekli bir patar atımına ihtiyaç duyuluyordu. Ateşleme adı kapsül ile yapılmaktaydı. Bu iş güvenliği açısından tehlikeli olabilmekteydi. Burada önce 3 daha sonra sırasıyla 1, 6, 2, 4, 5 ve 7 no'lu delikler patlatılmaktaydı. Deliklerin patlatılmasında kullanılan kapsüllerin gecikmelerine özen gösterilmeksizin kullanılmaktaydı. Bu da verimli bir patlatma olmamasıyla beraber iyi bir yığın elde edilememekteydi. Ayrıca istenilen kesit elde edilemiyordu. Parçalanma boyutunun büyüklüğünden kaynaklanan, yüklemeyi kolaylaştırmak amacıyla kırma işlemi uygulanmaktaydı. Bu da üretim gücünün düşmesine bununla beraber ilerleme miktarının düşmesine neden olmaktadır. Sıkılama, dinamit boyutlarında hazırlanan gazete kağıtlarına cevher tozu doldurulması ile elde edilen bir durum ile yapılmaktaydı. Bu patlatmanın verimli olmamasına neden olmakla beraber toz oranında fazlalık gözlenmekteydi. Belirsiz bir sistemle delme yapılmakta, bu da parçalanma boyutunu etkilemekle beraber verimsiz bir patlatma işlemi oluşmaktaydı. Tahmini ortalama

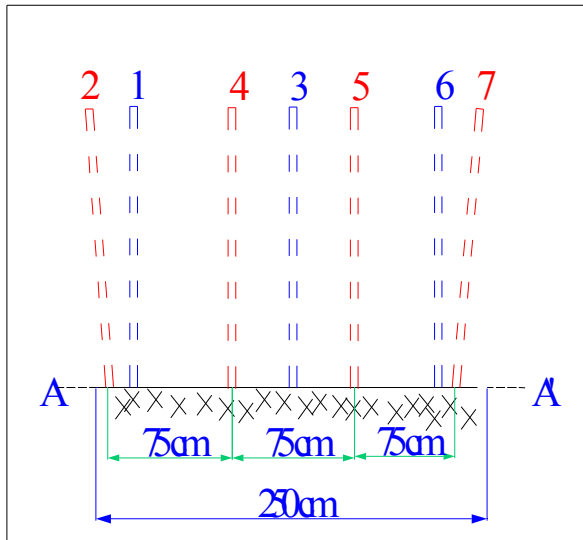
parçalanma boyutu -60 cm + 30 cm: % 40, -30 cm + 5 cm: % 25, -5 cm: % 35 oranlarında olmaktadır.



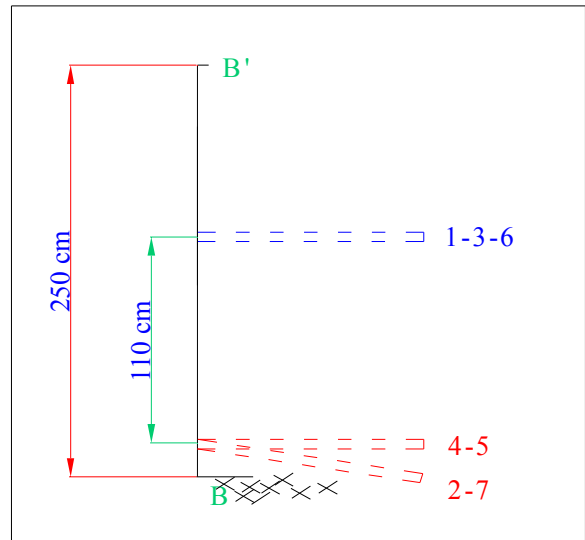
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



b) A-A' Kesiti

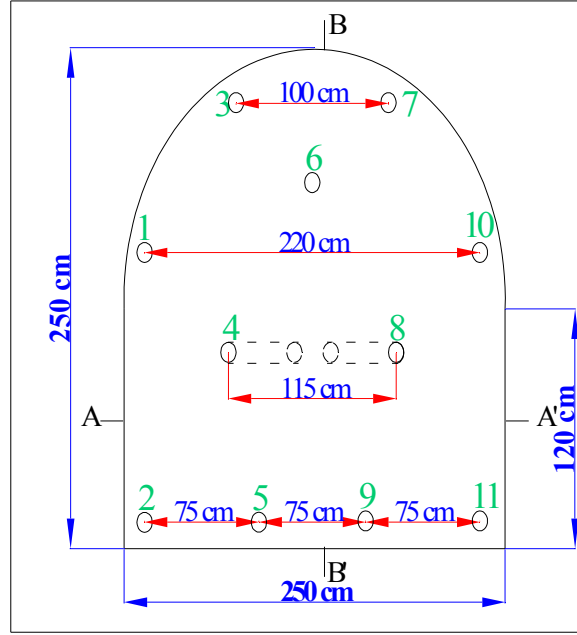


c) B-B' Kesiti

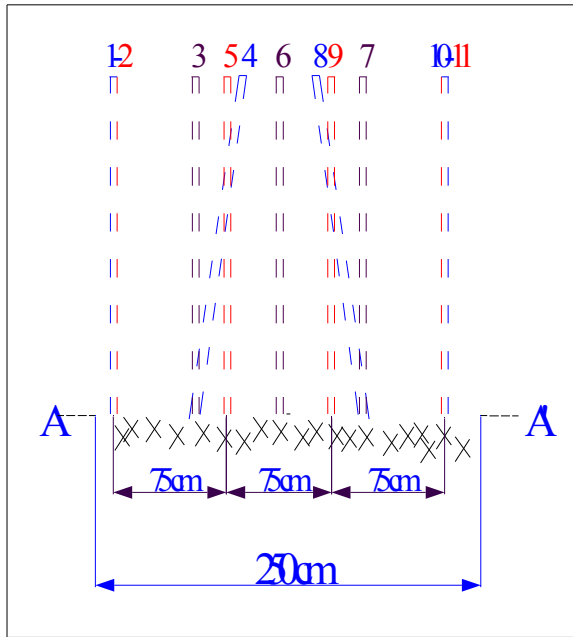
Şekil 4.61 Tabantaşı aynalarında uygulanan mevcut atım şekillerinden biri

Deneme atımlarında orta çekme yöntemi kullanılarak istenilen açıklıklar elde edilmiştir. Deliklerin istenilen düzgünlükte ve belirlenen yerinde delinmesine özen gösterilmiştir. Delik boyları matkap uzunluğuna göre 120 cm olarak belirlenmiş böylece güzel bir kesit elde edilmiştir. Kaya kütle özelliklerinin belirlenmesiyle beraber şarj miktarı buna göre yapılmıştır. Bu da direkt olarak parçalanma boyutunu iyi yönde etkilemiştir. Aynada bulunan süreksizliklerin yoğunluğuna göre şarj yapılmasıyla beraber olası göçüklerin önüne geçilmiştir. Patar atımına az miktarda ihtiyaç duyulmuştur. İş güvenliğinin ön planda tutulduğu deneme atımlarında ateşleme

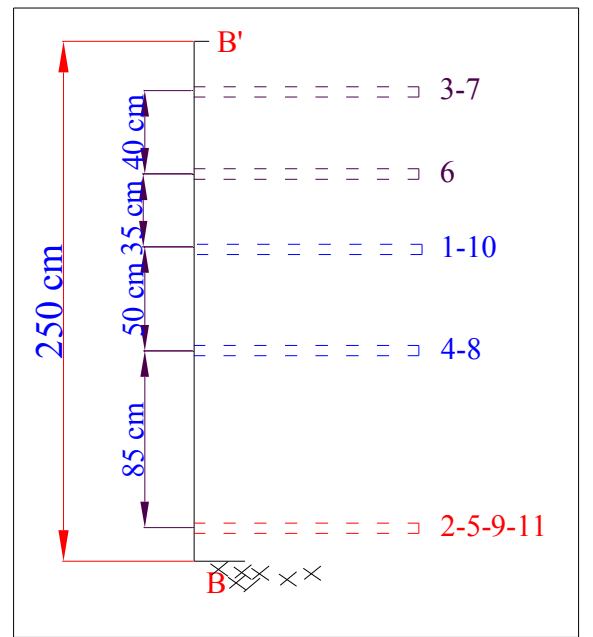
elektrikli kapsül ile yapılmıştır. Sıkılama özel olarak hazırlanan çamurlar ile yapılmış patlatmaların daha verimli olması sağlanmıştır. Bu şekilde yapılan sıkılama ve ateşleme ile toz oranında düşme olduğu gözlenmiştir. Kapsül gecikmelerinin kullanımına özen gösterilerek iyi bir yığın elde edilmiştir. Deneme atımları sonunda tabantaşı aynalarında süreksizliğin az ve yoğun olarak bulunduğu aynalara göre bir atım şekli belirlenmiştir. En iyi değerlerin elde edildiği bu atım şekilleri (3 ve 8 no'lu atım) Şekil 4.62 ve Şekil 4.63'de görülmektedir.



a) Önden görünüm



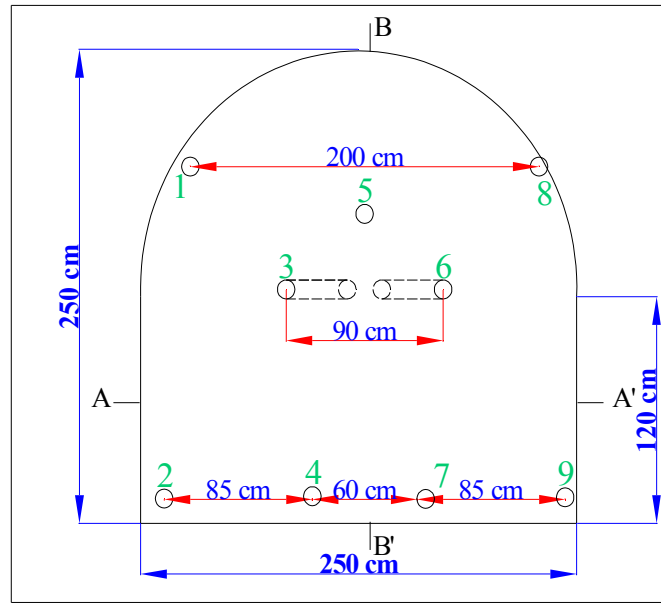
b) A-A' Kesiti



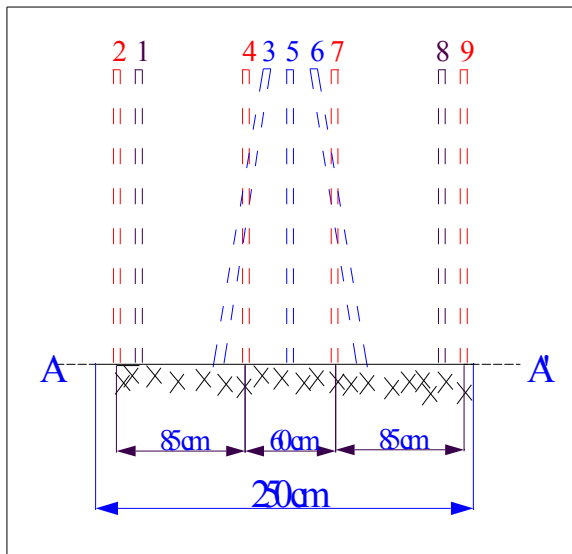
c) B-B' Kesiti

Şekil 4.62 Tabantaşı için belirlenen uygun atım şekli (süreksizlik az)

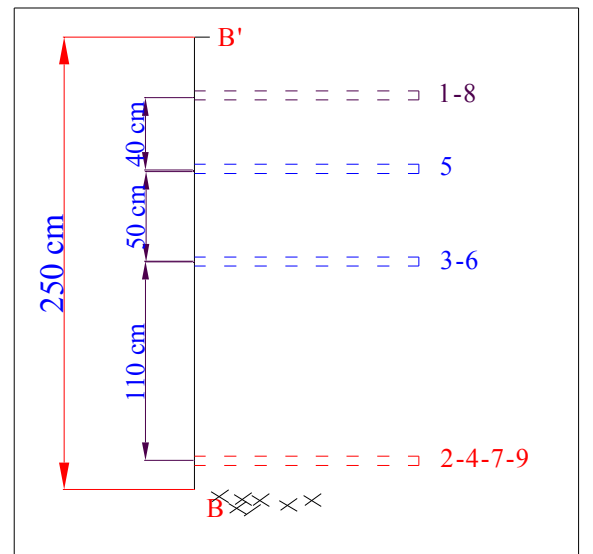
Şekil 4.62'deki atım sonunda 0.95 m ilerleme sağlanmış, özgül şarj ise 0.440 kg/m³ hesaplanmıştır. Birim patlayıcı madde maliyeti de 5.84 \$/m³ elde edilmiştir. Tahmini en iyi parçalanma boyutu da -60 cm +30 cm:% 5 cm, -30 cm + 5 cm : % 85, -5 cm: % 10 dolaylarında olmuştur. Şekil 4.62'de delik numaralarına göre şarj dağılımı 1, 6, 11 no'lu deliklere 1.5 adet emülsiyon patlayıcı ve 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11 no'lu deliklere de 2'şer adet emülsiyon patlayıcı şarj edilmiştir. Sıkılama için özel olarak hazırlanmış çamurlar kullanılmıştır. Şekil 4.62'deki kapsül gecikmeleri sırasıyla 4, 8 no'lu deliklere 0 numaralı gecikmeli kapsül, 1, 6, 10 no'lu deliklere 1 numaralı gecikmeli kapsül, 3,7 no'lu deliklere 3 numaralı gecikmeli kapsül, 2, 5, 9, 11 no'lu deliklere de 5 numaralı gecikmeli kapsül kullanılmıştır.



a) Önden görünüm



b) A-A' Kesiti



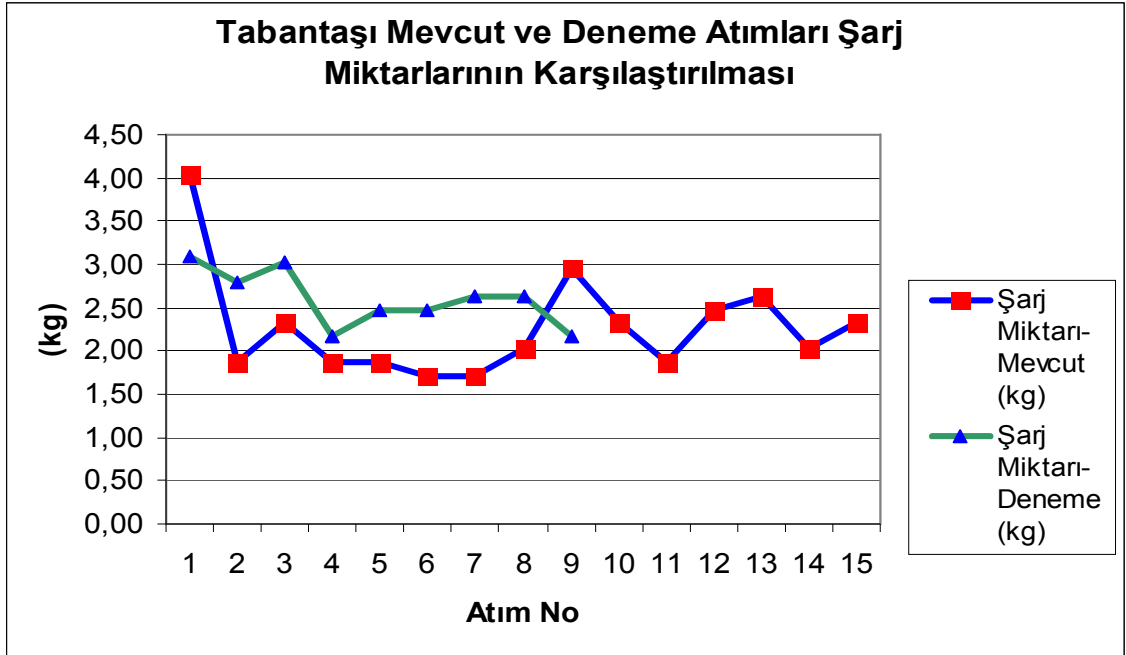
c) B-B' Kesiti

Şekil 4.63 Tabantaşı için belirlenen uygun atım şekli (süreksizlik çok)

Şekil 4.63'deki süreksizliğin yoğun olduğu aynanın patlatma sonunda 1 m ilerleme, 2.64 kg dinamit şarj miktarı, özgül şarj 0.384 kg/m^3 hesaplanmış, birim patlayıcı madde maliyeti de $4.91 \text{ \$/m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Bu atımın şarj dağılımı; 1, 8 no'lu deliklere 1.5 adet emülsiyon patlayıcı, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 no'lu deliklere ise 2'şer adet emülsiyon patlayıcı şarjı yapılmıştır. Yine aynı şekilde sıkılama için özel hazırlanmış çamurlar kullanılmıştır.

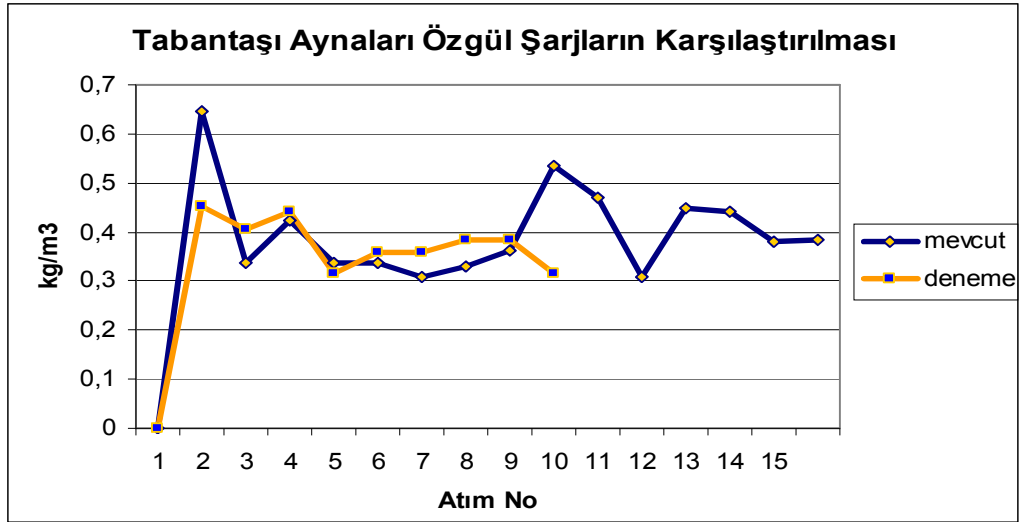
Şekil 4.63'e ait kapsül gecikmeleri sırasıyla 3, 6 no'lu deliklere 0 numaralı gecikmeli kapsül, 5 no'lu deliğe 1 numaralı gecikmeli kapsül, 1 ve 8 no'lu deliklere 3 numaralı gecikmeli kapsül, 2, 4, 7 ve 9 no'lu deliklere de 5 numaralı gecikmeli kapsül kullanılmıştır.

Aşağıdaki grafikte tabantaşı aynalarında mevcut ve deneme atımlarında kullanılan patlayıcı miktarının karşılaştırılmasının grafiksel gösterimi verilmiştir (Şekil 4.64).



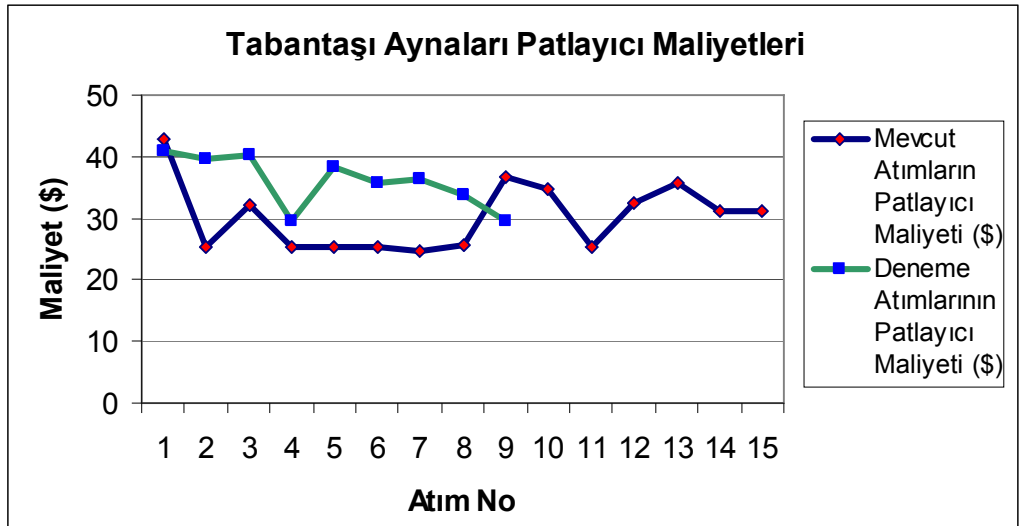
Şekil 4.64 Tabantaşı mevcut ve deneme atımlarda kullanılan patlayıcı madde miktarlarının karşılaştırılması

Aşağıdaki grafikte tabantaşı aynalarında mevcut ve deneme atımlarına ait özgül şarjların karşılaştırılması verilmiştir (Şekil 4.65)



Şekil 4.65 Tabantaşı aynalarında mevcut ve deneme atımlarındaki özgül şarjların karşılaştırılması

Aşağıda verilmiş olan tabantaşı aynalarındaki mevcut ve deneme atımlarına ait patlayıcı maliyetlerinin karşılaştırılması verilmiştir (Şekil 4.66).



Şekil 4.66 Tabantaşı aynalarında mevcut ve deneme atımlarına ait maliyetlerin karşılaştırılması

4.4.2. Cevher Aynaları İçin Deneme Atım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Cevher aynalarında uygulanmak üzere 10 adet atım planlanmış ve uygulanmıştır. Bu atımlara ait parametreler ve sonuçları ayrıntılı bir şekilde Çizelge 4.83 ve Çizelge 4.84'te verilmiştir. Çizelge 4.83'ya göre değerlendirme yapılırsa, en iyi ilerleme 7 ve 10 no'lu atımlarda yapılmıştır. 7 no'lu atım uzun delik delinerek yapılan bir atımdır. Atım sonunda göçük olmuş ve bu göçüğe müdahale edilmesi ile kontrol altına alınmıştır. 7 no'lu atımda delikler 1.5 m delinmiş yaklaşık olarak 1.2 m kadar ilerleme yapılmıştır.

Şarj miktarı 3.88 kg yapılmış, özgül şarj 0.467 kg/m³ hesaplanmış ve birim patlayıcı madde maliyeti de 5.75 \$/m³ belirlenmiştir. 10 no'lu atım sonunda ilerleme 1 m ölçülmüştür. Atım da kullanılan patlayıcı miktarı 2.17 kg'dır. Özgül şarj 0.316 kg/m³ hesaplanmış, birim patlayıcı madde ve birim delme maliyeti sırasıyla 4.32 \$/m³ ve 0.64 \$/m³ olarak hesaplanmıştır. 10 no'lu atımda iyi bir parçalanma boyutu elde edilmiştir (Tahmini parçalanma boyutu : -60 cm+30 cm :5 % , -30 cm + 5 cm:85 % , -5 cm: % 15).

Çizelge 4.85 Cevher aynalarında yapılan atımların değerlendirilmesi

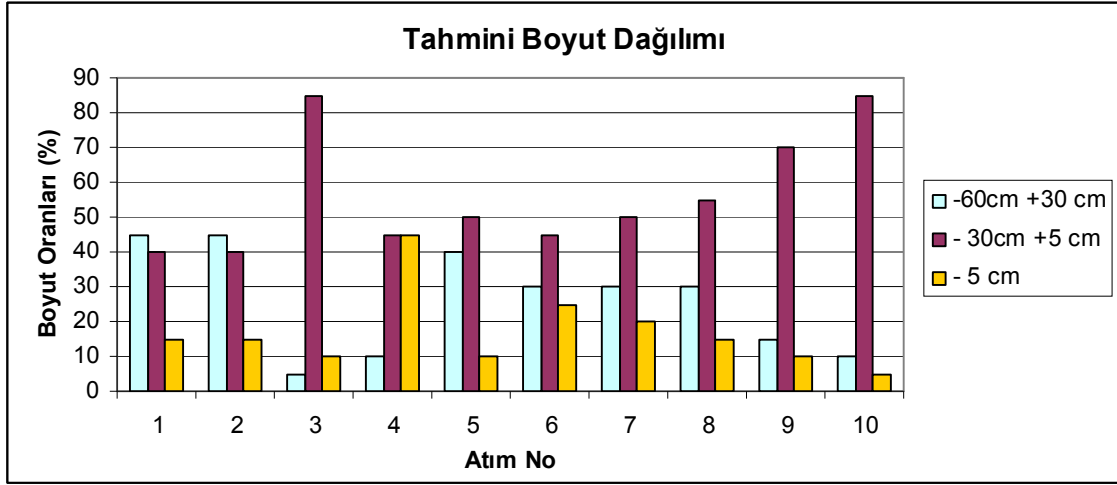
Atım No	Delik Sayısı (Adet)	Toplam Şarj Miktarı (kg)	Patlatma Sonrası Yapılan İlerleme (m)	Özgül Şarj (kg/m ³)	Delme Verimliliği (%)	Patlayıcı Maliyeti (\$)	Birim Patlayıcı Madde Maliyeti (\$/m ³)	Birim Delme Maliyeti (\$/m ³)
1	9	2,64	0,85	0,384	77	33,75	4,91	0,72
2	8	2,79	0,85	0,406	77	31,68	4,61	0,64
3	11	2,95	0,95	0,429	86	40,03	5,83	0,88
4	9	2,33	0,90	0,339	81	32,74	4,77	0,72
5	9	2,64	0,95	0,384	86	33,75	4,91	0,72
6	8	2,33	0,90	0,339	81	30,18	4,39	0,64
7	9	3,88	1,20	0,467	81	37,93	4,10	0,72
8	8	2,02	0,90	0,293	82	29,18	4,25	0,64
9	11	2,79	0,95	0,406	86	39,51	5,75	0,88
10	8	2,17	1,00	0,316	91	29,66	4,32	0,64

Boyut dağılımı sınıflaması metre ile ölçülerek yapılmıştır. Ayrıca doldurulan vagonların boşaltıldığı ferelerin ağız kısmında 30*30 cm boyutunda ızgaralar konulmuştur. Bu ızgaralar olabilecek tıkanmaların önüne geçilmesi için yapılmıştır.

Çizelge.4.86 Cevher aynalarında yapılan mevcut atımların tahmini parça boyut dağılımı

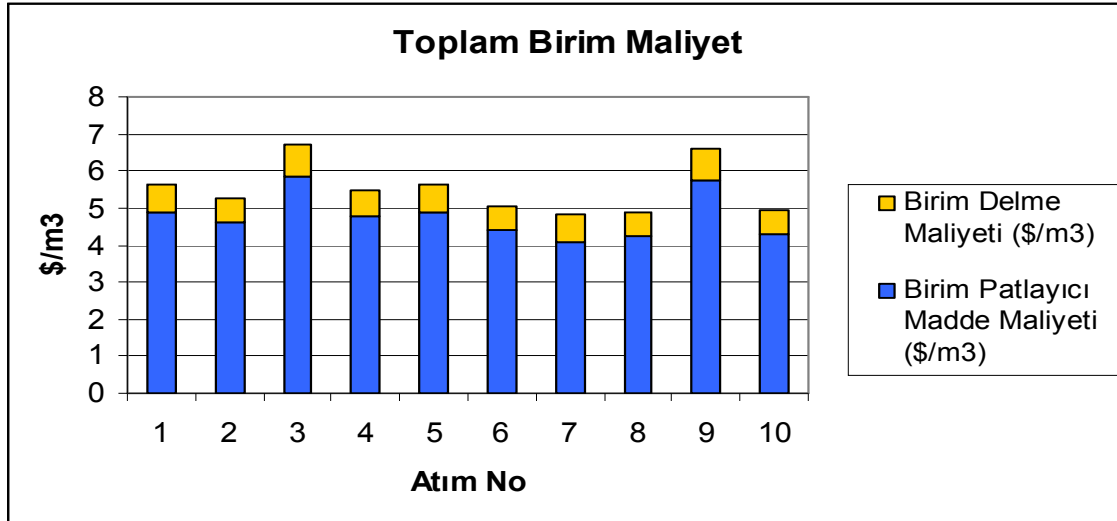
Atım No	60 cm + 30 cm (%)	-30 cm + 5 cm (%)	-5 cm (%)
1	45	40	15
2	15	40	45
3	5	85	10
4	45	45	10
5	10	50	40
6	25	45	30
7	20	50	30
8	15	55	30
9	10	70	20
10	5	85	10

Yukarıdaki parça boyut dağılımları doğrultusunda Şekil 4.67’de grafiksel bir gösterim sunulmuştur.



Şekil 4.67 Deneme atımları sonrasında elde edilen tahmini parça boyut dağılımları

Çizelge 4.85’te verilen birim maliyet verileri doğrultusunda toplam birim maliyetin grafiksel gösterimi aşağıda verildiği gibidir (Şekil 4.68).



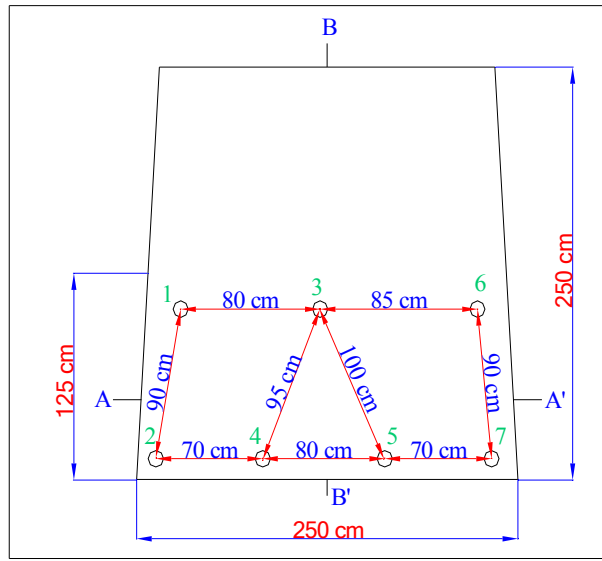
Şekil 4.68 Cevher aynaları deneme atımlarına ait toplam birim maliyet

4.4.2.1. Cevher Aynaları İçin Mevcut Atım ile Belirlenen Atım Paterninin

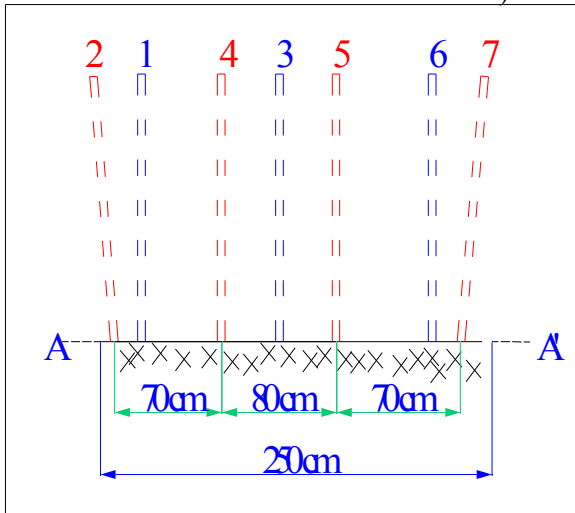
Karşılaştırılması

İşletmede cevher aynalarında uygulanmakta olan örnek bir atımın delik paterni Şekil 4.69’da verilmiştir. En uzun delik boyu 100 cm ve atım sonrası yapılan ilerleme 50-85 cm arasında gerçekleştirilebilmekteydi. Patlatma da adı kapsül kullanılmaktaydı. Bu iş güvenliği açısından tehlikeli bir durum yaratmaktaydı. Örnek atımda deliklerin patlatılma sırasına dikkat edilmemekteydi. Önce 3 daha sonra sırasıyla 1, 6, 2, 4, 5 ve 7 no’lu delikler patlatılmaktaydı. Deliklerin patlatılmasında kullanılan kapsüllerin

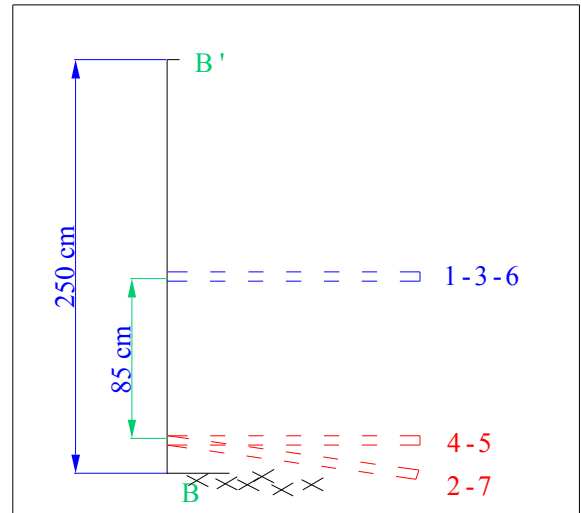
gecikmelerine özen gösterilmemekteydi. Bu da verimli bir patlatma olmamasıyla beraber iyi bir yığın elde edilememekteydi. Ayrıca istenilen kesit elde edilemiyordu. Parçalanma boyutunun büyüklüğü nedeniyle yüklemeyi kolaylaştırmak için kırma işlemi uygulanmaktaydı. Bu da iş gücünün düşmesine bununla beraber ilerleme miktarının düşmesine neden olmaktaydı. Sıkılama, dinamit boyutlarında hazırlanan gazete kağıtlarına cevher tozu doldurulması ile elde edilen bir durum ile yapılmaktaydı. Bu patlatmanın verimli olmamasına neden olmakla beraber toz oranında fazlalık gözlenmekteydi. Belirsiz bir sistemle delme yapılmakta, bu da parçalanma boyutunu etkilemekteydi. Tahmini ortalama parçalanma boyutu 60 cm + 30 cm:% 40, -30 cm + 5 cm: % 25, -5 cm: % 35 oranlarında olmaktaydı.



a) Önden görünüm



b) A-A' Kesiti



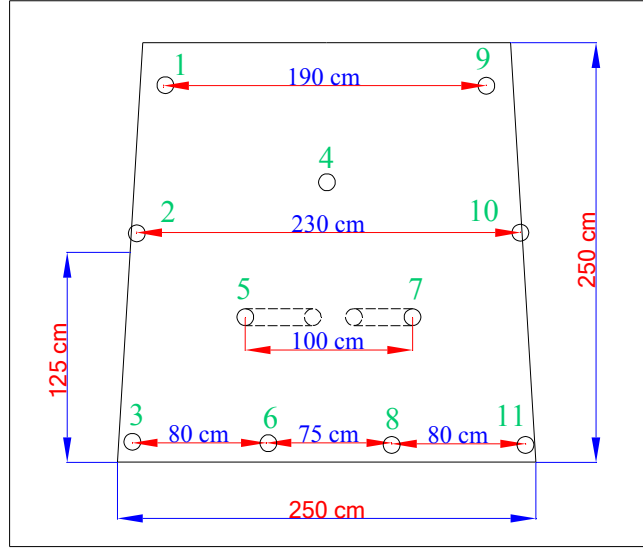
c) B-B' Kesiti

Şekil 4.69 Cevher aynalarında uygulanan mevcut atım şekline ait bir görünüm

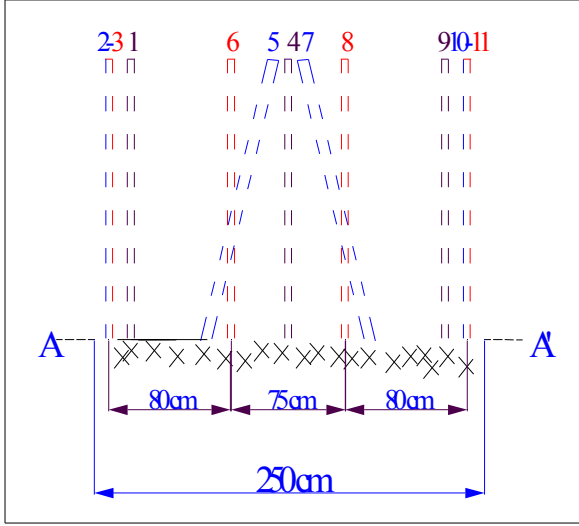
Deneme atımlarına, dar ve küçük kesitli aynalarda yaygın olarak kullanılan orta çekme yöntemi ile delme işlemlerinin yapılmasına karar verilmiştir. Bütün deneme atımlarında delikler 120 cm delinerek standart bir delik boyu getirilmiştir. Deneme atımlarında deliklerin düzgün ve istenilen mesafelerde delinmesine özen gösterilmiştir. Parçalanma boyutunun istenilen şekilde olması için kaya kütle özellikleri dikkate alınarak şarj yapılmıştır. Bu çalışma direkt olarak parçalanma boyutunu iyi yönde etkilemiştir. İş güvenliğinin ön planda tutulduğu deneme atımlarında ateşleme elektrikli kapsül ile yapılmıştır. Sıkılama özel olarak hazırlanan çamurlar ile yapılmış patlatmaların daha verimli olması sağlanmıştır. Bu şekilde yapılan sıkılama ve ateşleme ile toz oranında düşme olduğu gözlenmiştir. Kapsül gecikmelerinin kullanımına özen gösterilerek iyi bir yığın elde edilmiştir. Yapılan deneme atımlarında göçük oluşumunu engelleyecek delik delme şekilleri geliştirilmiş ayrıca patar atımına mümkün mertebede ihtiyaç duyulmamıştır.

Deneme atımları sonunda cevher aynalarında süreksizliğin az ve yoğun olarak bulunduğu aynalara göre bir atım şekli belirlenmiştir. En iyi değerlerin elde edildiği bu atım şekilleri (3 ve 10 no'lu atım) Şekil 4.70 ve Şekil 4.71'de görülmektedir.

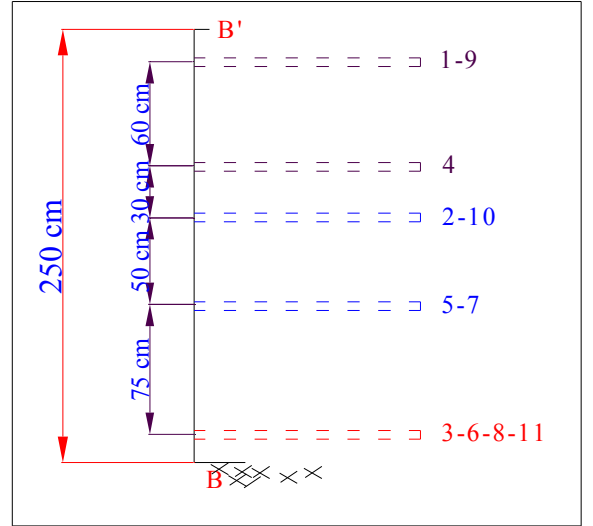
Süreksizliklerin olmadığı ve/veya az miktarda olduğu aynalarda Şekil 4.70'deki paternin kullanılması hem elde edilecek kesitin hem de parçalanma boyutunun eldesi yönünden büyük fayda sağlanacaktır.



a) Ön görünüm



b) A-A' Kesiti

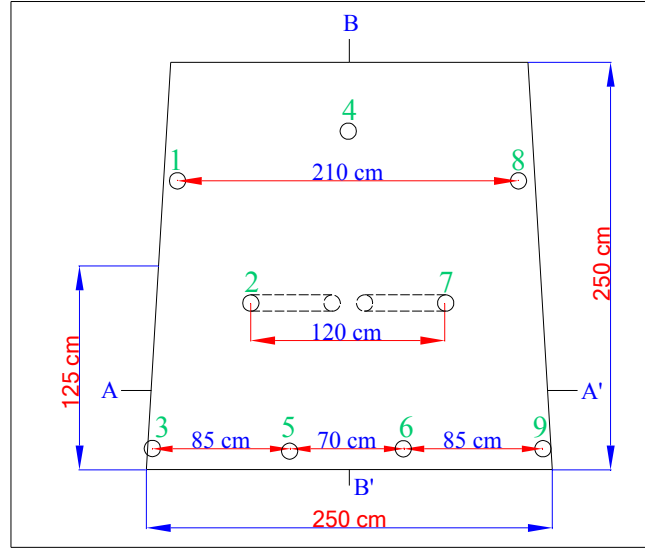


c) B-B' Kesiti

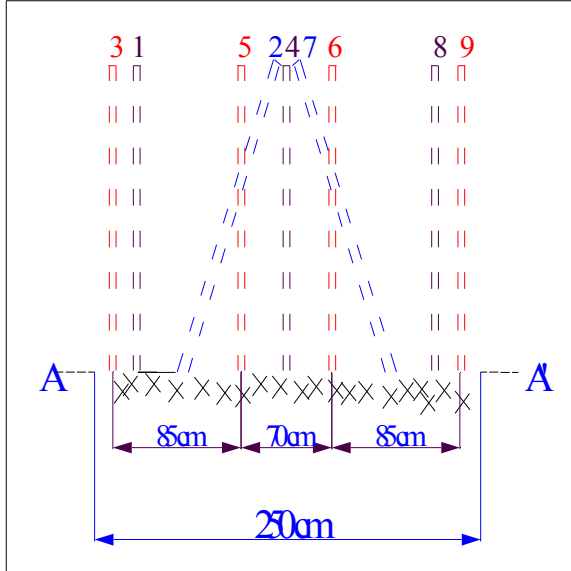
Şekil 4.70 Cevher aynaları için belirlenen uygun atım şekli (süreksizlik az)

Süreksizliğin az olduğu aynalarda Şekil 4.70'de görüldüğü gibi 11 delik delinmiştir. Aynadaki şarj dağılımı; 1, 9 no'lu deliklere 1 adet, 2, 4, 10 no'lu deliklere 1.5 adet ve 3, 5, 6, 7, 8, 11 no'lu deliklere de 2'şer adet emülsiyon patlayıcı şarj edilmiştir. Atım sonunda 0.95 m ilerleme sağlanmış, özgül şarj 0.429 kg/m³ bulunmuş, birim patlayıcı madde maliyeti 5.83 \$/m³ olarak hesaplanmıştır. Yapılan ölçüm ve gözlemlerde tahmini olarak en iyi parçalanma boyutu -60 cm +30 cm:% 5 cm, -30 cm + 5 cm : % 85, -5 cm: % 10 olarak elde edilmiştir.

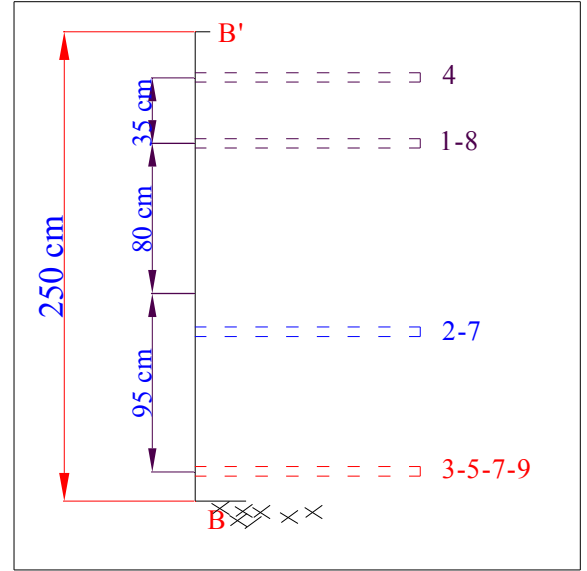
Şekil 4.70'e ait kapsül gecikmeleri sırasıyla 5 ve 7 no'lu deliklere 0 numaralı gecikmeli kapsül, 2, 4 ve 10 no'lu deliklere 1 numaralı gecikmeli kapsül, 1 ve 9 no'lu deliklere 3 numaralı gecikmeli kapsül, 3, 6, 8 ve 11 no'lu deliklere de 5 numaralı gecikmeli kapsül kullanılmıştır.



a) Ön görünüm



b) A-A' Kesiti



c) B-B' Kesiti

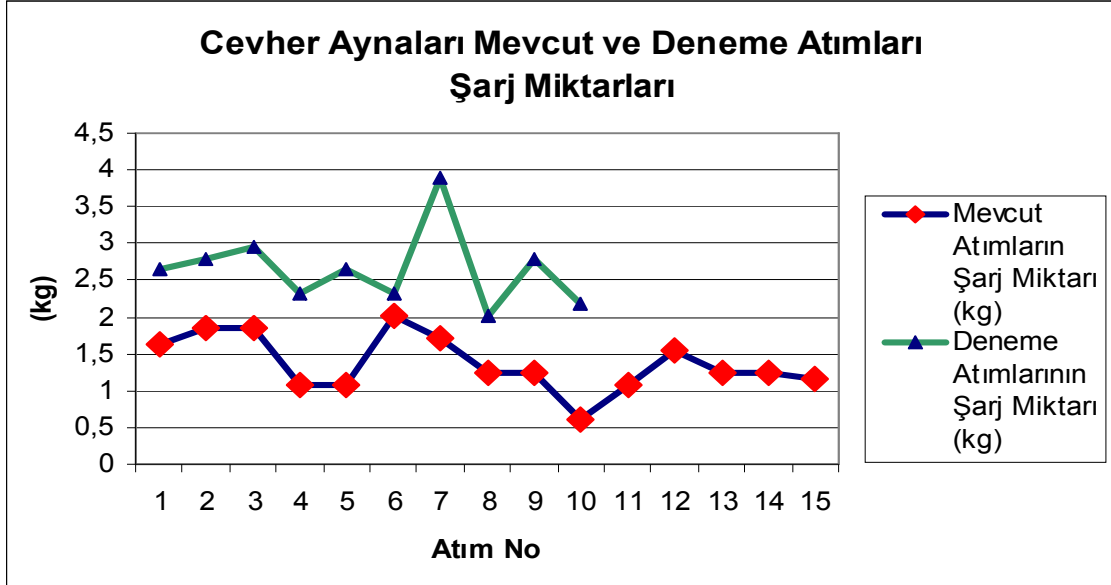
Şekil 4.71 Cevher aynaları için belirlenen atım şekli (süreksizlik çok)

Süreksizliğin yoğun olarak bulunduğu aynalarda Şekil 4.71'de görüldüğü gibi 9 adet delik delinmiştir. Aynadaki şarj dağılımı; 1, 4, 8 no'lu deliklere 1 adet, 2, 7 no'lu deliklere 1.5 adet ve 3, 5, 6, 9 no'lu deliklere de 2'şer adet emülsiyon patlayıcı şarj edilmiştir. Şekil 4.71'deki süreksizliğin yoğun olduğu aynanın patlatma sonucunda ise ilerleme 1 m yapılmış, 2.17 kg dinamit şarj edilmiş, özgül şarj 0.316 kg/m^3 bulunmuş, birim patlayıcı madde maliyeti de $4.32 \text{ \$/m}^3$ olduğu hesaplanmıştır. Yapılan ölçüm ve gözlemlerde tahmini olarak en iyi parçalanma boyutu $-60 \text{ cm} + 30 \text{ cm} : \% 5 \text{ cm}$, $-30 \text{ cm} + 5 \text{ cm} : \% 85$, $-5 \text{ cm} : \% 10$ olarak elde edilmiştir.

Şekil 4.71'e ait kapsül gecikmeleri sırasıyla 2 ve 7 no'lu deliklere 0 numaralı gecikmeli kapsül, 1 ve 8 no'lu deliklere 1 numaralı gecikmeli kapsül, 4 no'lu deliğe 3

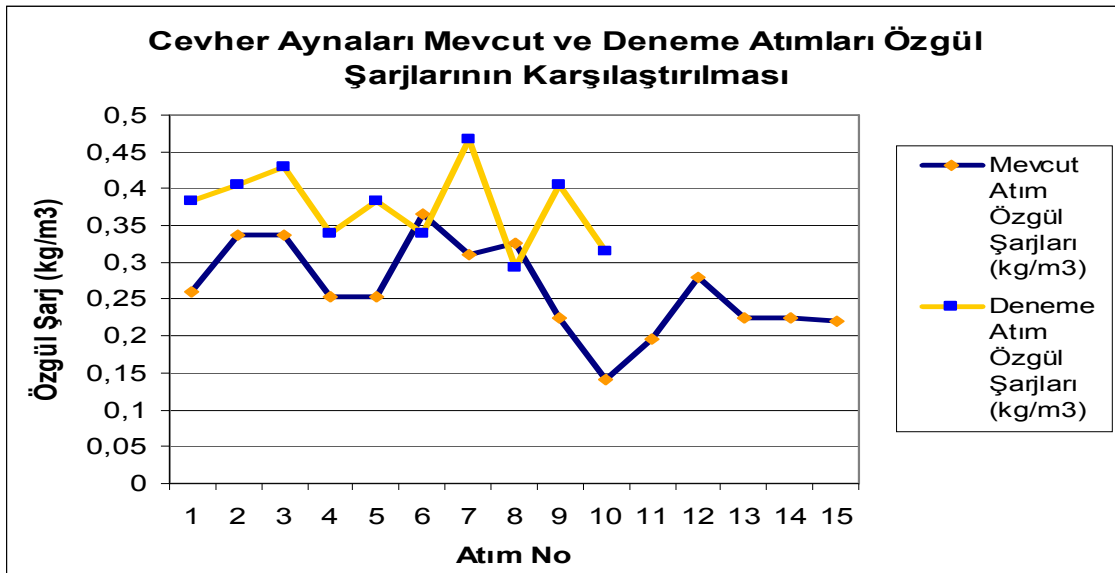
numaralı gecikmeli kapsül, 3, 5, 6 ve 9 no'lu deliklere de 5 numaralı gecikmeli kapsül kullanılmıştır.

Aşağıda cevher aynalarında mevcut ve deneme atımlarında kullanılan patlayıcı madde miktarının karşılaştırılması grafiksel gösterim olarak sunulmuştur (Şekil 4.72).



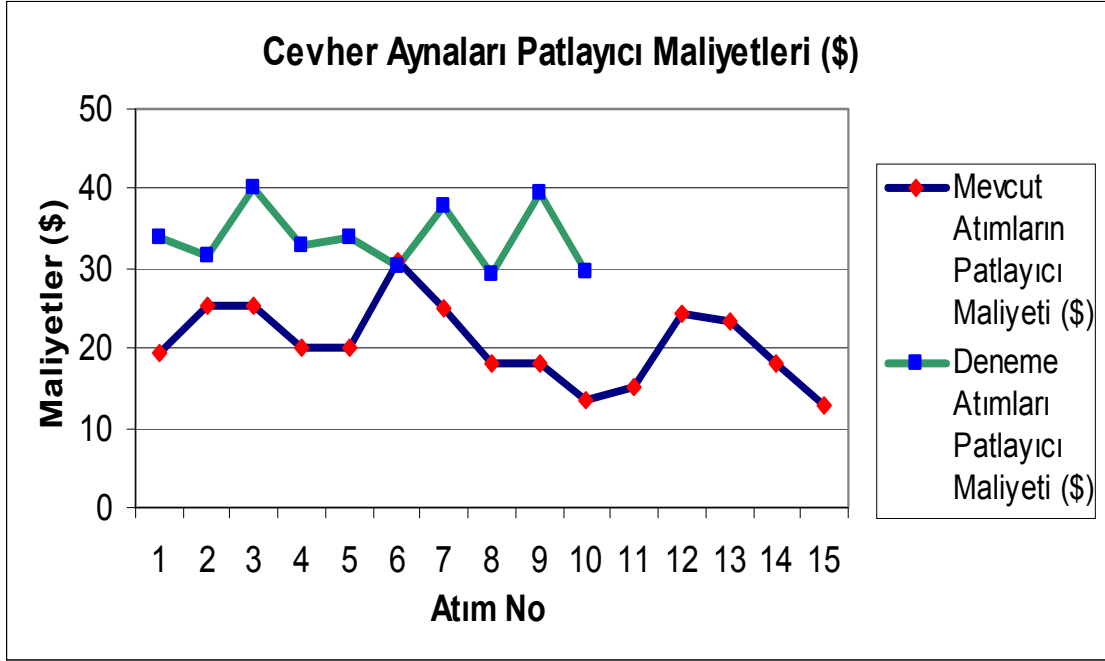
Şekil 4.72 Cevher aynaları mevcut ve deneme atımlarda kullanılan patlayıcı madde miktarlarının karşılaştırılması

Aşağıda cevher aynalarında mevcut ve deneme atımlarına ait özgül şarjların karşılaştırılması verilmiştir (Şekil 4.73).



Şekil 4.73 Cevher aynalarında mevcut ve deneme atımlarındaki özgül şarjların karşılaştırılması

Cevher aynalarındaki mevcut ve deneme atımlarına ait patlatma maliyetlerinin karşılaştırılması verilmiştir (Şekil 4.74).



Şekil 4.74 Cevher aynalarında mevcut ve deneme atımlarına ait maliyetlerin karşılaştırılması

Maliyetlerin karşılaştırılmasında delik miktarı ve sonradan atılan patarları gözardı etmemek gerekmektedir. Bu şekilde delinen delik miktarı ve patar işlemlerinde kullanılan patlayıcı madde miktarı göz önünde bulundurulduğunda, mevcut atımlardaki maliyetlerin deneme atımlarındaki maliyetlerden daha yüksek olduğu gözlemlenebilecektir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında, Kayseri Pınarbaşı – Toruntepe Mevkii Mehmet Kemal Dedeman Yeraltı Krom İşletmesi'nde (Kuzey Ocak) gerçekleştirilen arazi, laboratuvar ve patlatma çalışmaları ışığında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir.

- i. Literatür araştırması kapsamında delme işlemleri ve delme makinaları, patlayıcı maddeler ve patlatma elemanları, patlatma tasarım parametreleri ve galeri patlatmaları ile ilgili literatür araştırması yapıp sunulmuştur.
- ii. İşletmenin yeri, sahanın jeolojik yapısı, yeraltında yapılan hazırlık ve üretim çalışmaları hakkında bilgiler verilmiştir.
- iii. İşletmede, tabantaşı ve cevher aynalarında uygulanan mevcut delme-patlatma faaliyetleri incelenmiştir. Yapılan gözlemler doğrultusunda aksaklıklar tespit edilmiş, tabantaşı aynaları için Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'de, cevher aynaları için de Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'te verilmiştir.
- iv. Kaya özellikleri atım sonucunu önemli ölçüde etkiler. Bu doğrultuda kaya özellikleri ve kaya sınıflamasının yapılması amacıyla Schmidt Çekici Deneyleri ve Nokta Yükleme Deneyleri laboratuvar ortamında yapılmış ve elde edilen veriler ışığında hesaplamalar yapılarak çizelgelerde sunulmuştur.
- v. Laboratuvar ortamında yapılan deneyler neticesinde aynadaki sertlik durumu, nem durumu, yoğunluk ve süreksizlik durumuna göre delik ve şarj miktarı belirlenerek çizelgelerde sunulmuştur.
- vi. Çalışmanın yapıldığı işletmede, ayna patlatmalarında orta çekme metodunun uygulanmasıyla net bir açıklık elde edilebildiğinden, bu yaklaşım kullanılmıştır.
- vii. Kaya özelliklerinin belirlenmesi doğrultusunda ön tasarımlar aynanın durumuna göre yapılmış ve arazi ortamında denemeler yapılmıştır. Bu şekilde yapılan atımlar, işletmedeki üretim faaliyetlerinin iyileştirilmesine yönelik olmakla beraber optimum delme-patlatma tasarımının ortaya konulması şeklindedir.
- viii. Dar ve küçük kesitli yeraltı aynalarında genellikle delme işlemlerinde, delici ekipman olarak sehpalı martoperferatör kullanılması ile olumlu sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir.
- ix. Aynada delme işlemi yapılmadan önce, kavlak alınarak delme işlemine başlanması ile delme esnasında yaralanmalara ve/veya ekipmanların zarar görmesi gibi olumsuzluklar engellenmiştir.

- x. Deneme atımları yapılırken delme iş etüdü yapılmış, şarj miktarının deliklere dağılımı ve kullanılacak kapsül gecikmeleri belirlenerek çizelgelerde sunulmuştur.
- xi. Deliklere şarj edilen patlayıcıların sağlıklı bir şekilde iş görmesi için, iyi bir sıkılama yapılması gerekmektedir.
- xii. Ateşleme sistemi olarak adi kapsül yerine elektrikli kapsülün kullanılması emniyet ve duman oluşumunun azaltılması açısından büyük fayda sağlamıştır.
- xiii. Aynalarda milisaniyelik elektriksiz gecikmeli kapsüllerin kullanılmasıyla istenilen kesit geometrisinin yanında düzgün bir yığın oluşumu da elde edilmiştir. Ayrıca gecikmeli kapsüllerin kullanılması neticesinde, her sıraya yeteri kadar zaman verilmiş ve her sıranın elde edilen boşluklara patlaması sağlanmıştır.
- xiv. Delme-patlatma faaliyetlerinin yapılması ile beraber elde edilen veriler doğrultusunda patlayıcı madde maliyeti, özgül şarj, ortalama delme hızı, delme verimliliği, birim patlayıcı madde maliyeti ve birim delme maliyetinin belirlenmesine yönelik hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalarda çizelgelerde verilmiştir.
- xv. Gerek yerüstü gerekse yeraltı delme-patlatma faaliyetlerinde en çok problem yaratan tasarım parametrelerinden özgül şarj ve delik uzunluğu belirlenmesi için çalışmalar yapılmıştır.
- xvi. Arazide incelenen mevcut atımlar ile tasarımı yapıp uygulanan deneme atımları karşılaştırılmak suretiyle grafiksel olarak sunulmuştur.
- xvii. İşletmede tabantaşı ve cevher aynalarında uygulanması için en uygun paternler verilmiştir. Bu paternler ortaya konulurken aynada bulunan süreksizlikler göz önünde bulundurulmuştur. Aynadaki süreksizliklerin yoğunluğu arttıkça delik sayısı azaltılmış olup, buna bağlı olarak da emülsiyon patlayıcının kullanım miktarında azalma olmuştur. Süreksizliklerin aynada bulunma yoğunluğu az miktarda olduğunda ise delik sayısı artırılmış ve buna bağlı olarak da şarj miktarı da artırılmıştır. Neticede olası göçüklerin önüne geçilmiştir.

xviii. Cevher ve tabantaşın da gerçekleştirilen atımlar ve yapılan değerlendirmeler sonucu belirlenmiş olan uygun atım ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

Kaya Birimi		Sağlamlık Derecesi	Delik Miktarı (Adet)	İlerleme Miktarı (m ²)	Atım Boyu (m)	Özgül Şarj (kg/m ³)	Patlayıcı Maliyeti (\$)	Birim Delme Maliyeti (\$/m ³)	Birim Patlatma Maliyeti (\$/m ³)
CEVHER (KROMİT)	Süreksizlik Az	Az sert	11	0.95	1.1	0.417	39.76	0.88	5.78
	Süreksizlik Çok	Az sert	8	1	1.1	0.316	29.66	0.64	4.32
TABANTAŞI (HARZBURJİT)	Süreksizlik Az	Az sert	11	0.95	1.1	0.440	40.11	0.88	5.84
	Süreksizlik Çok	Az sert	9	1	1.1	0.384	33.75	0.72	4.91

xix. Bütün bu çalışmalar yapılırken işçi sağlığı ve iş güvenliği ön planda tutularak yapılmıştır.

Arazi ve değerlendirme sonuçlarına bakılarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

- i. Aynada delme işlemi yapılmadan önce kavlak alınması, çalışanların emniyeti ve ekipmanların zarar görmesi şeklinde olması ihtimal kazaların önüne geçilmiş olunacaktır.
- ii. Delme ve patlatma faaliyetlerine geçilmeden önce kayaların özelliklerinin belirlenmesi olabilecek olumsuz sonuçların önüne geçilmesini sağlayacaktır.
- iii. İş güvenliği ön planda tutularak manyetonun kullanılmasına önem verilmelidir.
- iv. Ocağın jeolojik yapısı göz önünde bulundurularak tabantaşında delik boyu 120 cm ve cevher aynalarında yine 120 cm delinmesi göçükleri önleme açısından faydalı olacaktır.
- v. Sıkılama malzemesi olarak su kartuşlarının kullanılması toz oranını düşürücü yönde faydalı olacağı görülmelidir.
- vi. Ayna delme işlemlerinde süreksizliklerin aynada bulunma yoğunluğuna bakılarak delik sayısının belirlenmesi, göçükleri engelleme açısından faydalı olacağı görülmelidir.
- vii. Dar ve küçük kesitli aynalarda, patlatma yöntemlerinden orta çekme metodu uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Arı, H. (1996). Delme Patlatma Tekniği ile Galeri Sürmede Atım Boyunun Seçimi ve Önemi, 2.Delme ve Patlatma Sempozyumu, Ankara,113–117.
- Arıoğlu, E. (1990). Açık İşletmelerde Patlatma Tasarımında Dilim Kalınlığının Belirlenmesine İşletme ve Jeomekanik Büyükleri Gözeten Yarı Analitik Bir Yaklaşım, 2.Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, Bildiriler, Ankara, 55–81.
- Bilgin, H.A. ve Paşamehmetoğlu, A.G. (1993). Optimum Burden Determination and Fragmentation Evaluation by Blasting, 4. International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, 5-8 July, Vienna,Austria.
- Bilgin, H.A. (1996). Patlatma Bilim ve Teknolojisinde Son Gelişmeler, 2.Delme ve Patlatma Sempozyumu, MMO Yayını, Ankara, 23–27.
- Bingöl, M. (2001). İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Metrosu Taksim-Yenikapı Hattı Süleymaniye Yaklaşım Tünelinde Uygulanan Patlatmalı Kazı Çalışmaları ve Çevresel Etkilerin Araştırılması, Bitirme Ödevi, İstanbul Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 123s.
- Coşkun, O. (2001). Patlayıcı Maddelerle Kazı Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi ve Patas Uzman Sisteminin Denenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Maden fakültesi, İstanbul.
- Çoğullu, E. (1996). Kayseri Pınarbaşı Bölgesi Krom Ruhsat Sahalarının Jeolojisi, Cevherleşme Modeli, Ekonomik Potansiyeli ve Rezerv Aramaları Hakkında Rapor, İstanbul, 55s.
- Dağçimen, A. (2006). Patlatma Tasarımı İçin Geliştirilen Bir Bilgisayar Programı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Adana, 178s.
- Dayı, Ö. (1997). Kayseri Pınarbaşı-Pulpınar Yeraltı Krom İşletmesinde Patlatma İşlemlerinin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas, 105s.
- Demirci, A. Ceylanoğlu, A. Kahrıman, A. (1994). Kayseri-Pulpınar Krom Yeraltı Maden İşletmesinde (4 No'lu Kuyu) Optimum Üretim Yönteminin Belirlenmesi ve Projelendirilmesi Çalışmaları, CÜ Maden Mühendisliği Bölümü, Nihai Rapor, Sivas, 122s.

- Demirci, A. Ceylanoğlu, A. Kahriman, A. (1996). Sivas –Ulaş Yöresi Sölestit Açık İşletmesi Kaya Birimleri İçin Optimum Patlatma Koşullarının Belirlenmesi, 2.Delme ve Patlatma Sempozyumu, MMO Yayını, Ankara, 117-127.
- Erkoç, Ö.Y. (1996), Kaya Patlatma Tekniğinde Delik Delme, Yöntem ve Maliyet Karşılaştırılması, 2. Delme ve Patlatma Sempozyumu, MMO Yayını, Ankara, 193–201.
- Erkoç, Ö.Y. (1990), Kaya Patlatma Tekniği, 2. Delme ve Patlatma Sempozyumu, MMO, Yayını, Ankara, 63–131.
- Gustafsson, T. (1973). Swedish Blasting Technique, Gothenburg.
- Kahriman, A. (1999). Açık Maden ve Taş Ocaklarında Kaya Patlatma Teknolojisi Eğitim Semineri, İstanbul, 20–38.
- Kahriman, A. (2003). Maden Yatırım Projeleri Yatırım Hazırlama İlkeleri ve Maliyet Analizi Semineri, İÜ Yardım ve Araştırma Vakfı, İstanbul.
- Konya, C. J. and Walter, E. J. (1990). Surface Blast Design, New Jersey, USA.
- Korkmaz, M. (1996). DSİ Taşoluk Barajı Derivasyon Tünelinin Klasik ve Mekanizasyon Yöntemi ile Açılmasının Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.
- Langefors, U. and Kihlstrom, B. (1978). The Modern Technique Of Rock Blasting (4thed), Stockholm, Sweden.
- Şeran, O. ve Akay, T. (1999). Açık Ocaklarda Delme Patlatma Tasarımı ve Türkiye Kömür İşletmeleri Çan Linyitleri İşletmesinin Delme Patlatma etüdü, Bitirme Projesi, İÜ Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Özer, Ü. ve ANIL, M. (1996). Delme Patlatma Tasarımı İçin Kullanılan Bazı Yaklaşımların Ampirik Olarak İncelenmesi, 2. Delme ve Patlatma Sempozyumu, MMO Yayını, Ankara, 107–112.
- Tamrock.(1984). Handbook of Surface Drilling and Blasting, Filland.
- Tek, A. ve ERDİL, M. (1998). ANFO Kalitesinin Kaya Patlatma Verimliliğine Etkisi, 3. Delme ve Patlatma Sempozyumu, MMO Yayını, Ankara, 13–20.
- Web 1.<http://www.erkom.com.tr/u2.htm>
- Web 2. http://pol.atlascopco.com/SGSite/default_prod.asp?cookie%5Ftest=1
- Web 3. <http://www.miningandconstruction.sandvik.com/>
- Web 4. <http://tr.wikipedia.org/>
- Web 5. <http://www.orica-nitro.com.tr/>
- Web 6. <http://www.nitromak.com>

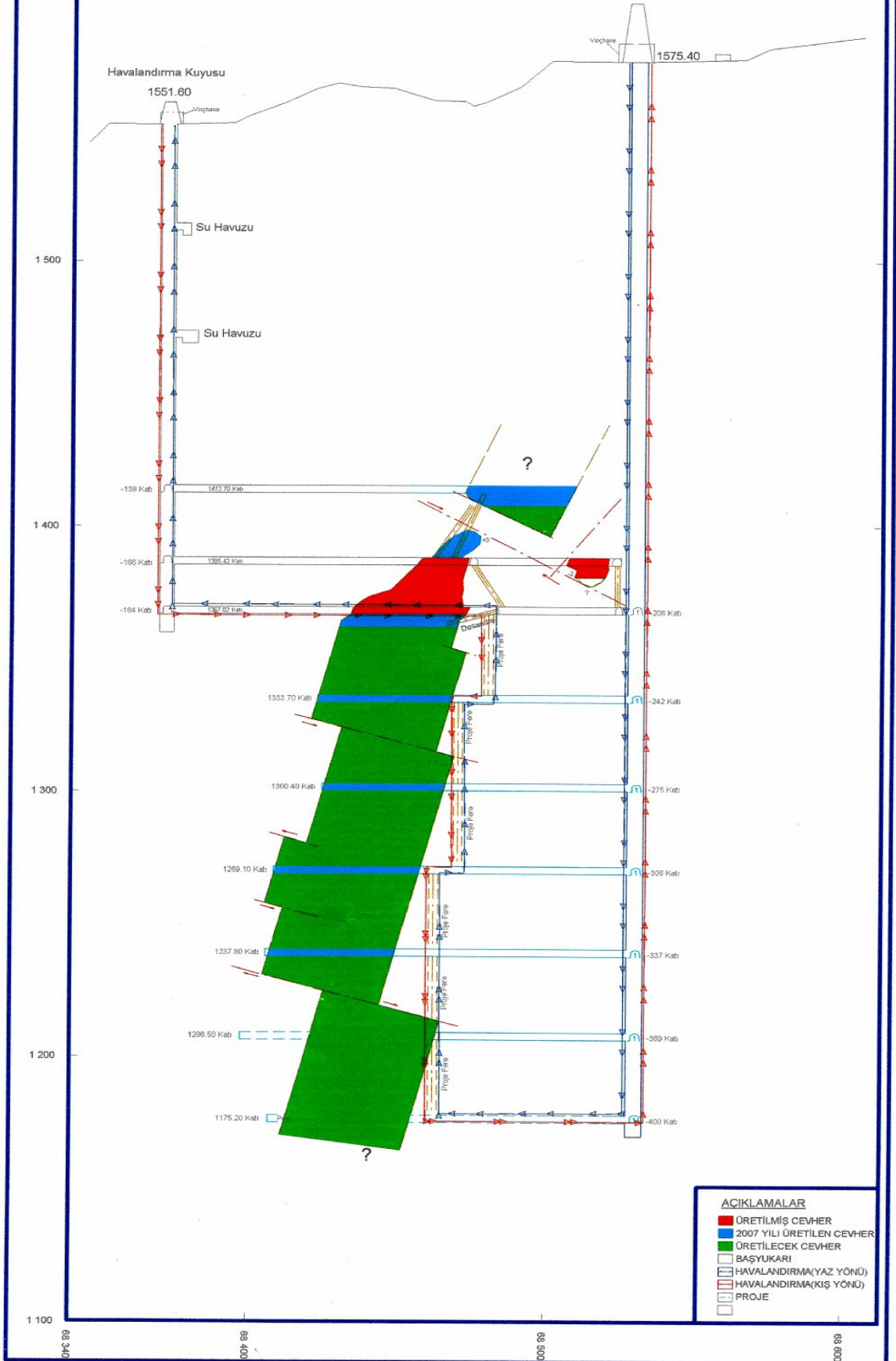
EK-1
Nefeslik ve Beton Kuyu imalat haritası

EK-2
Batı-Doğu projeksiyon kesiti

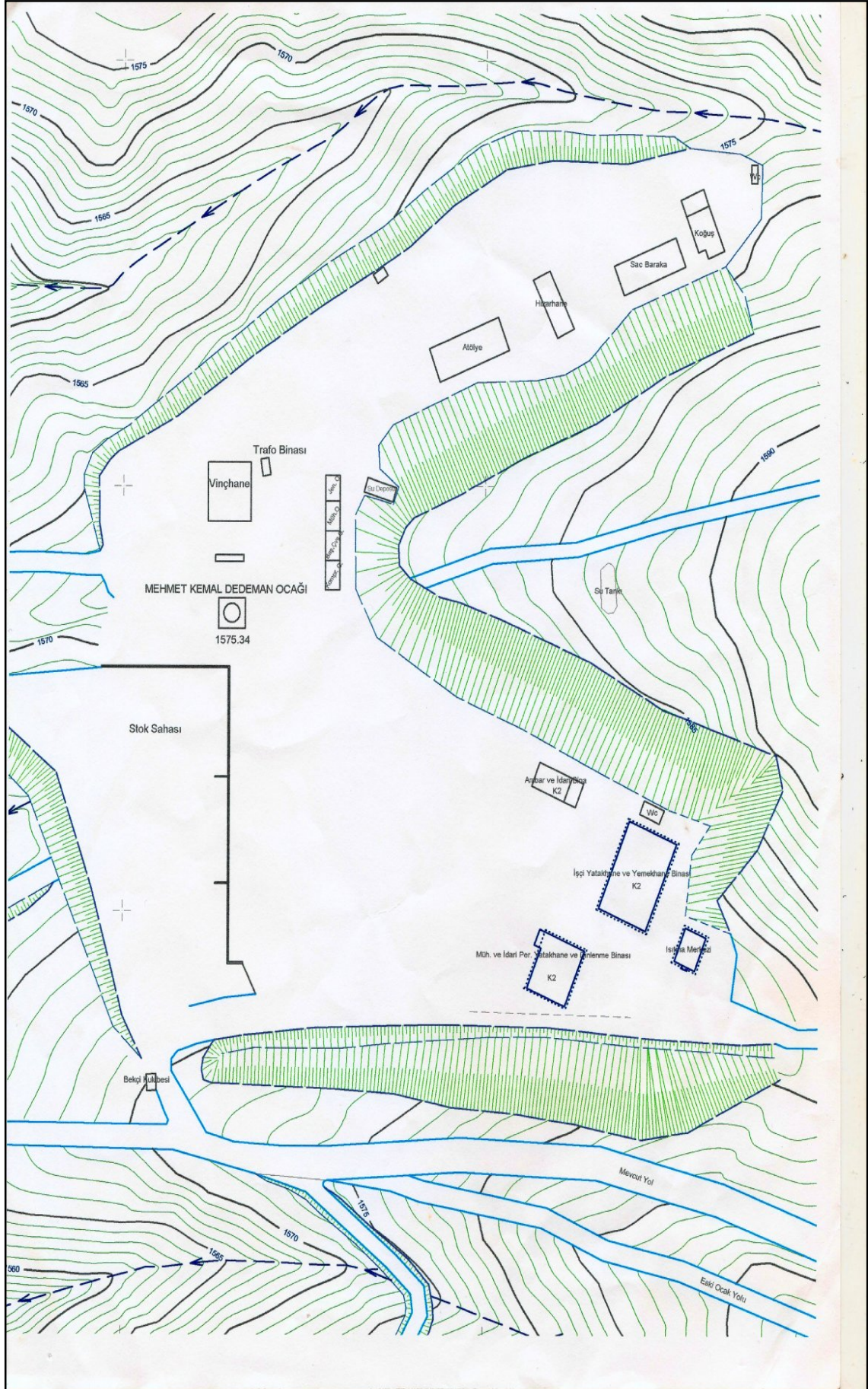
BATI - DOĞU PROJeksiYON KESİTİ

MEHMET KEMAL DEDEMAN OCAĞI

1 / 1000



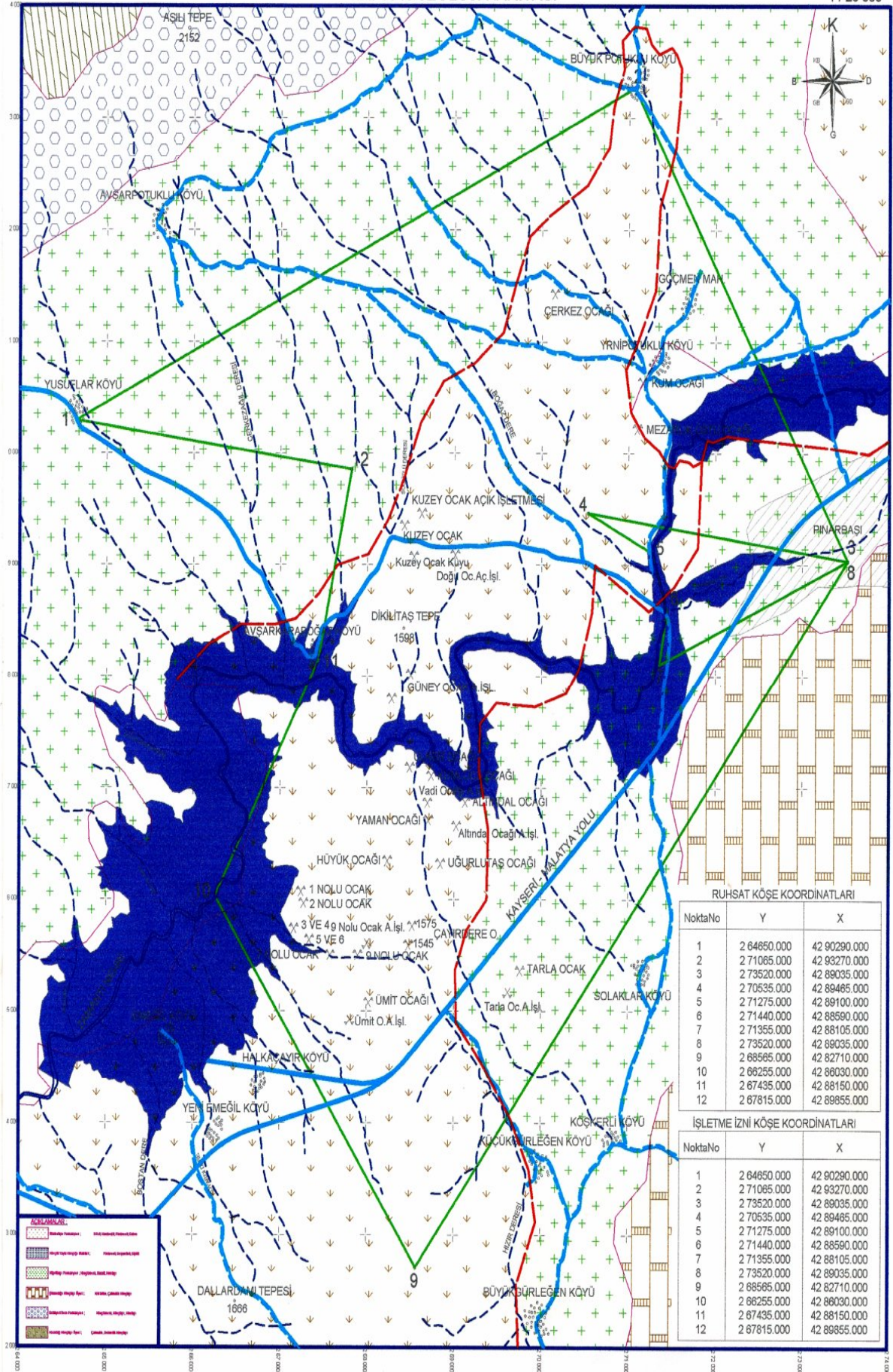
EK-3
İşletmedeki yerleşim planı



EK-4
Jeoloji ve saha ruhsat sınır haritası

İ.R. 1545 JEOLJİ HARİTASI

1 / 25 000



RUHSAT KÖŞE KOORDINATLARI

NoktaNo	Y	X
1	2 64850.000	42 90290.000
2	2 71065.000	42 93270.000
3	2 73520.000	42 89035.000
4	2 70535.000	42 89485.000
5	2 71275.000	42 89100.000
6	2 71440.000	42 88590.000
7	2 71355.000	42 88105.000
8	2 73520.000	42 89035.000
9	2 68565.000	42 82710.000
10	2 66255.000	42 86030.000
11	2 67435.000	42 88150.000
12	2 67815.000	42 89855.000

İŞLETME İZİNİ KÖŞE KOORDINATLARI

NoktaNo	Y	X
1	2 64850.000	42 90290.000
2	2 71065.000	42 93270.000
3	2 73520.000	42 89035.000
4	2 70535.000	42 89485.000
5	2 71275.000	42 89100.000
6	2 71440.000	42 88590.000
7	2 71355.000	42 88105.000
8	2 73520.000	42 89035.000
9	2 68565.000	42 82710.000
10	2 66255.000	42 86030.000
11	2 67435.000	42 88150.000
12	2 67815.000	42 89855.000

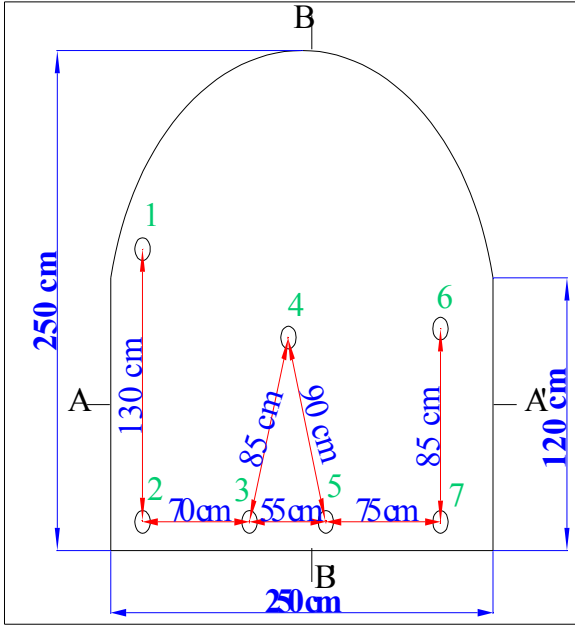
AKIŞIMLAR

[Symbol]	Yüksek Akışım	Alın Akışım
[Symbol]	Orta Akışım	Orta Akışım
[Symbol]	Düşük Akışım	Düşük Akışım
[Symbol]	Yüksek Akışım	Yüksek Akışım
[Symbol]	Orta Akışım	Orta Akışım
[Symbol]	Düşük Akışım	Düşük Akışım

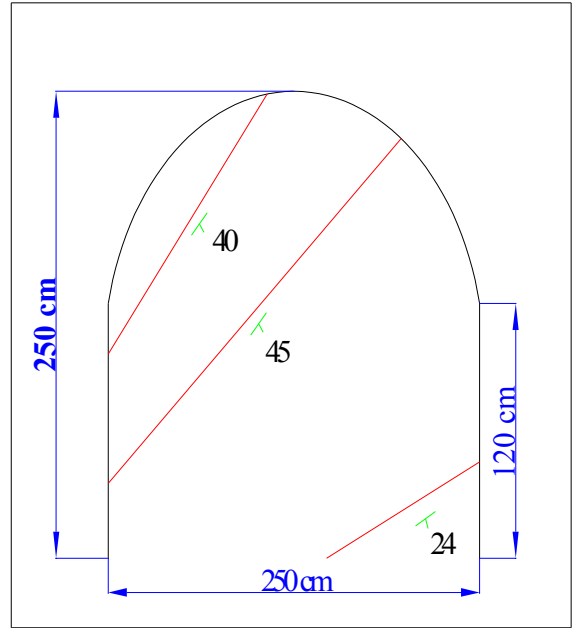
EK-5
(MEVCUT ATIMLAR)
Tabantaşı Aynalarında Yapılan Atımlar

Şekil 1 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.2)
Çizelge 2 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.2)
Çizelge 3 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.2)
Şekil 2 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.3)
Çizelge 5 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.3)
Çizelge 6 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.3)
Şekil 3 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.4)
Çizelge 8 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.4)
Çizelge 9. Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.4)
Şekil 4 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.5)
Çizelge 11 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.5)
Çizelge 12 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.5)
Şekil 5 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.6)
Çizelge 14 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.6)
Çizelge 15 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.6)
Şekil 6 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.7)
Çizelge 17 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.7)
Çizelge 18 Delme-Patlatma Sonuçları (Tabantaşı: Atım No.7)
Şekil 7 306 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.8)
Çizelge 20 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.8)
Çizelge 21 Delme-Patlatma Sonuçları (Tabantaşı: Atım No.8)
Şekil 8 306 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.9)
Çizelge 23 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.9)
Çizelge 24 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.9)
Şekil 9 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.10)
Çizelge 26 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.10)
Çizelge 27 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.10)
Şekil 10 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.11)
Çizelge 29 Delme-patlatma veri Formu (Tabantaşı: Atım no.11)
Çizelge 30 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.11)
Şekil 11 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.12)
Çizelge 32 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.12)
Çizelge 33 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.12)
Şekil 12 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.13)
Çizelge 35 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.13)
Çizelge 36 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.13)
Şekil 13 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.14)
Çizelge 38 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.14)
Çizelge 39 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.14)
Şekil 15 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.15)
Çizelge 41 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.15)
Çizelge 42 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.15)

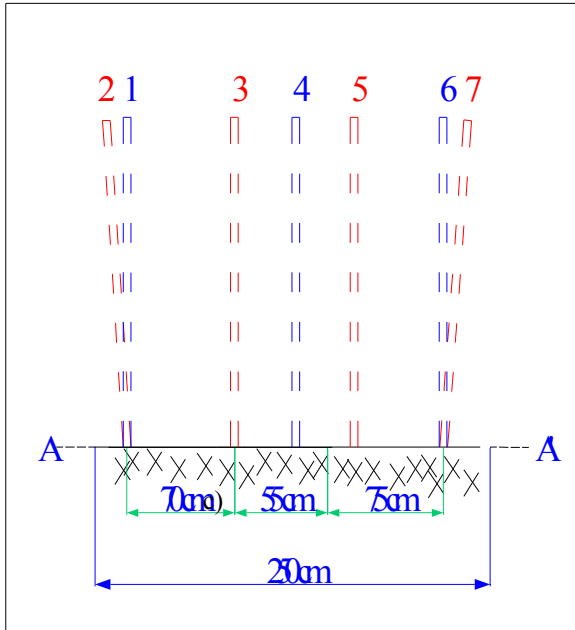
369 Katı Tabantaşı Aynası



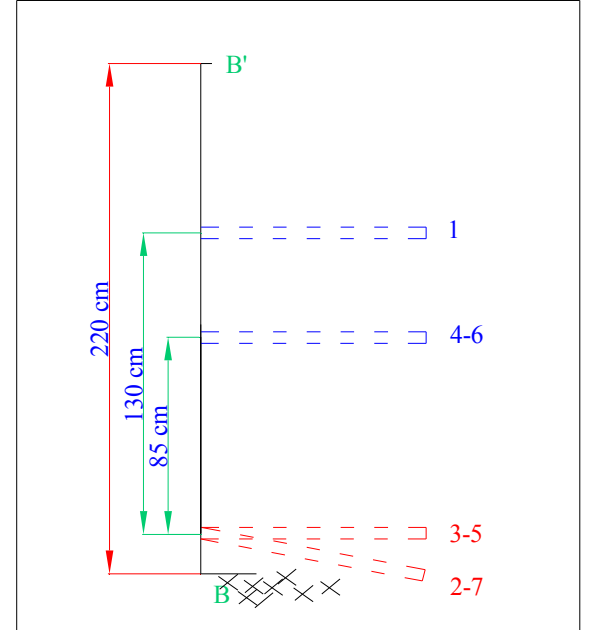
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 1 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.2)

Çizelge 3 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.2)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.75
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.96
Ortalama sıkılama boyu	m	0.53
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan kapsül sayısı	Adet	7
***Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.86
Özgül şarj	kg/m ³	0.338
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%30
+30 cm;+ 5 cm		%50
- 5 cm		%20
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.30
Patlayıcı maliyeti	\$	25.26
**Delme verimliliği		%78
***Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.61
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.78

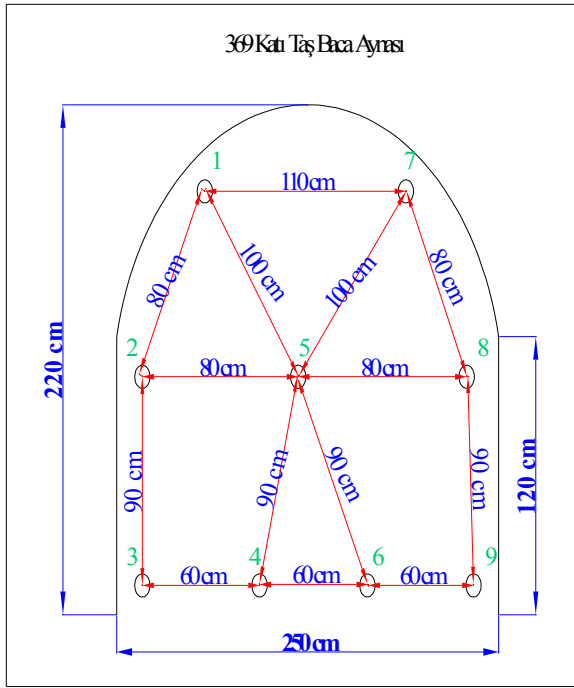
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

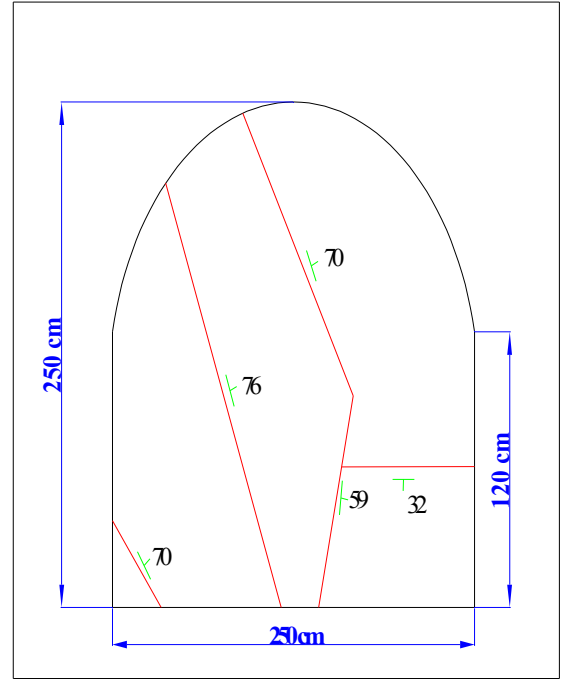
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

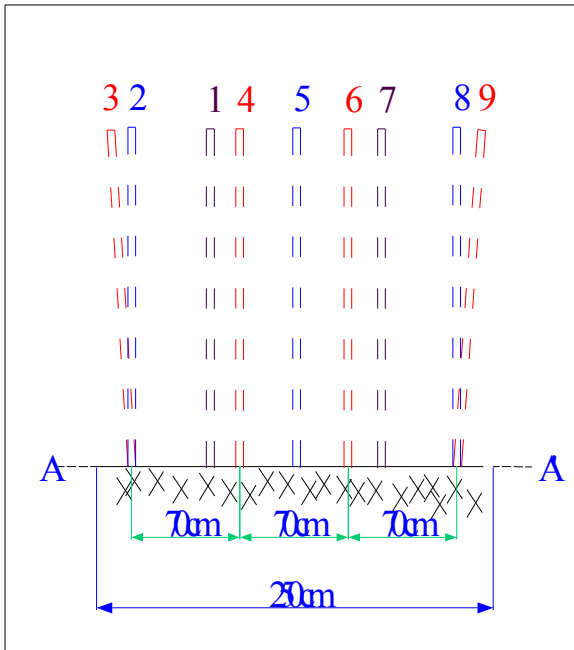
369 Katı Tabantaşı Aynası



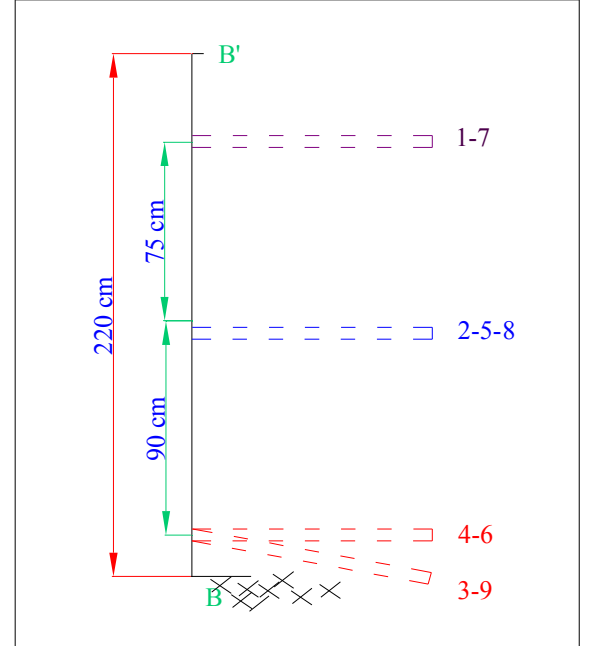
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 2 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.3)

Çizelge 5 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.3)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	220	1	5
2	100	65	200	1.5	3
3	110	55	220	2	10
4	110	60	215	2	10
5	105	55	210	2	0
6	100	50	205	2	10
7	105	75	210	1	5
8	110	65	220	1.5	3
9	110	60	225	2	10

Çizelge 6 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.3)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.80
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.62
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.33
Özgül şarj	kg/m ³	0.424
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%50
+30 cm;+ 5 cm		%15
- 5 cm		%35
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	32.06
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.83
** Delme verimliliği		%70
*** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.87

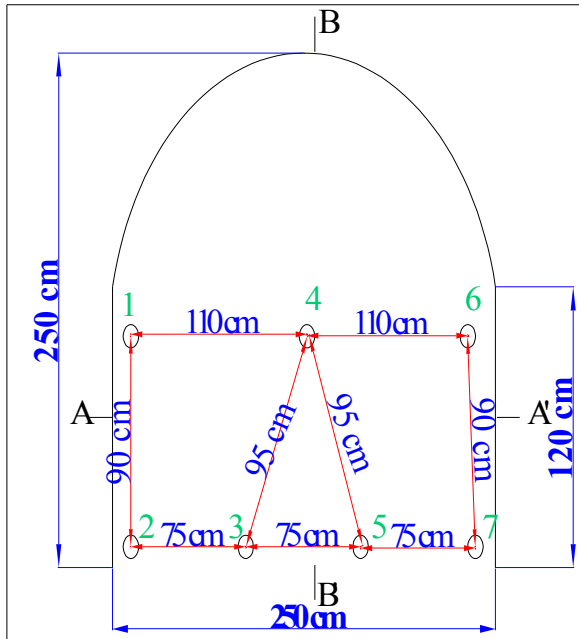
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

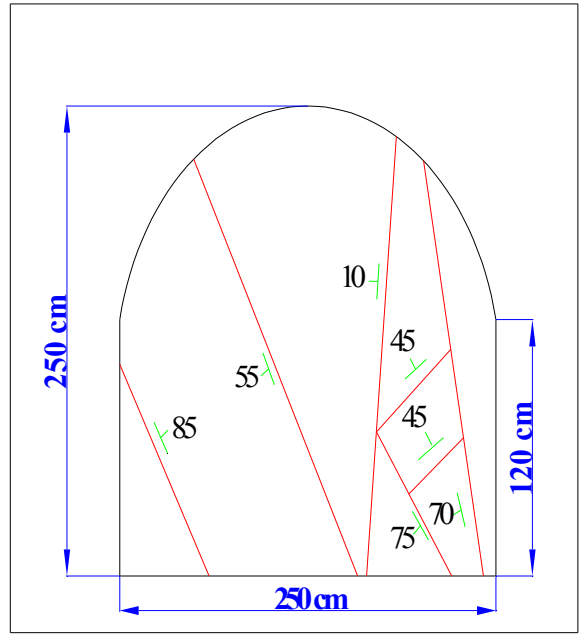
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

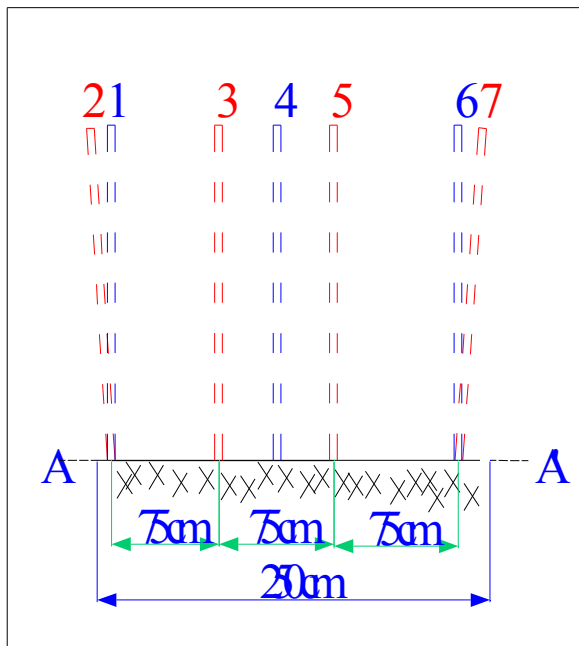
369 Katı Tabantaşı Aynası



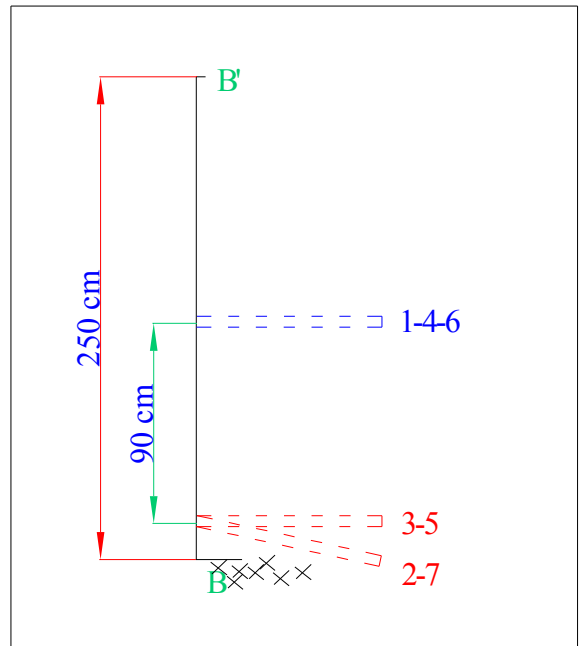
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 3 369 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.4)

Çizelge 8 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.4)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	85	220	1	3
2	105	60	215	2	9
3	100	50	205	2	6
4	110	60	225	2	1
5	100	50	200	2	6
6	110	85	230	1	3
7	105	55	220	2	9

Çizelge 9. Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.4)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	10.57
Ortalama sıkılama boyu	m	0.63
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.86
Özgül şarj	kg/m ³	0.338
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%40
-30 cm;+ 5 cm		%25
- 5 cm		%35
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	25,27
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.60
** Delme verimliliği		%85
*** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.67

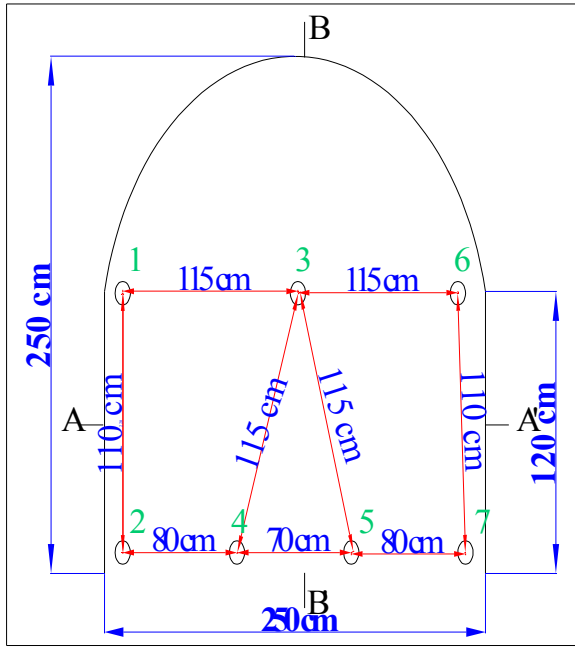
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

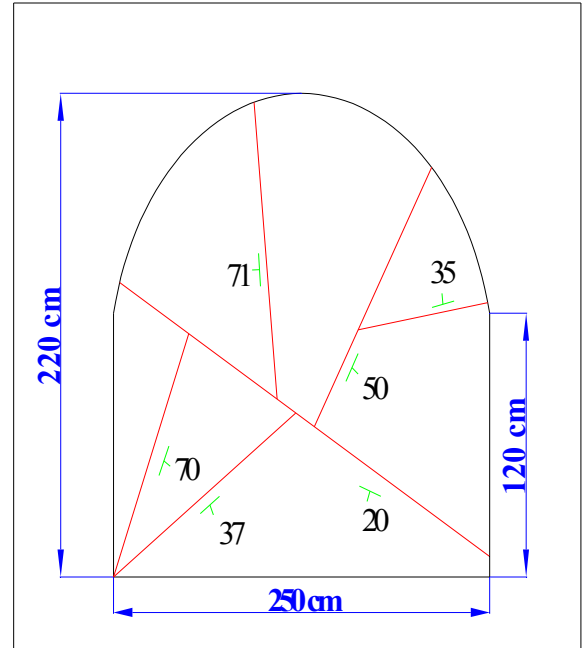
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

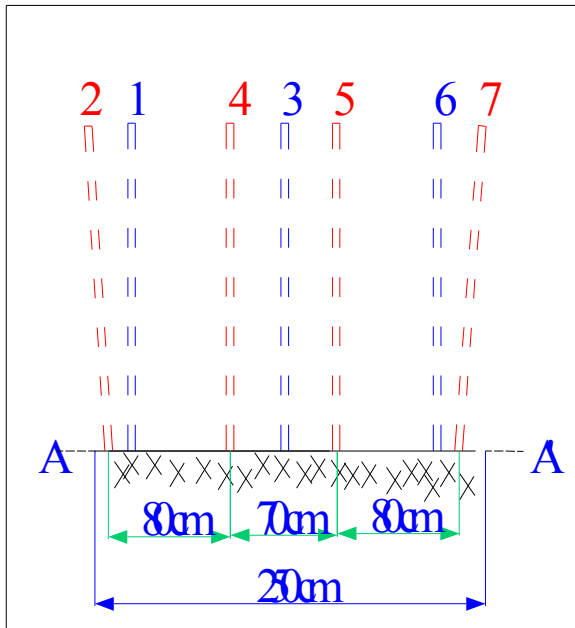
369 Katı Tabantışı Aynası



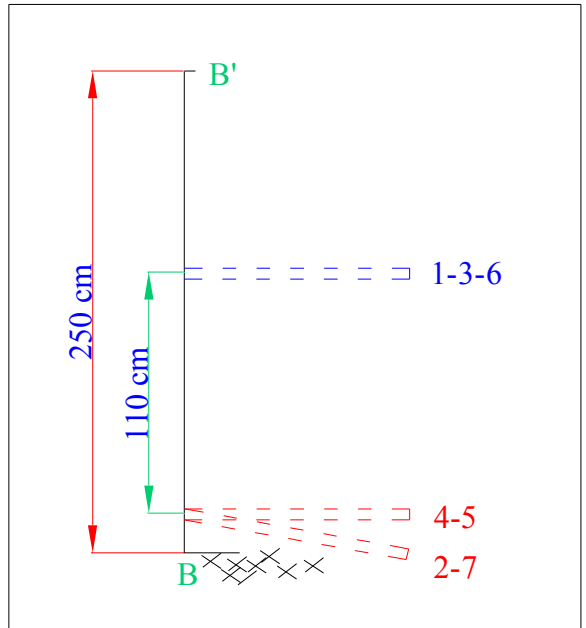
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4 369 Katı tabantışı aynası atım paterni (Atım no.5)

Çizelge 11 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.5)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	220	1	5
2	110	65	230	2	9
3	110	65	225	2	1
4	105	65	210	2	6
5	105	65	210	2	5
6	110	85	220	1	6
7	110	65	225	2	9

Çizelge 12 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.5)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.08
Ortalama sıkılama boyu	m	0.70
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.86
Özgül şarj	kg/m ³	0.338
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%45
-30 cm;+ 5 cm		%40
- 5 cm		%15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	25.26
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.60
** Delme verimliliği		%78
*** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.69

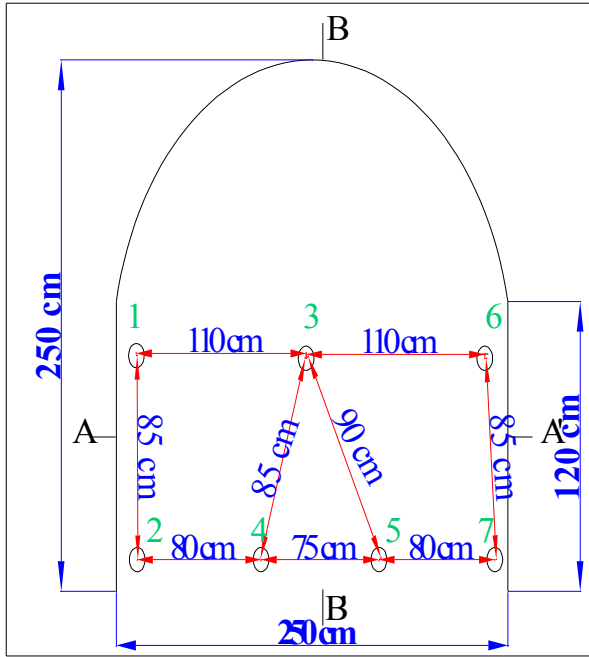
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

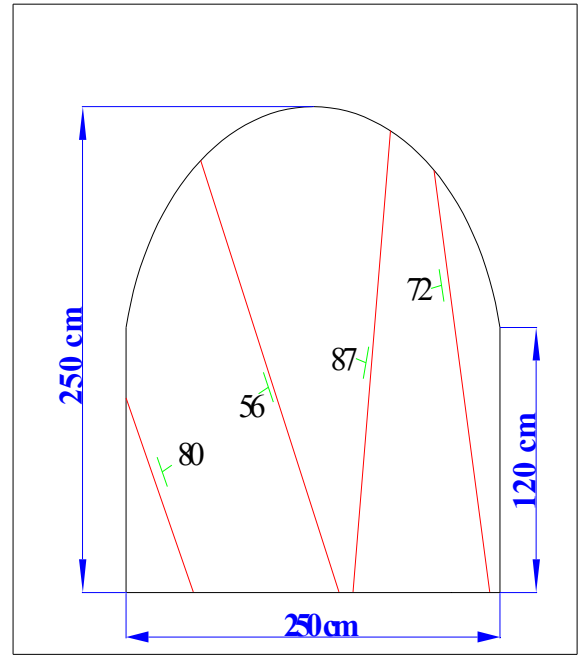
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

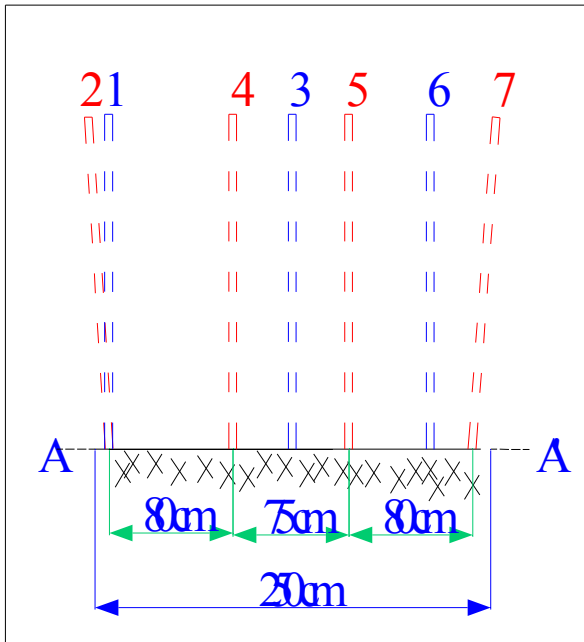
369 Katı Tabantası Aynası



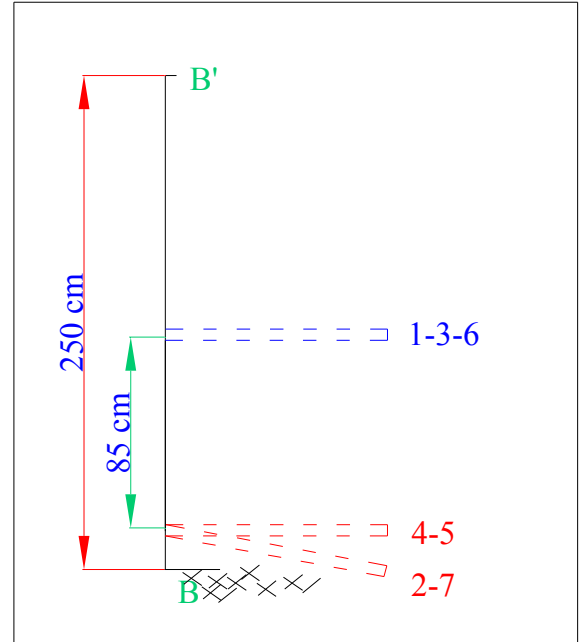
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 5 369 Katı tabantası aynası atım paterni (Atım no.6)

Çizelge 14 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.6)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	70	220	1	3
2	100	65	220	1.5	9
3	100	50	230	2	1
4	100	45	235	2	5
5	100	30	220	2	3
6	100	45	215	1	5
7	100	60	235	1.5	9

Çizelge 15 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.6)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.75
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.52
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.71
Özgül şarj	kg/m ³	0.310
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		%40
-30 cm;+ 5 cm		%50
- 5 cm		%10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	25.26
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.60
** Delme verimliliği		% 75
*** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.69

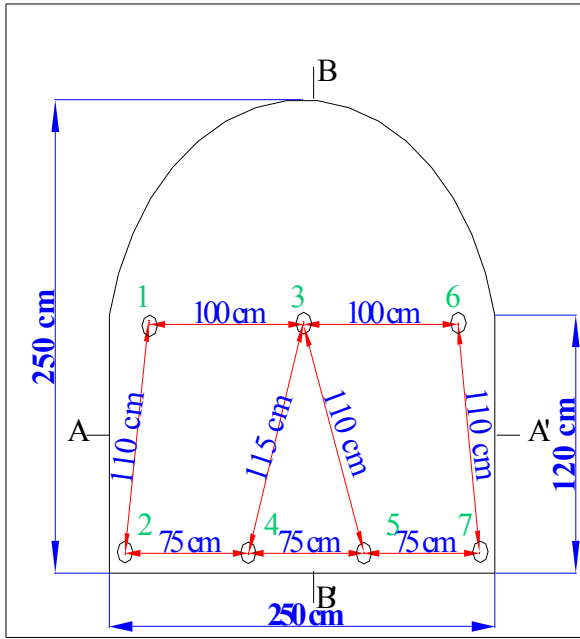
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$=1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

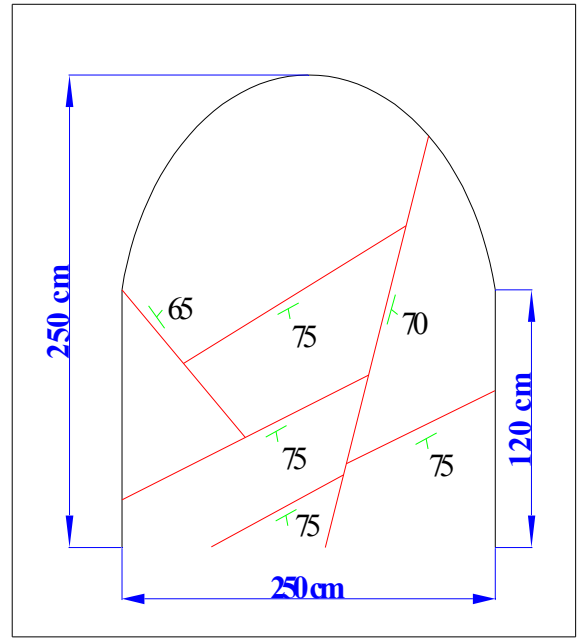
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

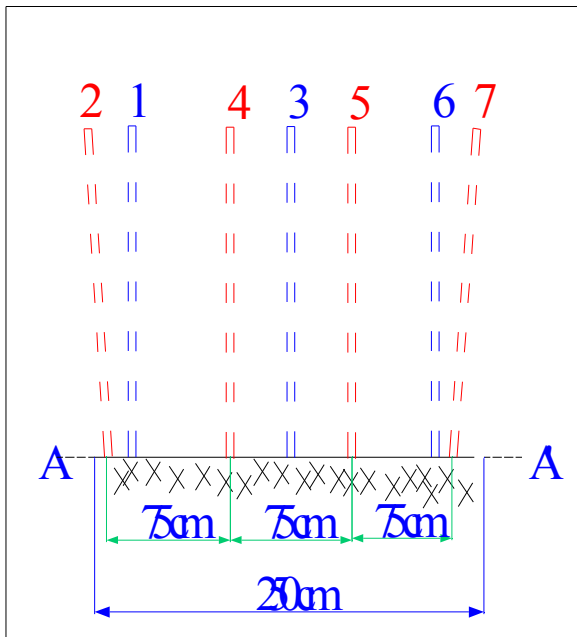
369 Katı Tabantası Aynası



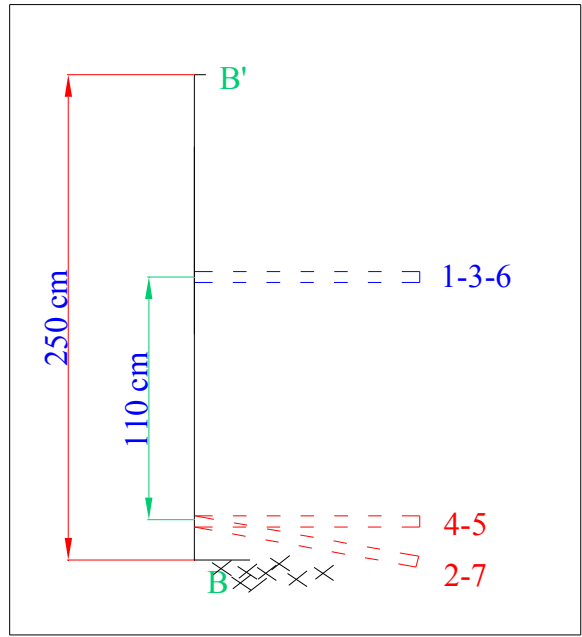
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 6 369 Katı tabantası aynası atım paterni (Atım no.7)

Çizelge 17 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.7)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	95	70	220	1	5
2	100	55	220	2	9
3	85	35	205	2	1
4	95	65	205	1	6
5	90	45	210	2	6
6	100	75	215	1	5
7	90	40	220	2	9

Çizelge 18 Delme-Patlatma Sonuçları (Tabantaşı: Atım No.7)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjüt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.80
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.93
Ortalama sıkılama boyu	m	0.55
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.70
Özgül şarj	kg/m ³	0.332
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 20
+30 cm;+ 5 cm		% 30
- 5 cm		% 50
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	24.75
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.84
** Delme verimliliği		% 86
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.63

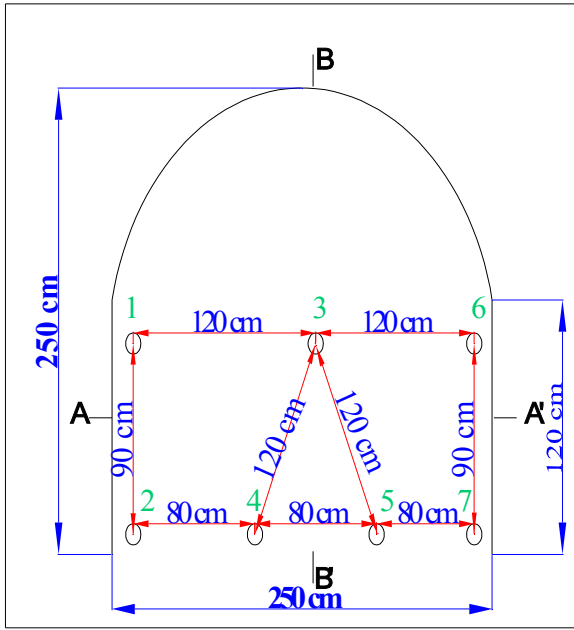
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

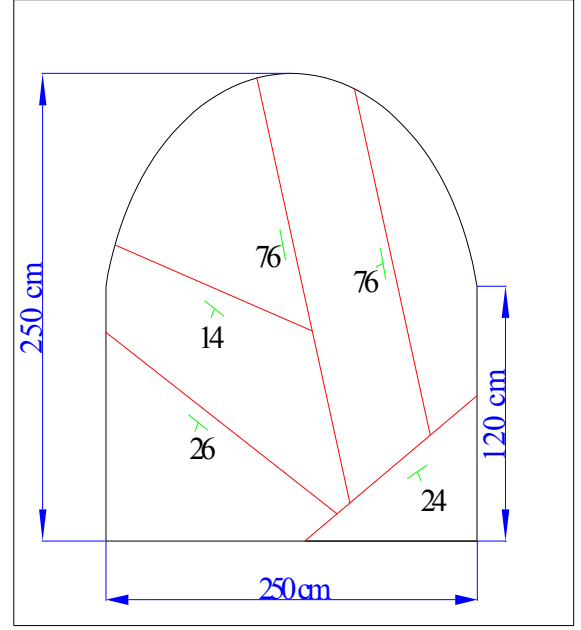
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

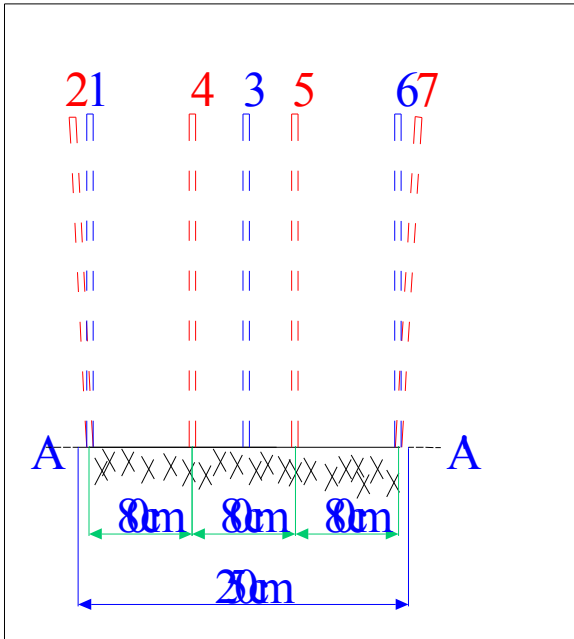
306 Katı Tabantası Aynası



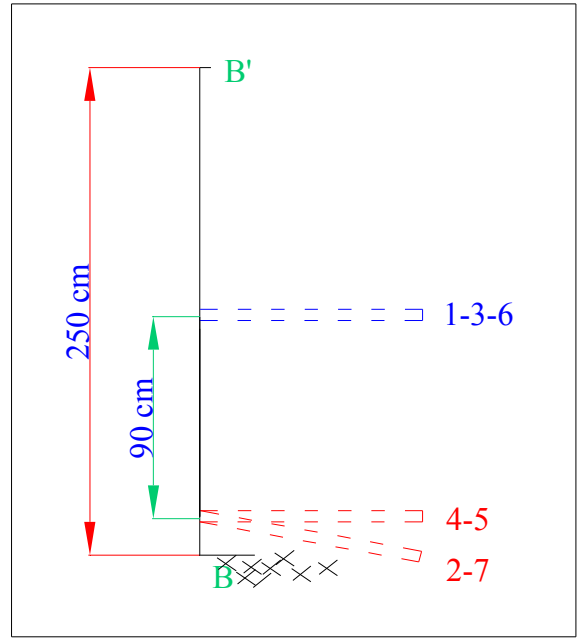
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 7 306 Katı tabantası aynası atım paterni (Atım no.8)

Çizelge 20 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.8)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	105	70	210	1.5	16
2	110	60	220	2	21
3	110	60	220	2	1
4	105	50	215	2	21
5	110	60	220	2	21
6	110	70	225	1.5	16
7	105	50	205	2	21

Çizelge 21 Delme-Patlatma Sonuçları (Tabantaşı: Atım No.8)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.60
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.02
Özgül şarj	kg/m ³	0.363
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 15
+30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	25.72
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.68
** Delme verimliliği		% 79
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.68

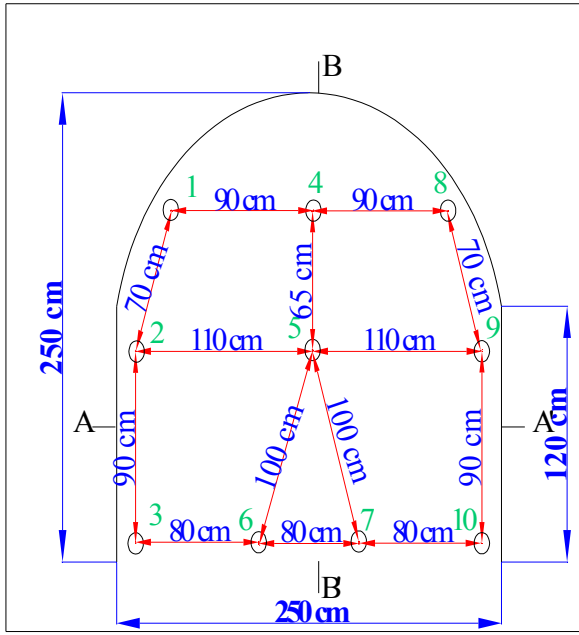
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

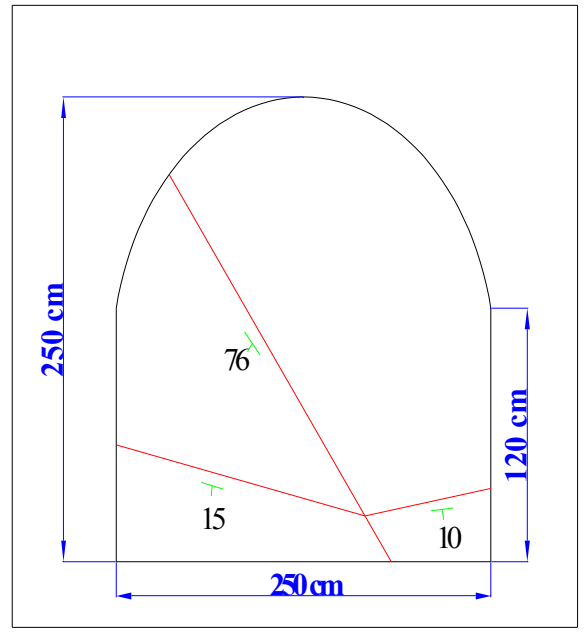
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

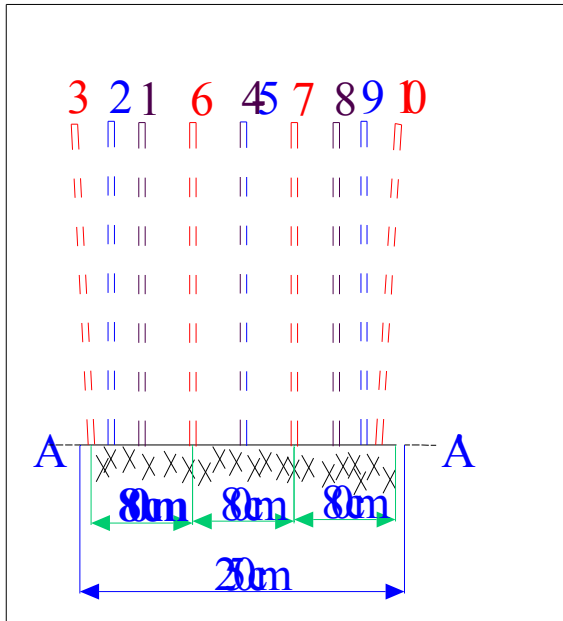
306 Katı Tabantası Aynası



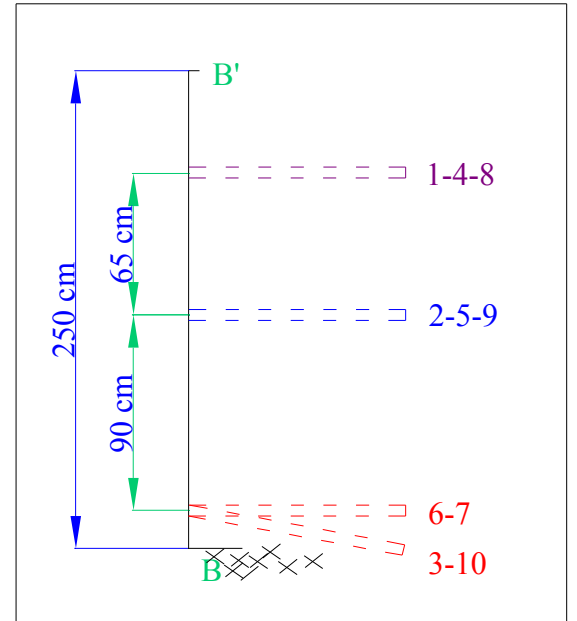
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 8 306 Katı tabantası aynası atım paterni (Atım no.9)

Çizelge 23 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.9)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	80	55	200	1	15
2	95	50	210	2	10
3	100	40	220	2.5	21
4	80	55	205	1	16
5	95	40	210	2	0
6	100	40	220	2.5	20
7	100	40	225	2.5	20
8	80	55	200	1	15
9	95	50	205	2	10
10	100	40	225	2.5	21

Çizelge 24 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.9)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		369 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	10
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.925
Ortalama sıklama boyu	m	0.465
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	10
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.95
Özgül şarj	kg/m ³	0.535
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 15
+30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	36.62
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	7.20
**Delme verimliliği		% 95
***Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.91

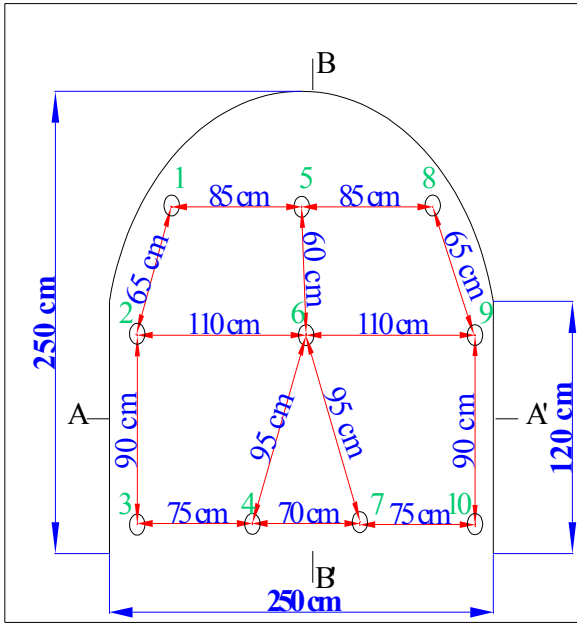
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

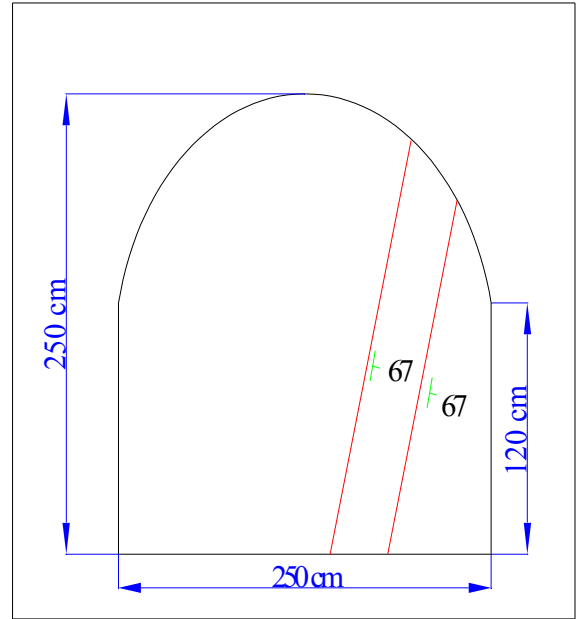
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

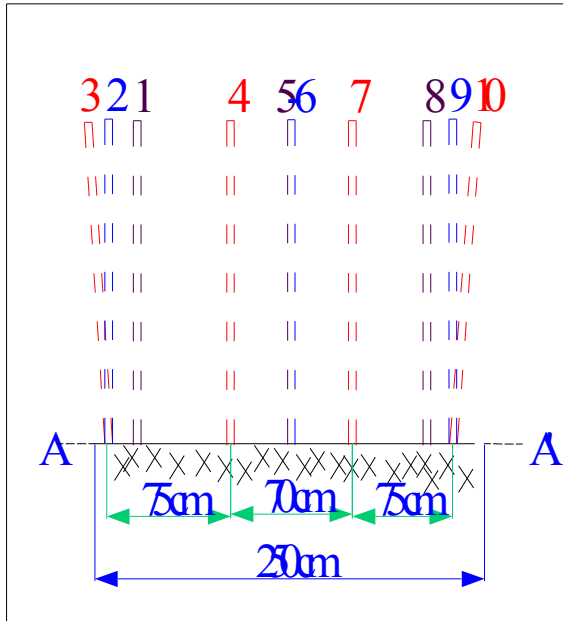
275 Katı Tabantaşı Aynası



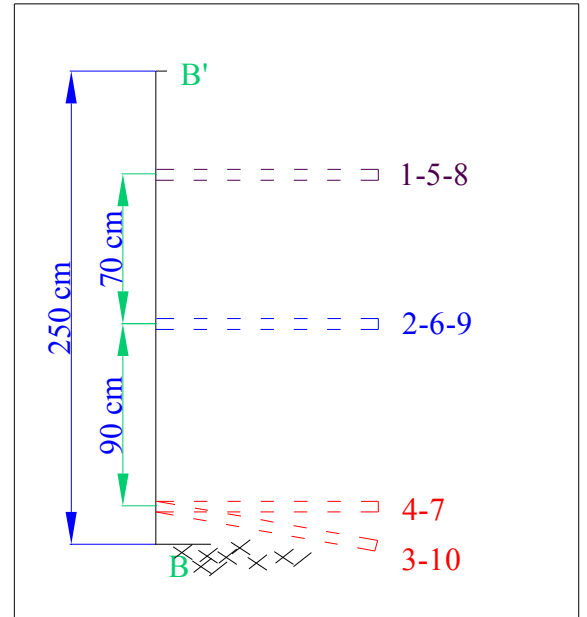
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 9 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.10)

Çizelge 26 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.10)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	95	65	230	1	5
2	100	65	220	1	2
3	100	50	225	2	9
4	100	40	220	2.5	10
5	95	70	225	1	5
6	100	60	230	2	0
7	100	40	220	2.5	10
8	95	70	220	1	5
9	100	75	230	1	2
10	100	70	235	1	9

Çizelge 27 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.10)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		275 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.80
Delik sayısı	Adet	10
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.99
Ortalama sıkılama boyu	m	0.60
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	10
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.33
Özgül şarj	kg/m ³	0.470
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 10
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 45
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	34.59
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	6.40
** Delme verimliliği		% 81
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.91

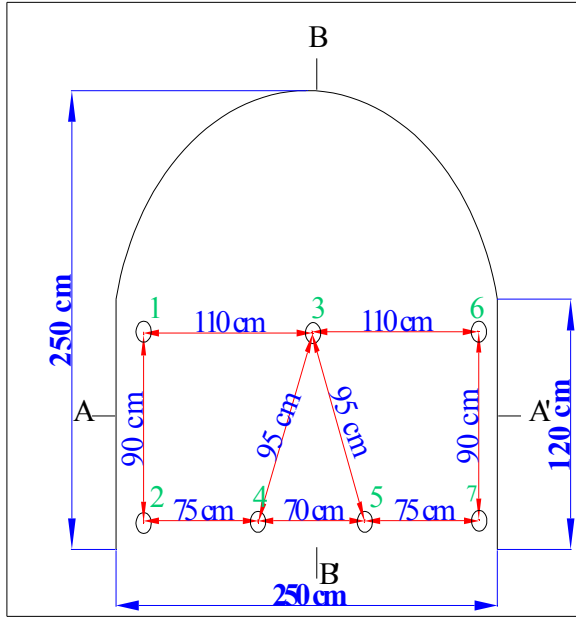
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

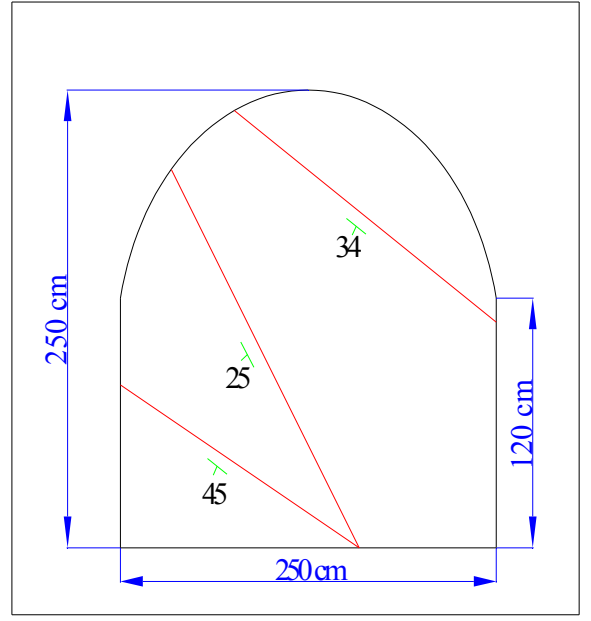
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

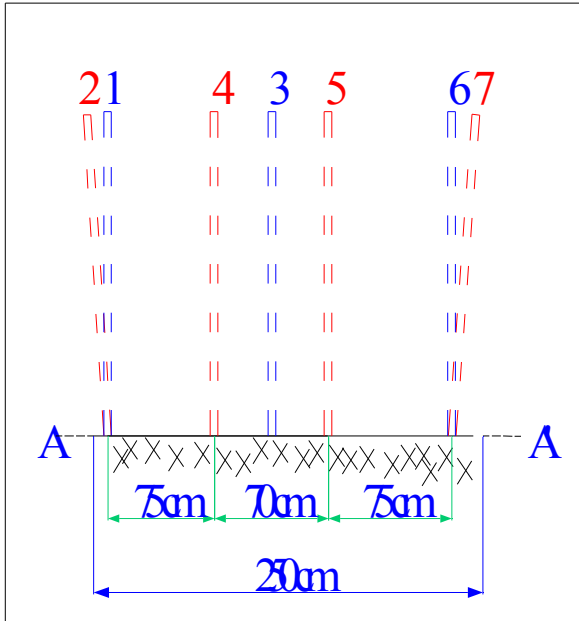
242 Katı Tabantaşı Aynası



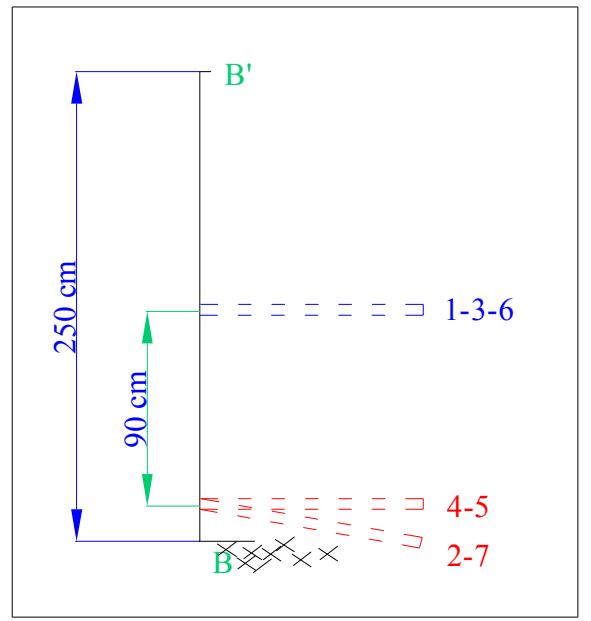
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 10 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.11)

Çizelge 29 Delme-patlatma veri Formu (Tabantaşı: Atım no.11)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	70	220	1	3
2	100	50	230	2	6
3	100	45	235	2	1
4	100	50	230	2	6
5	100	45	240	2	6
6	100	70	225	1	3
7	100	55	235	2	6

Çizelge 30 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.11)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.55
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.86
Özgül şarj	kg/m ³	0.307
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 30
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	25.26
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.39
** Delme verimliliği		% 95
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.63

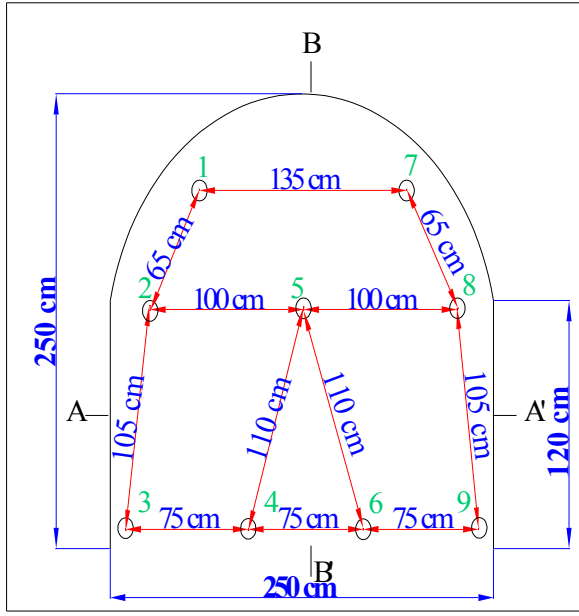
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

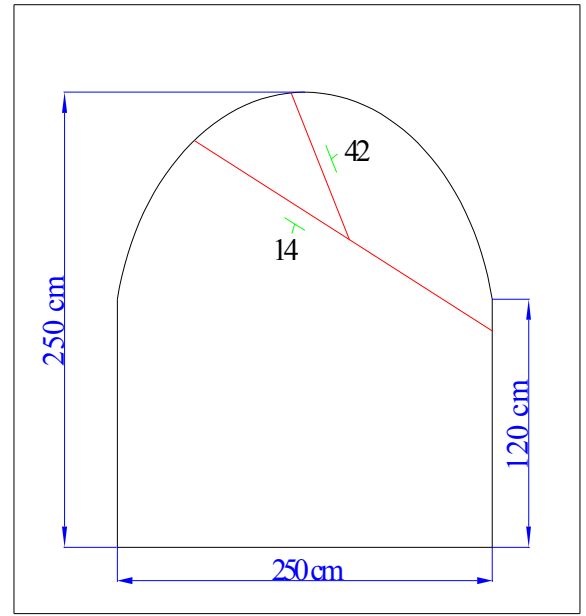
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

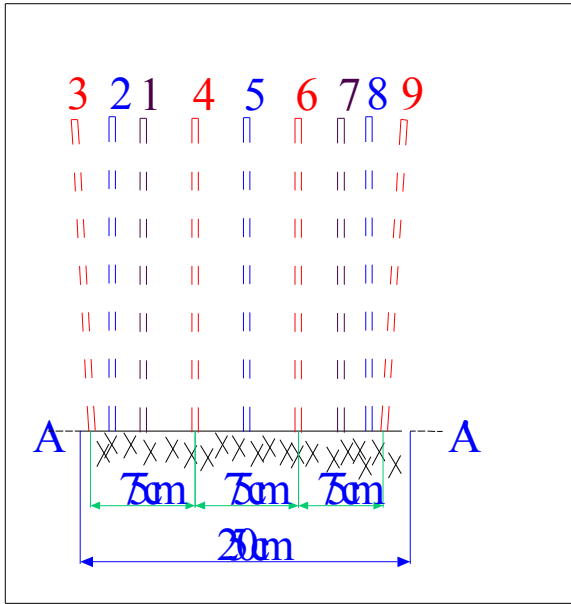
242 Katı Tabantaşı Aynası



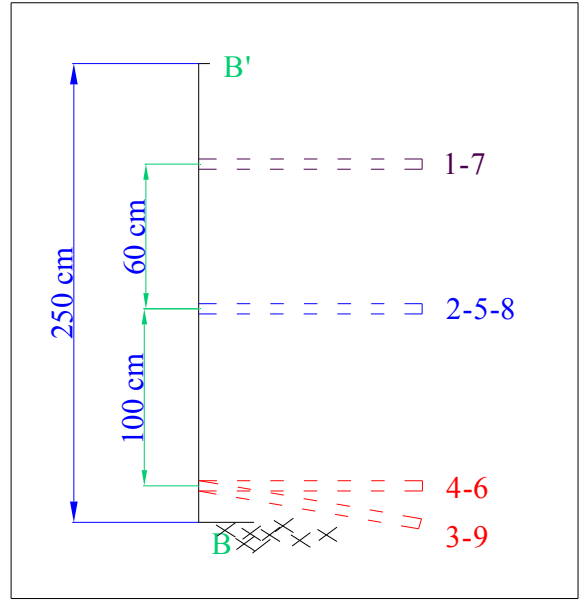
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c)A-A' Kesiti



d)B-B' Kesiti

Şekil 11 242 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.12)

Çizelge 32 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.12)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	90	65	225	1	5
2	100	55	230	2	2
3	120	50	230	2	9
4	120	55	225	2	9
5	100	50	240	2	0
6	120	55	225	2	9
7	95	70	230	1	5
8	100	45	230	2	2
9	120	55	230	2	9

Çizelge 33 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.12)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.07
Ortalama sıkılama boyu	m	0.55
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.48
Özgül şarj	kg/m ³	0.450
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 10
-30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 35
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	32.55
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.38
** Delme verimliliği		% 84
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.87

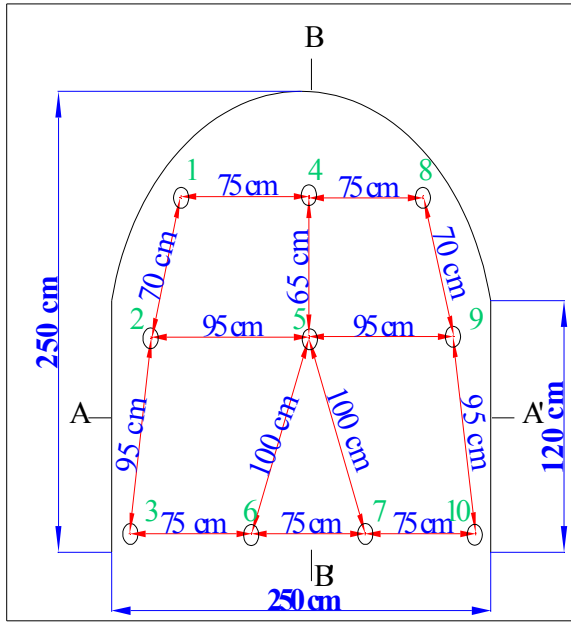
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

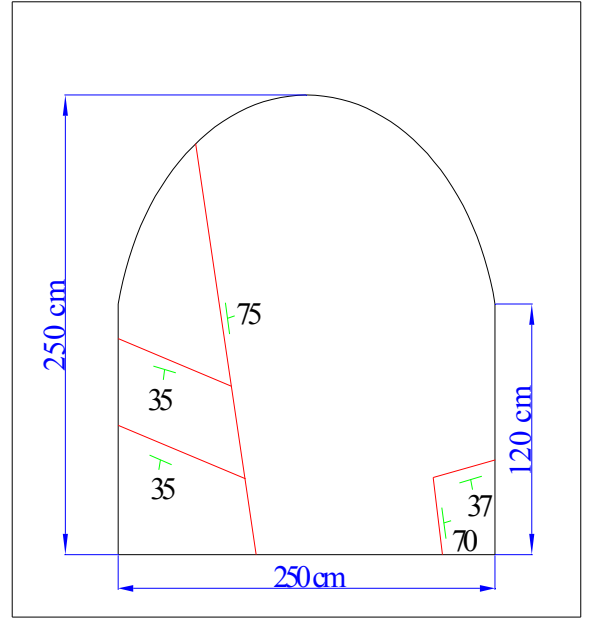
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

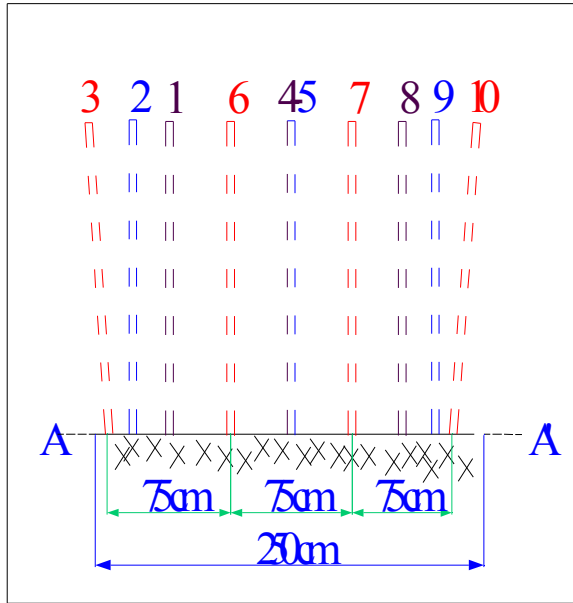
275 Katı Tabantaşı Aynası



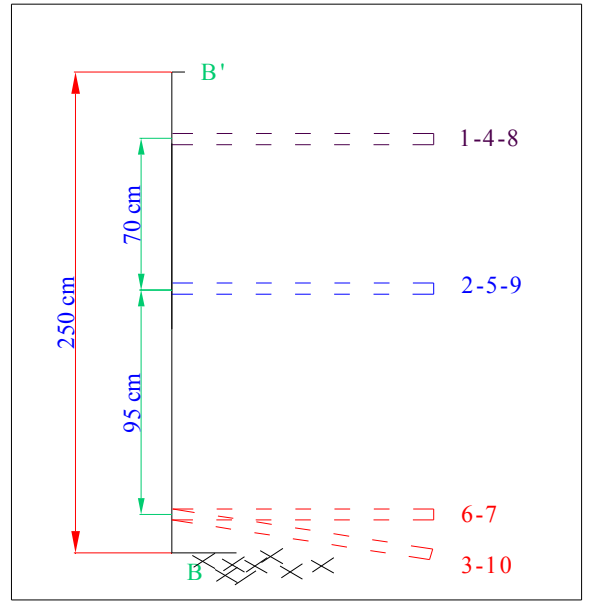
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 12 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.13)

Çizelge 35 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.13)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıklama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	105	80	210	1	5
2	110	65	225	2	2
3	110	60	225	2	7
4	105	80	200	1	5
5	110	60	220	2	0
6	110	60	230	2	9
7	110	60	225	2	9
8	105	75	215	1	5
9	110	80	235	2	2
10	110	80	235	2	7

Çizelge 36 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.13)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		275 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.95
Delik sayısı	Adet	10
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.085
Ortalama sıklama boyu	m	0.70
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	10
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.64
Özgül şarj	kg/m ³	0.442
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 25
-30 cm;+ 5 cm		% 60
- 5 cm		% 15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.29
Patlayıcı maliyeti	\$	35.61
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.88
** Delme verimliliği		% 87
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.89

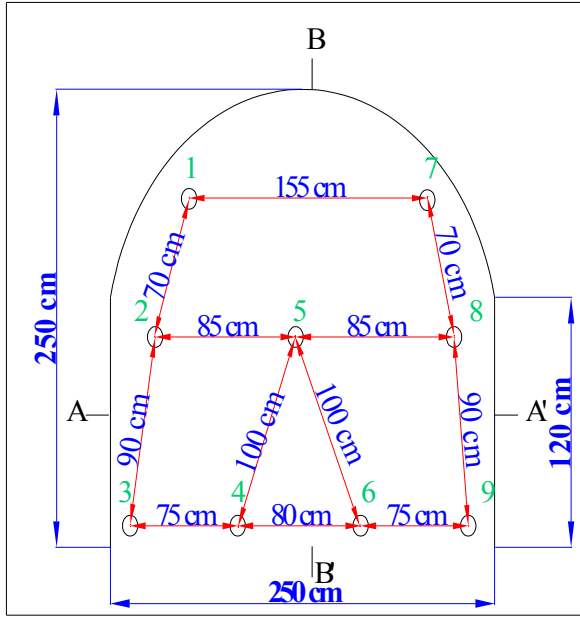
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

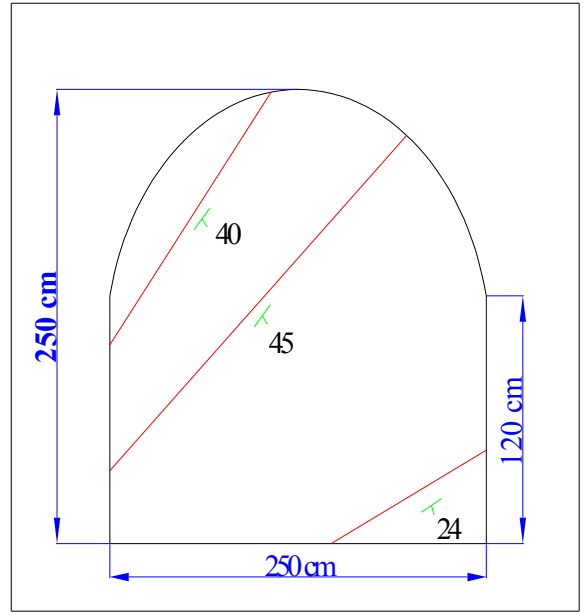
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs..)]

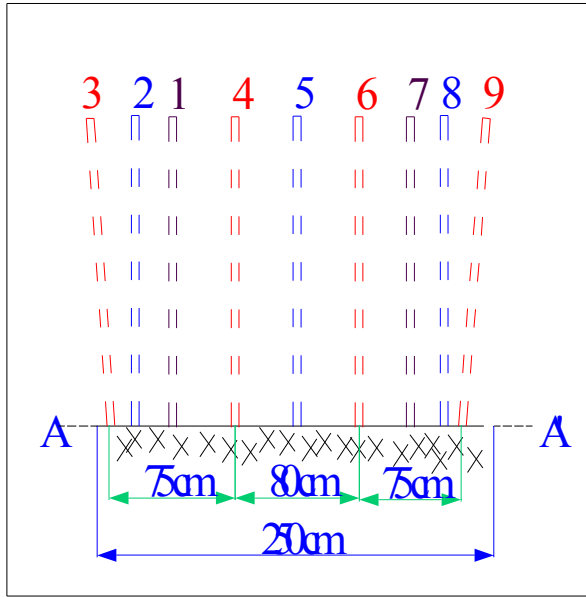
275 Katı Tabantaşı Aynası



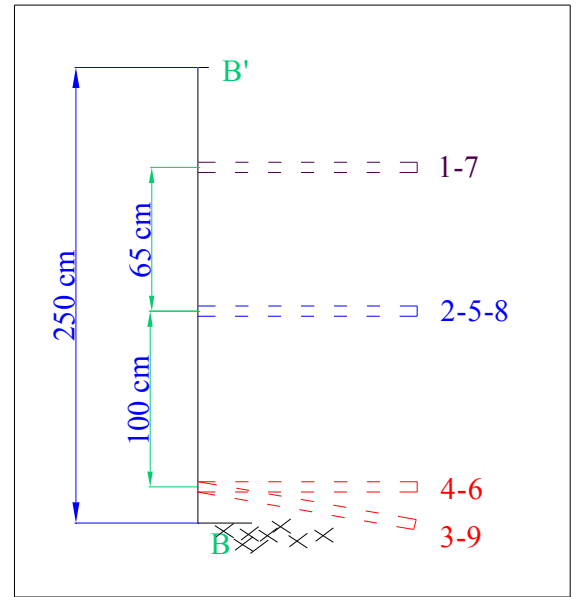
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 13 275 Katı tabantaşı aynası atım paterni (Atım no.14)

Çizelge 38 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.14)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	90	65	190	1	4
2	100	75	215	1	3
3	100	50	210	2	6
4	90	60	200	1	6
5	100	55	215	2	1
6	100	55	215	2	6
7	100	55	220	2	4
8	90	60	200	1	3
9	100	75	210	1	6

Çizelge 39 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.14)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		275 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjit
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.96
Ortalama sıkılama boyu	m	0.61
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.02
Özgül şarj	kg/m ³	0.382
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 30
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.27
Patlayıcı maliyeti	\$	31.03
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.88
** Delme verimliliği		% 88
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.82

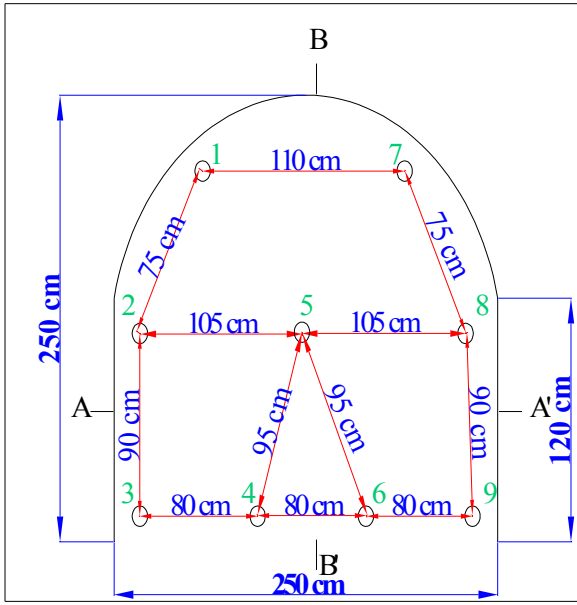
* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

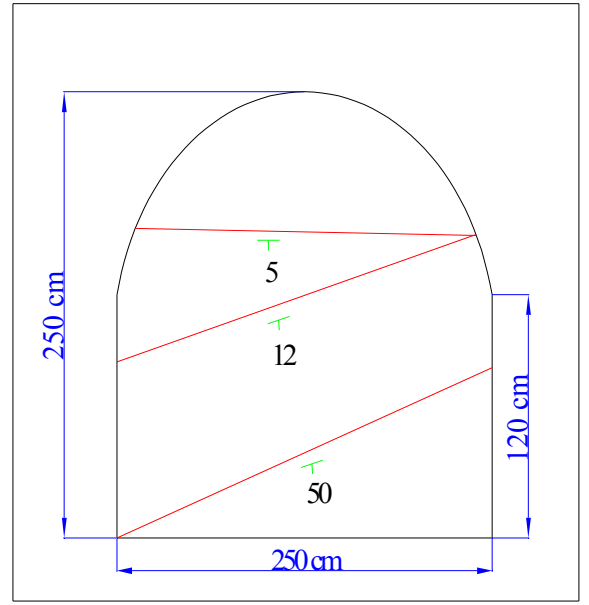
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

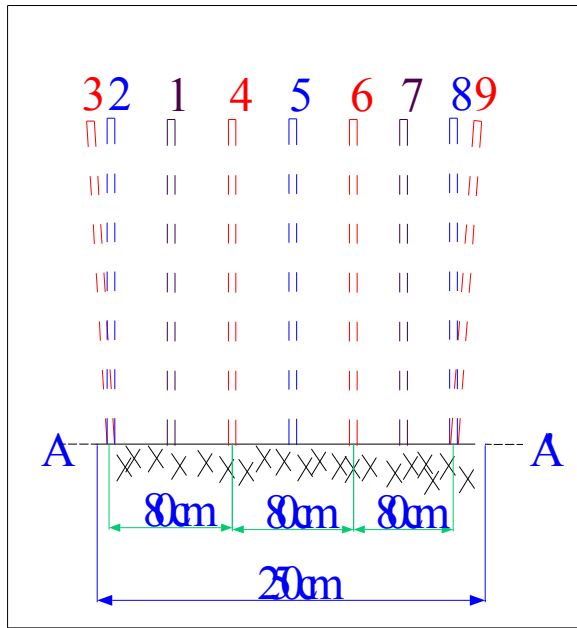
275 Katı Tabantışı Aynası



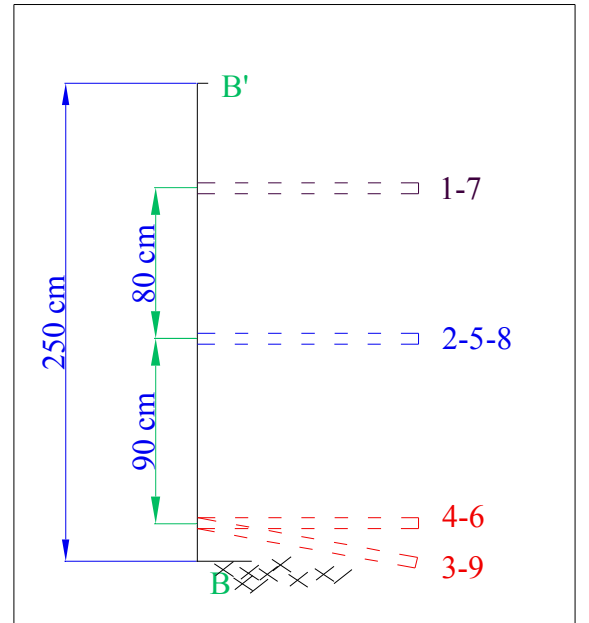
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c)A-A' Kesiti



d)B-B' Kesiti

Şekil 15 275 Katı tabantışı aynası atım paterni (Atım no.15)

Çizelge 41 Delme-patlatma veri formu (Tabantaşı: Atım no.15)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	110	80	220	1	5
2	110	75	240	1.5	5
3	110	65	250	2	7
4	110	65	250	2	7
5	110	60	235	2	0
6	110	60	240	2	7
7	110	85	225	1	5
8	110	75	235	1.5	5
9	110	60	250	2	7

Çizelge 42 Delme-patlatma sonuçları (Tabantaşı: Atım no.15)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı Tabantaşı
Kaya birimi		Harzburjıt
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.10
Ortalama sıkılama boyu	m	0.69
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
* Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.33
Özgül şarj	kg/m ³	0.384
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 45
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	31.05
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.13
** Delme verimliliği		% 77
*** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.81

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Delme verimliliği: İlerleme miktarı/Ortalama delik uzunluğu

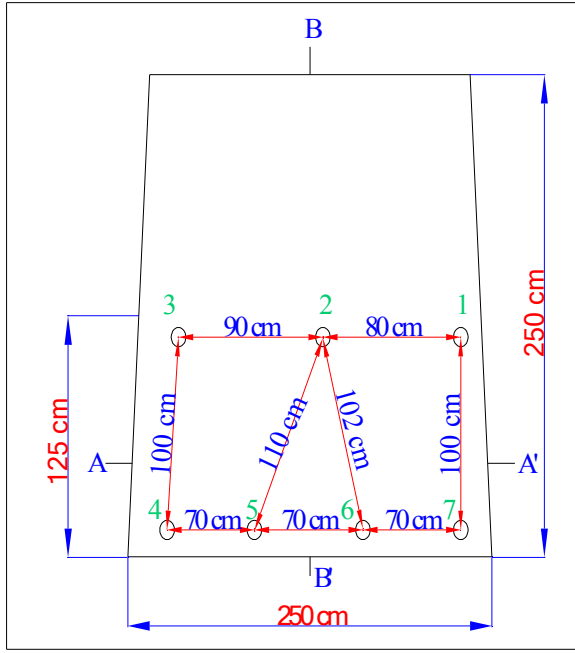
*** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

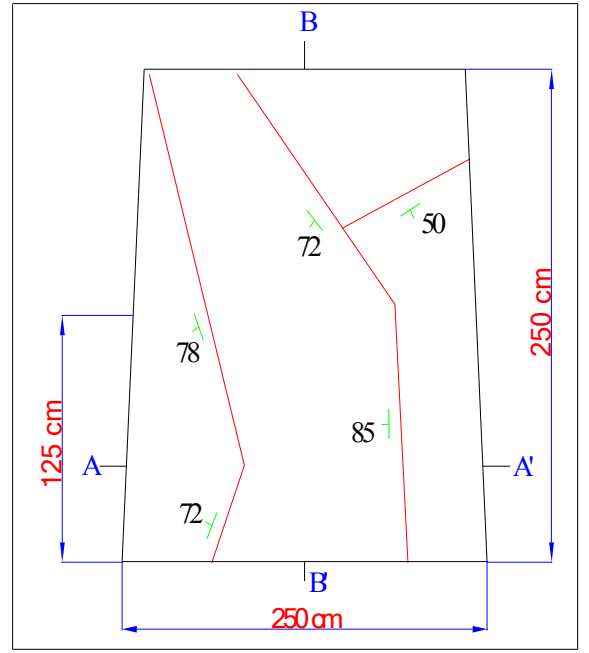
EK-6
(MEVCUT ATIMLAR)
Cevher Aynalarında Yapılan Atımlar

Şekil 1 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.2)
Çizelge 2 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.2)
Çizelge 3 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.2)
Şekil 2 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.3)
Çizelge 5 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.3)
Çizelge 6 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.3)
Şekil 3 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.4)
Çizelge 8 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.4)
Çizelge 9 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.4)
Çizelge 11 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.5)
Çizelge 12 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.5)
Şekil 4 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.5)
Şekil 5 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.6)
Çizelge 14 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.6)
Çizelge 15 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.6)
Şekil 6 306 Katı -3 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.7)
Çizelge 17 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.7)
Çizelge 18 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.7)
Şekil 7 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.8)
Çizelge 20 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.8)
Çizelge 21 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.8)
Şekil 8 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.9)
Çizelge 23 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.9)
Çizelge 24 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.9)
Şekil 9. 306 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.10)
Çizelge 26 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.10)
Çizelge 27 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.10)
Şekil 10 306 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.11)
Çizelge 29 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.11)
Çizelge 30 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.11)
Şekil 11 275 Katı -3 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.12)
Çizelge 32 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.12)
Çizelge 33 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.12)
Şekil 12 306 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.13)
Çizelge 35 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.13)
Çizelge 36 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.13)
Şekil 13 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.14)
Çizelge 38 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.14)
Çizelge 39 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.14)
Şekil 14 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.15)
Çizelge 41 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.15)
Çizelge 42 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.15)

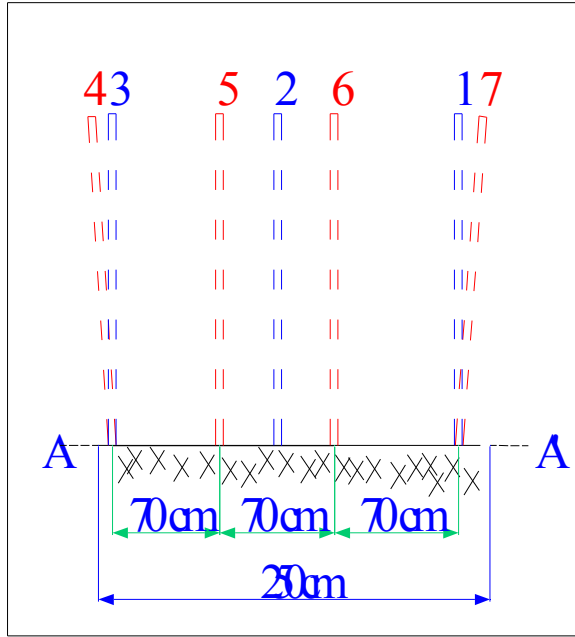
242 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



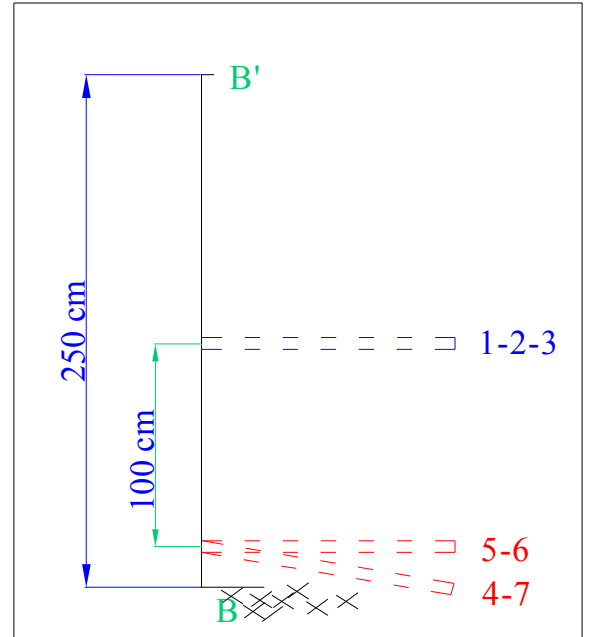
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 1 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.2)

Çizelge 2 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.2)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	75	225	1	9
2	100	45	225	2	6
3	100	70	220	1	9
4	100	50	240	2	15
5	100	50	235	2	15
6	100	55	235	2	15
7	100	55	230	2	15

Çizelge 3 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.2)

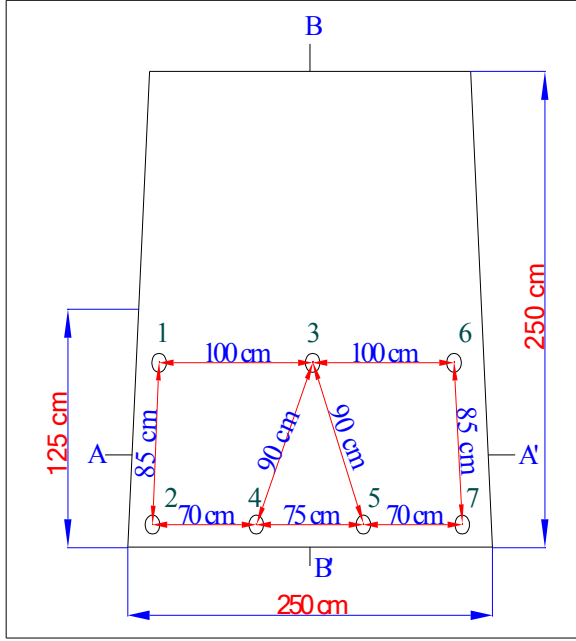
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.57
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.860
Özgül şarj	kg/m ³	0.338
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 40
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 20
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	25.26
Delme verimliliği	%	85
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.59
** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.64

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

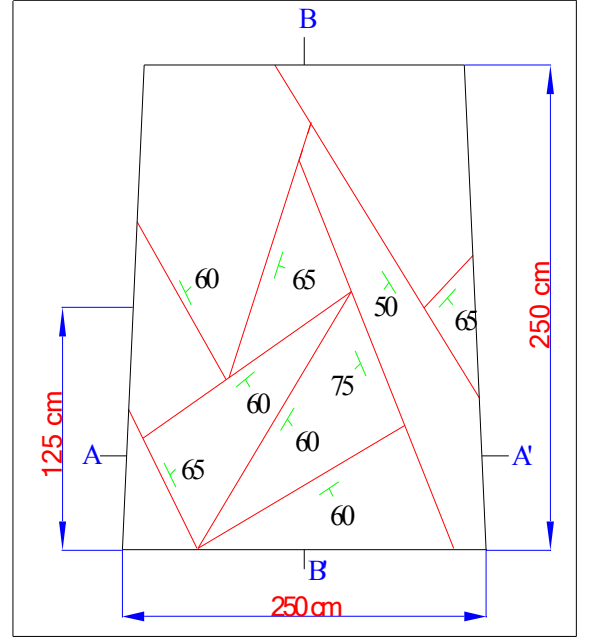
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

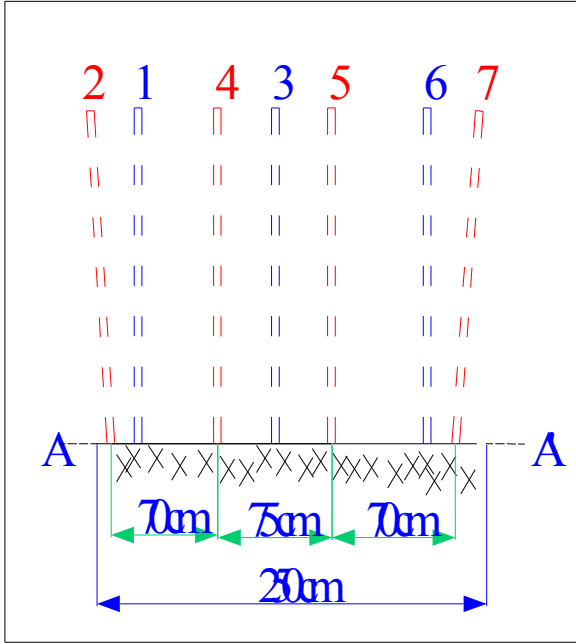
242 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



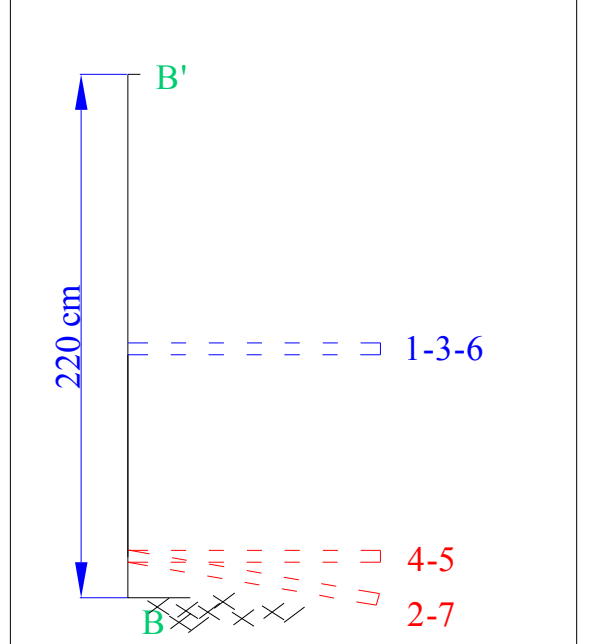
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 2 242 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.3)

Çizelge 5 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.3)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	65	210	1	5
2	95	40	220	2	7
3	100	50	205	2	1
4	100	45	215	2	7
5	95	40	210	2	7
6	100	50	220	1	5
7	100	50	225	2	7

Çizelge 6 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.3)

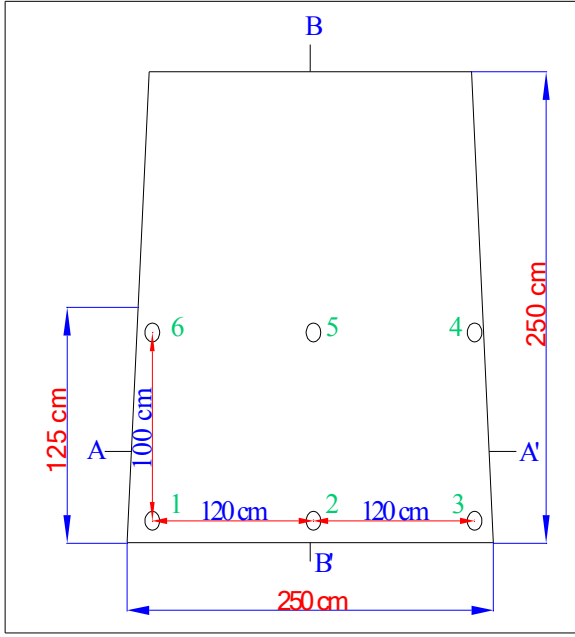
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.80
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.98
Ortalama sıkılama boyu	m	0.48
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.860
Özgül şarj	kg/m ³	0.338
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 5
+30 cm;+ 5 cm		% 60
- 5 cm		% 35
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.27
Patlayıcı maliyeti	\$	25.26
Delme verimliliği	%	81
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.59
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.64

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

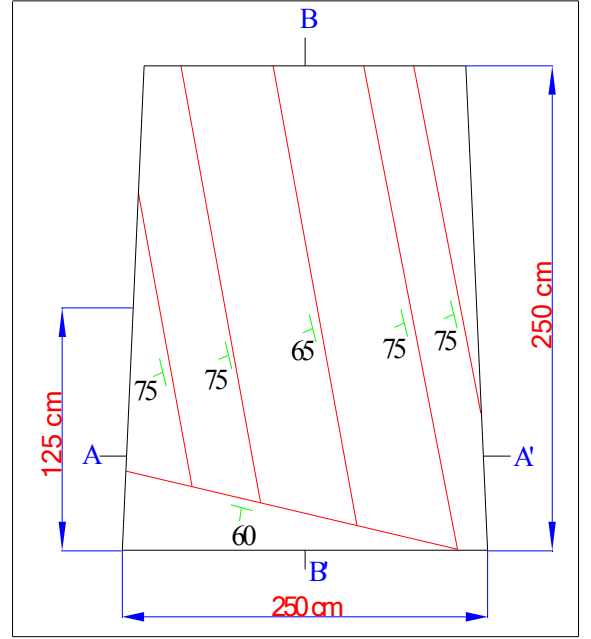
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

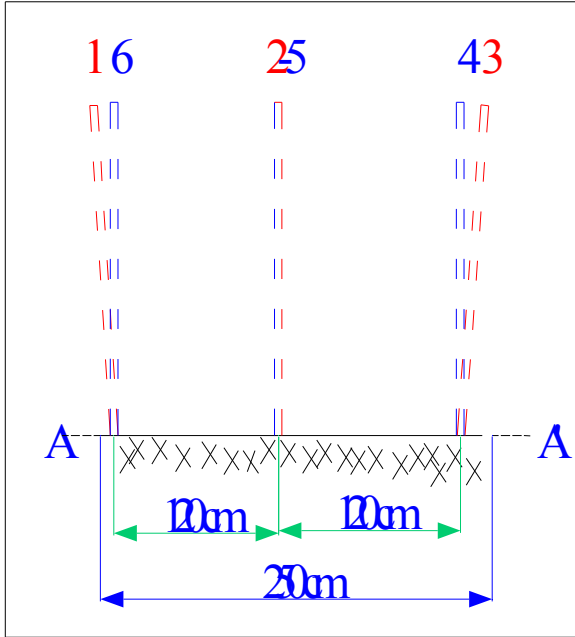
242 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



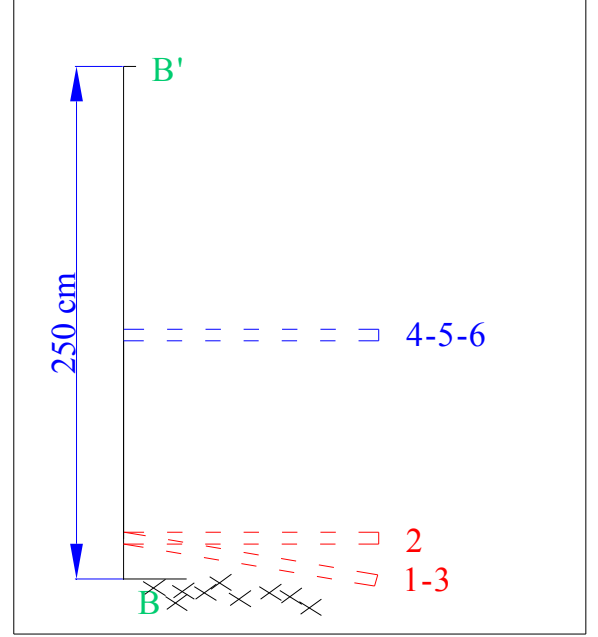
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 3 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.4)

Çizelge 8 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.4)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	55	235	2	9
2	100	55	220	2	9
3	100	50	220	2	9
4	100	75	230	1	6
5	100	70	230	1	5
6	100	70	225	1	6

Çizelge 9 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.4)

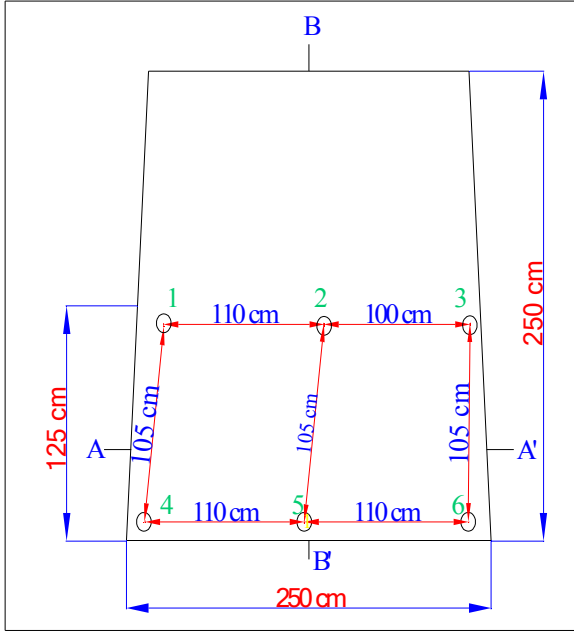
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	6
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.625
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	6
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.09
Özgül şarj	kg/m ³	0.253
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 30
-30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	20.18
Delme verimliliği	%	90
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.66
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.54

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

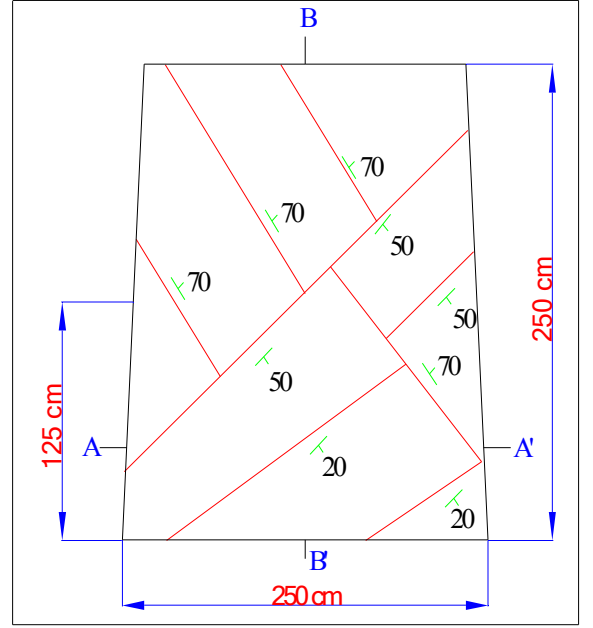
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

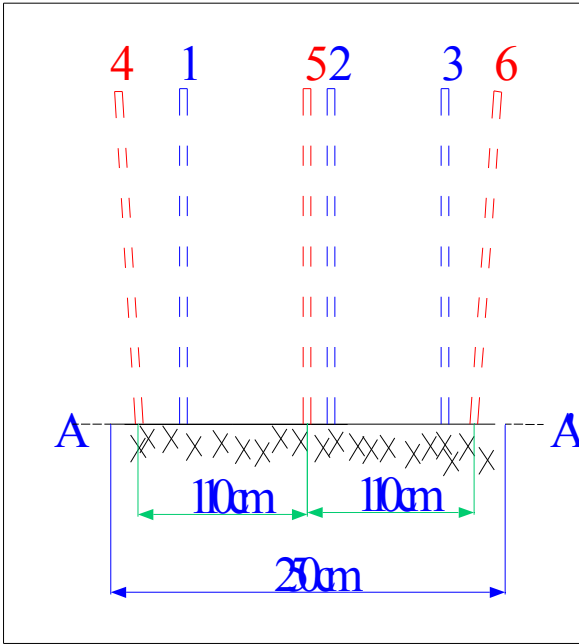
338 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



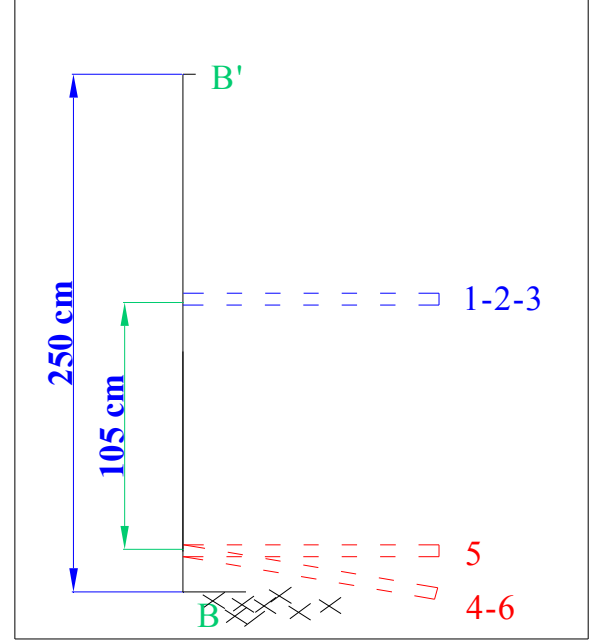
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 4 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.5)

Çizelge 11 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.5)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	90	65	195	1	2
2	90	60	200	1	0
3	90	60	195	1	2
4	100	55	220	2	5
5	100	50	215	2	6
6	100	50	225	2	5

Çizelge 12 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.5)

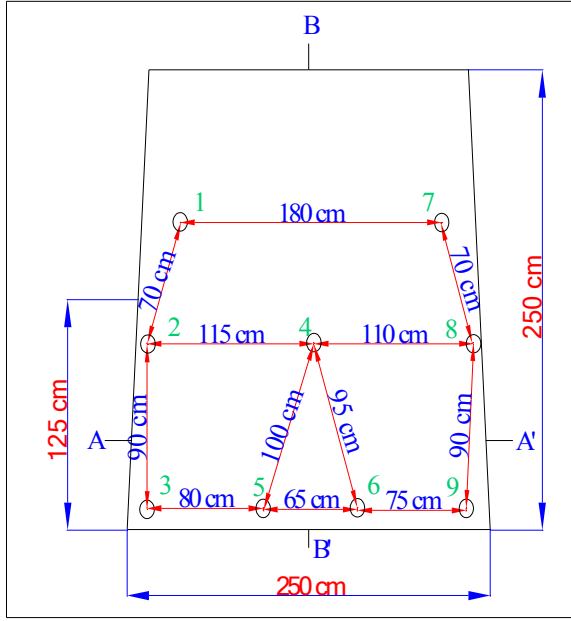
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		338 Katı – 2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	6
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.625
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	6
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.09
Özgül şarj	kg/m ³	0.253
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 10
+30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 40
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	20.18
Delme verimliliği	%	85
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.66
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.54

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

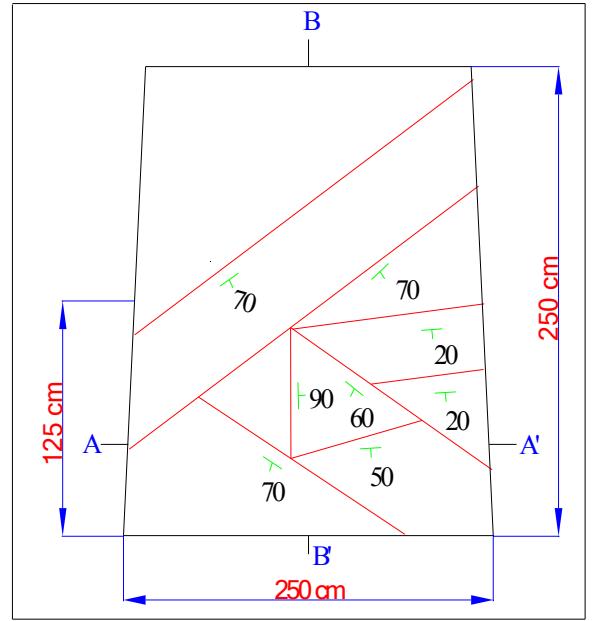
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

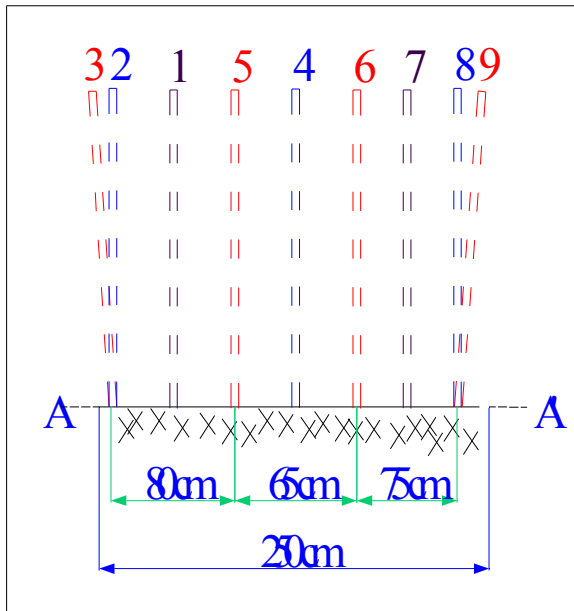
338 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



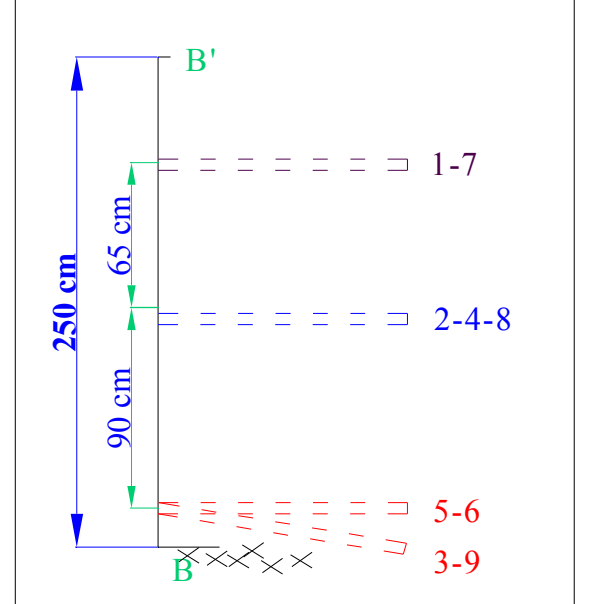
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 5 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.6)

Çizelge 14 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.6)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	85	60	150	1	3
2	100	75	210	1	2
3	100	55	215	2	5
4	100	55	210	2	0
5	100	60	225	1.5	6
6	100	60	220	1.5	6
7	85	60	160	1	3
8	100	70	205	1	2
9	100	55	210	2	5

Çizelge 15 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.6)

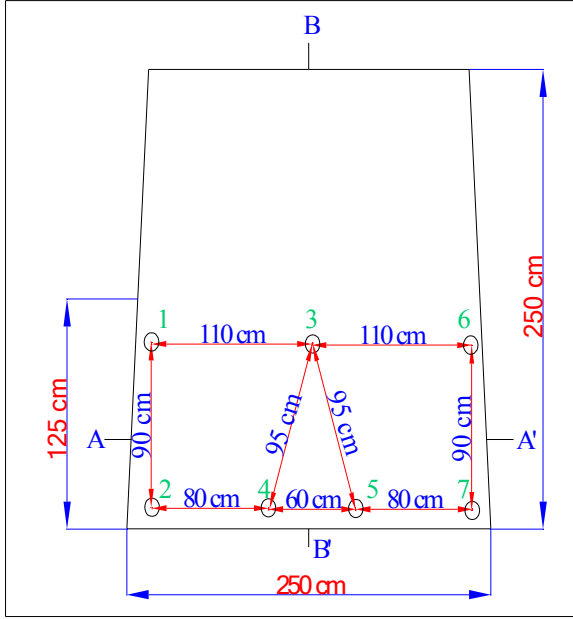
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		338 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	9
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.96
Ortalama sıkılama boyu	m	55
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	9
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	2.02
Özgül şarj	kg/m ³	0.366
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 35
+30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	31.03
Delme verimliliği	%	93
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	5.64
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.79

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

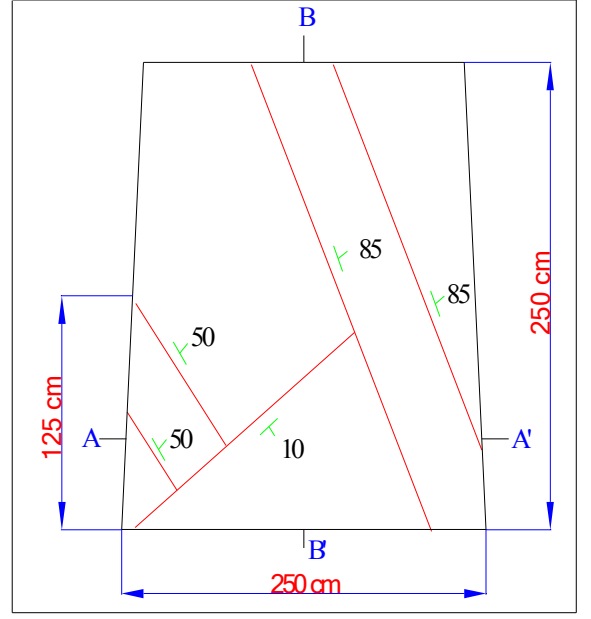
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

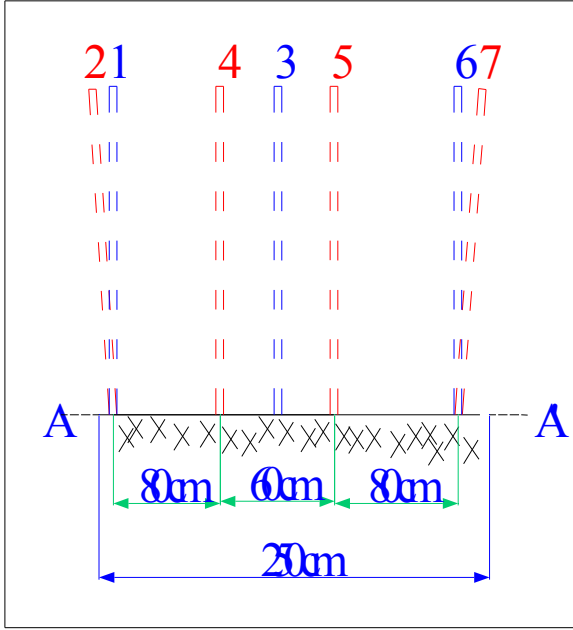
306 Katı -3 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



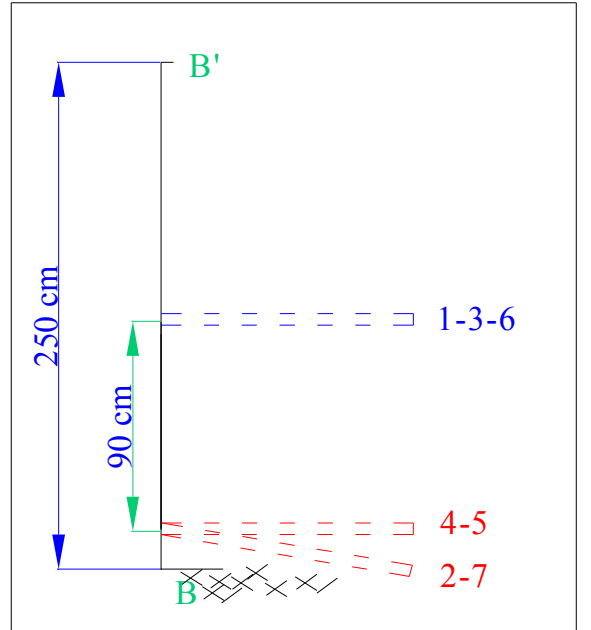
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 6 306 Katı -3 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.7)

Çizelge 17 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.7)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	75	205	1	2
2	100	50	210	2	9
3	100	75	220	1	0
4	100	50	210	2	9
5	100	55	220	2	9
6	100	75	215	1	2
7	100	50	205	2	9

Çizelge 18 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.7)

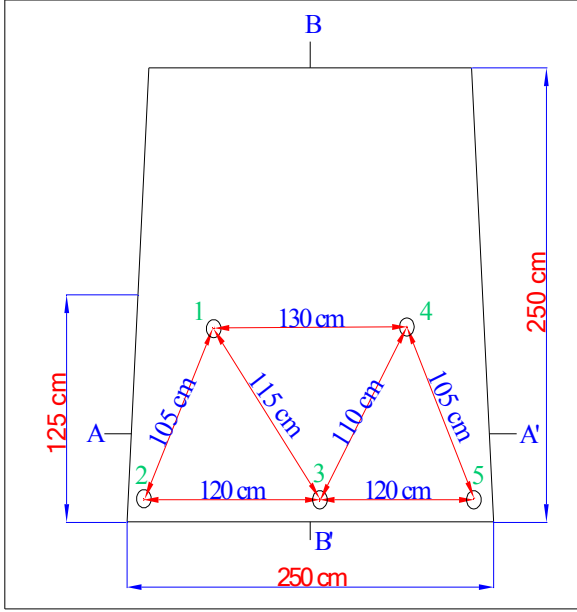
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı -3 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.80
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.61
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.71
Özgül şarj	kg/m ³	0.310
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 25
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 30
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.27
Patlayıcı maliyeti	\$	24.91
Delme verimliliği	%	80
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.52
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.70

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

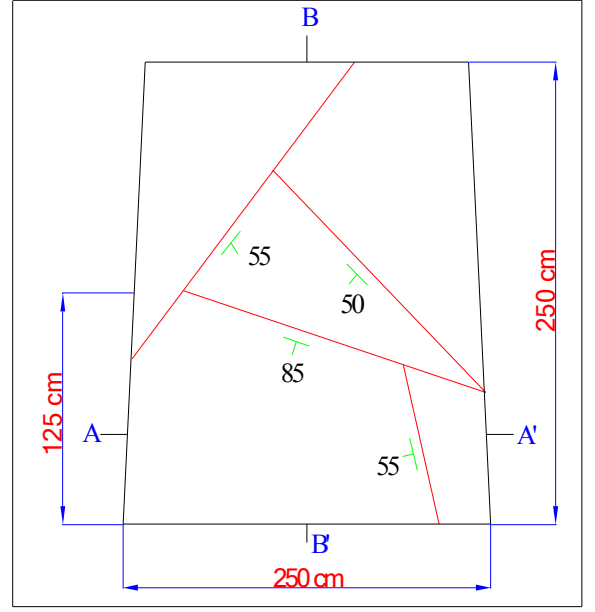
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

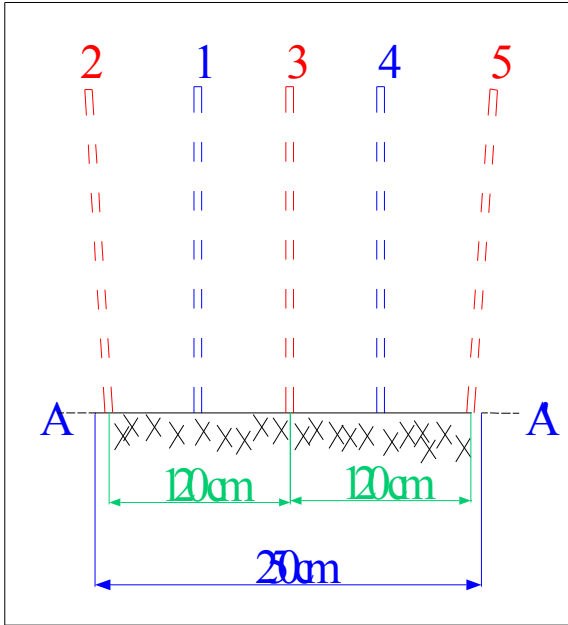
242 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



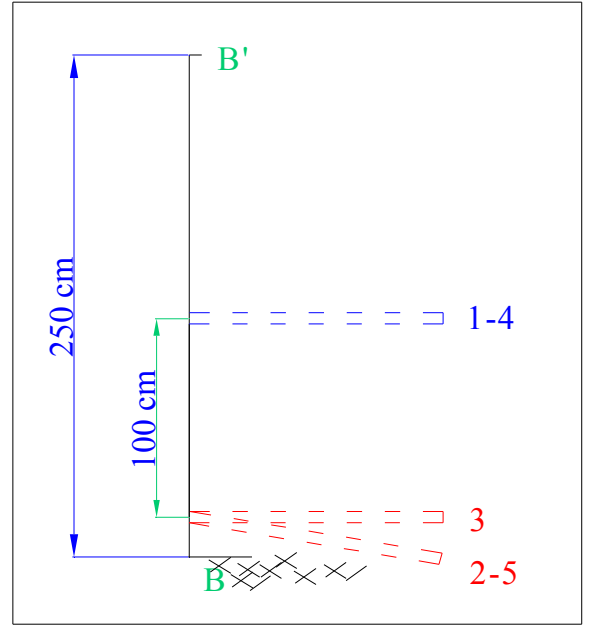
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 7 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.8)

Çizelge 20 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.8)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	70	200	1	5
2	100	50	210	2	7
3	100	50	205	2	7
4	100	65	220	1	5
5	100	45	210	2	7

Çizelge 21 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.8)

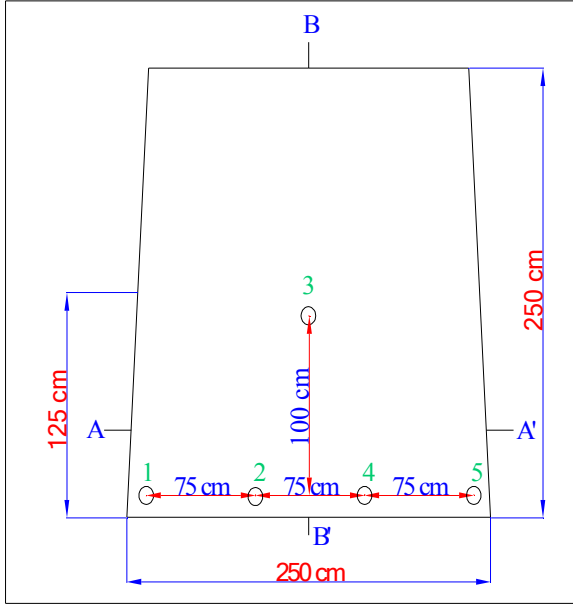
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.75
Delik sayısı	Adet	5
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.56
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	5
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.240
Özgül şarj	kg/m ³	0.225
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 30
+30 cm;+ 5 cm		% 60
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	18.13
Delme verimliliği	%	75
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.29
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.45

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

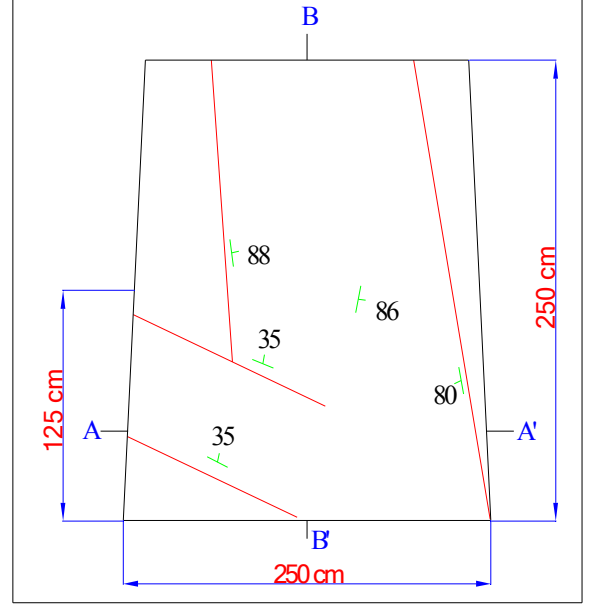
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

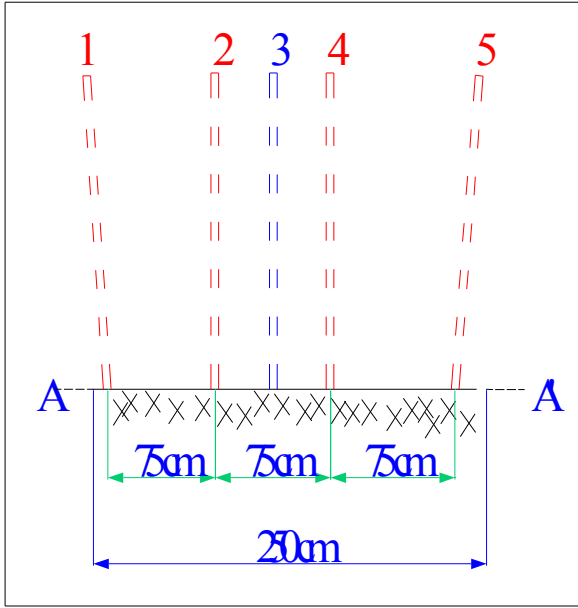
242 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



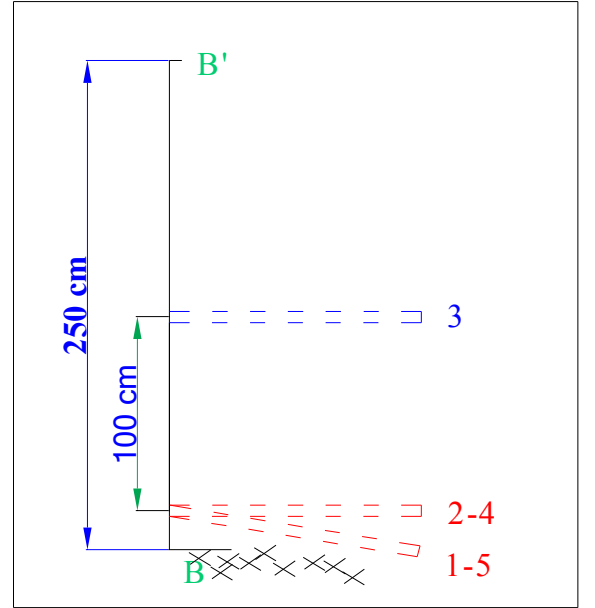
a) Önden görünüm



b) Aynada görünen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 8 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.9)

Çizelge 23 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.9)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	55	210	1.5	4
2	100	60	205	1.5	2
3	100	50	220	2	1
4	100	55	215	1.5	2
5	100	50	220	1.5	4

Çizelge 24 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.9)

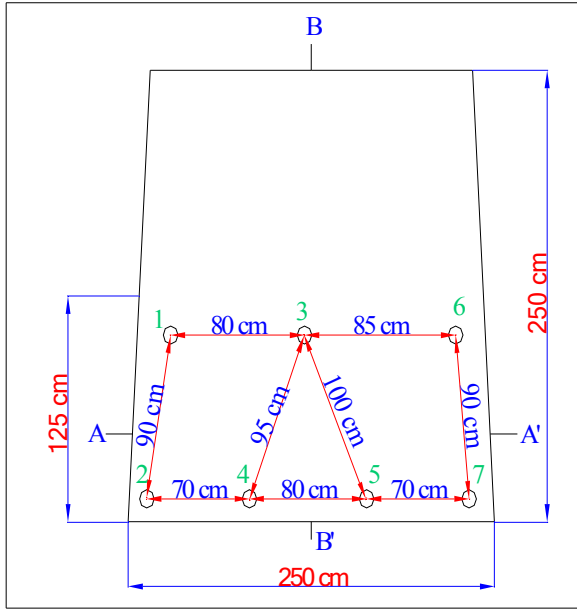
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.75
Delik sayısı	Adet	5
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.34
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	adet	5
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.240
Özgül şarj	kg/m ³	0.225
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 25
+30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 20
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	18.13
Delme verimliliği	%	75
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.29
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.45

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

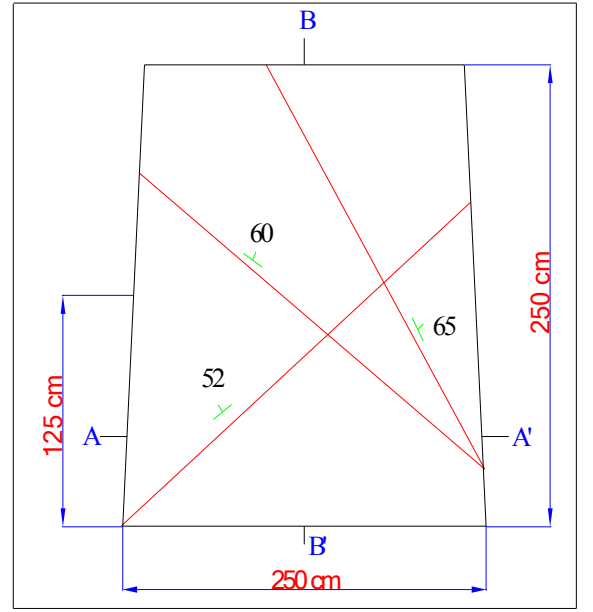
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

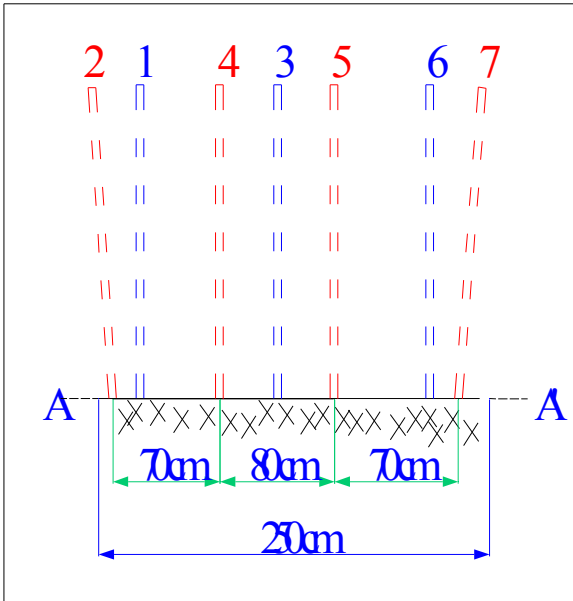
“306 Katı -3 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



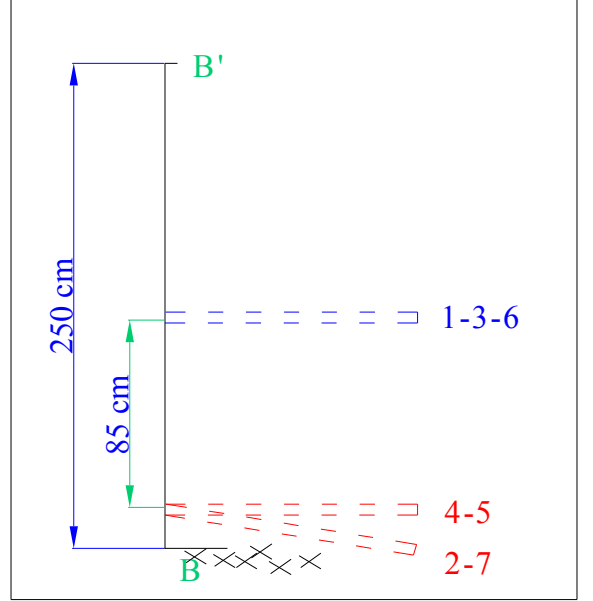
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 9. 306 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası atım paterni (Atım no.10)

Çizelge 26 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.10)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	80	50	190	1	5
2	80	45	185	1	5
3	80	55	195	1	5
4	80	55	205	1	5

Çizelge 27 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.10)

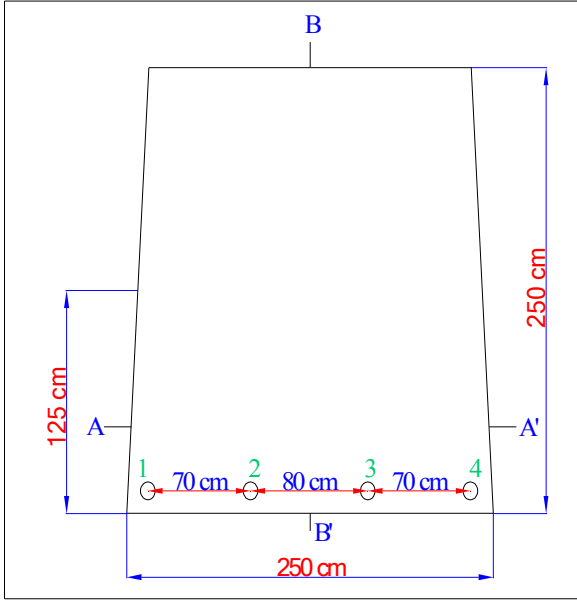
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.60
Delik sayısı	Adet	4
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.80
Ortalama sıkılama boyu	m	0.51
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	4
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	0.620
Özgül şarj	kg/m ³	0.140
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 30
+30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.24
Patlayıcı maliyeti	\$	13.55
Delme verimliliği	%	75
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.07
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.29

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

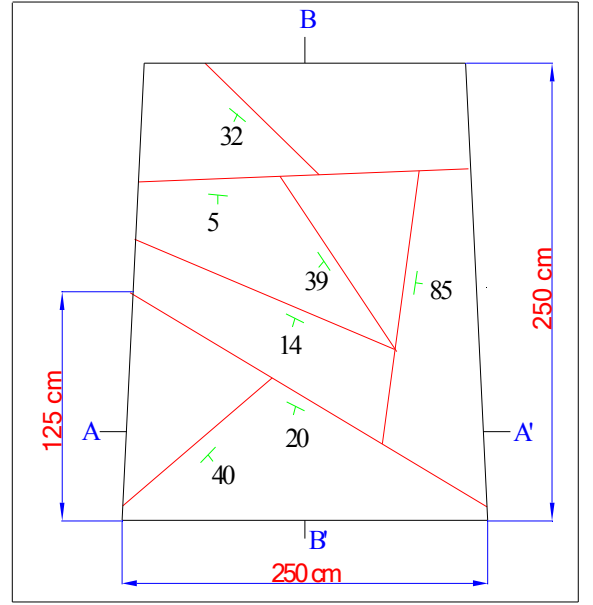
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

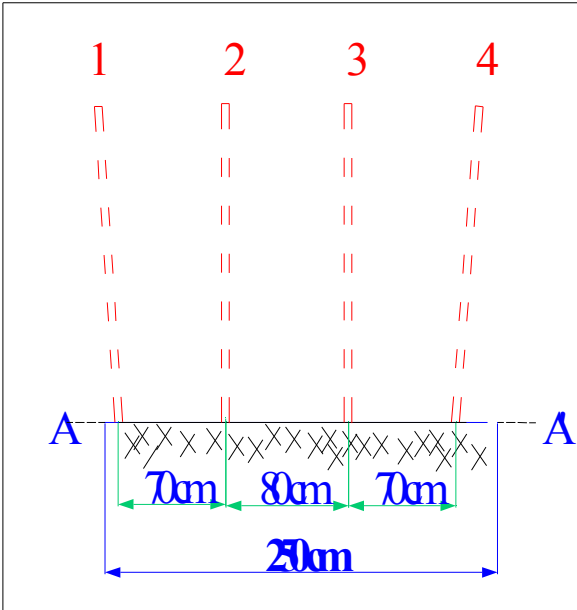
306 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



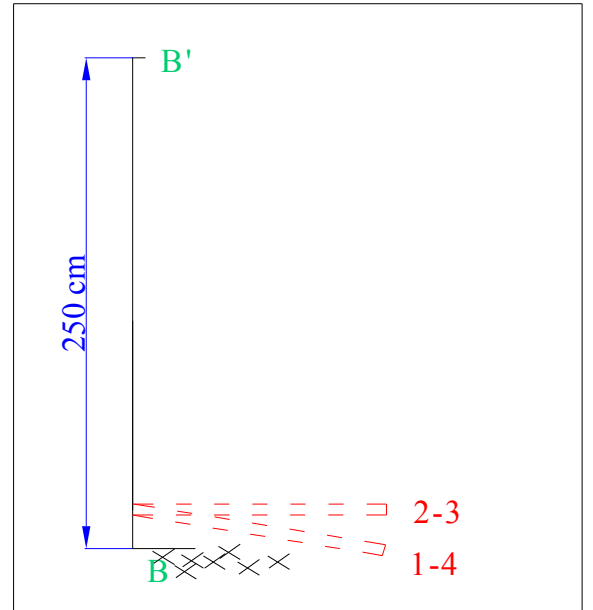
a) Önden görünüm



c) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 10 306 Katı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.11)

Çizelge 29 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.11)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	50	275	2	6
2	100	60	255	1.5	3
3	100	55	270	1.5	3
4	100	55	265	2	6

Çizelge 30 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.11)

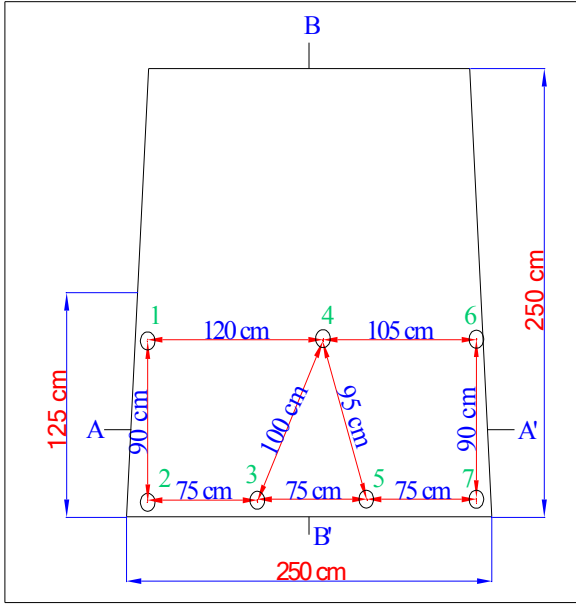
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.70
Delik sayısı	Adet	4
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.55
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	4
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.09
Özgül şarj	kg/m ³	0.197
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 35
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.22
Patlayıcı maliyeti	\$	15.06
Delme verimliliği	%	70
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/m ³	3.42
** Birim delme maliyeti	\$/m ³	0.45

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

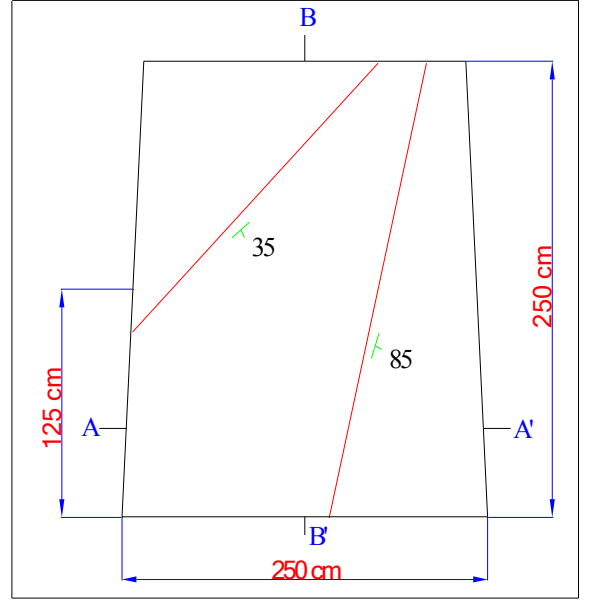
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

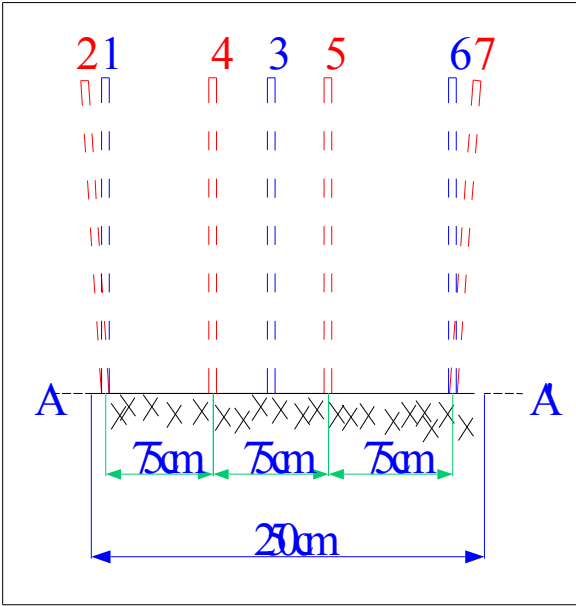
275 Katı -3 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



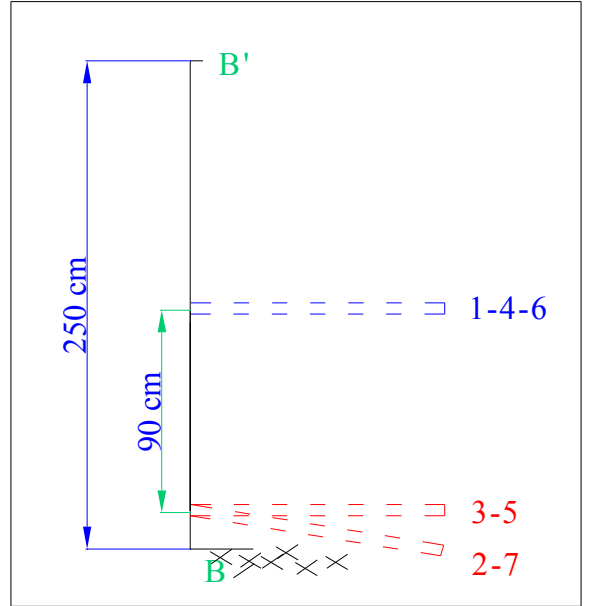
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 11 275 Katı -3 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.12)

Çizelge 32 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.12)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	75	235	1	1
2	100	65	230	1.5	5
3	100	60	220	1.5	6
4	100	55	225	2	0
5	100	60	215	1.5	1
6	100	75	210	1	6
7	100	60	205	1.5	5

Çizelge 33 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.12)

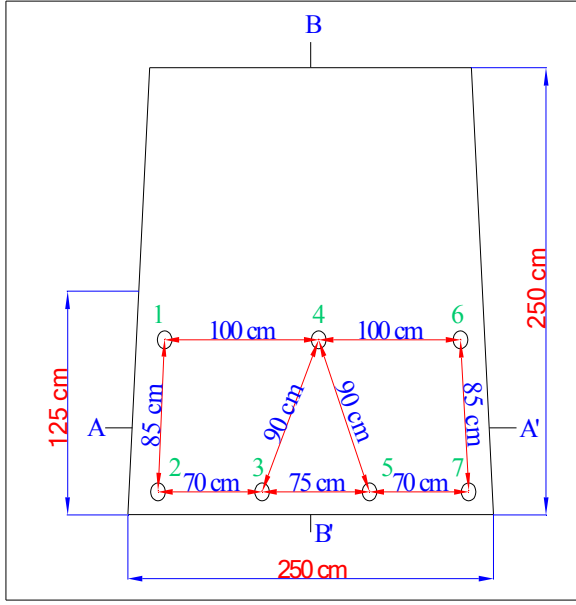
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		275 Katı -3 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.90
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1.0
Ortalama sıkılama boyu	m	0.64
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.550
Özgül şarj	kg/m ³	0.280
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 40
+30 cm;+ 5 cm		% 40
- 5 cm		% 20
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.23
Patlayıcı maliyeti	\$	24.25
Delme verimliliği	%	90
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.40
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.63

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

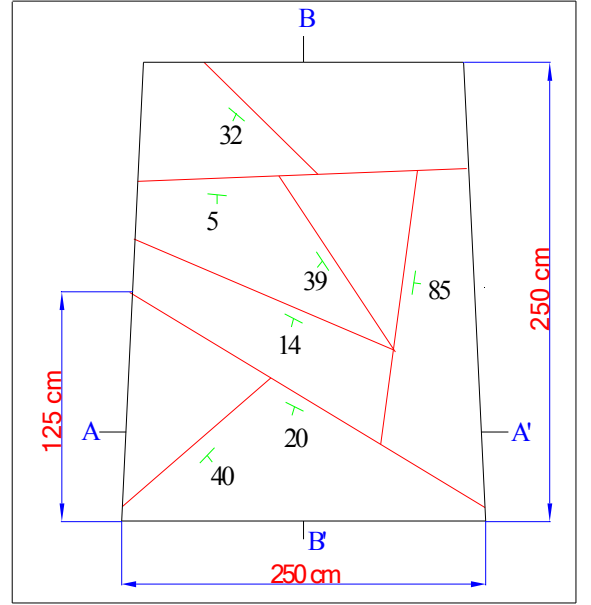
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

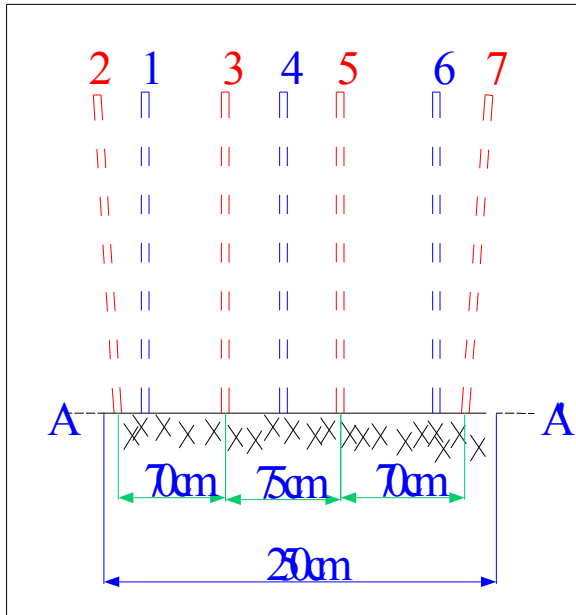
306 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



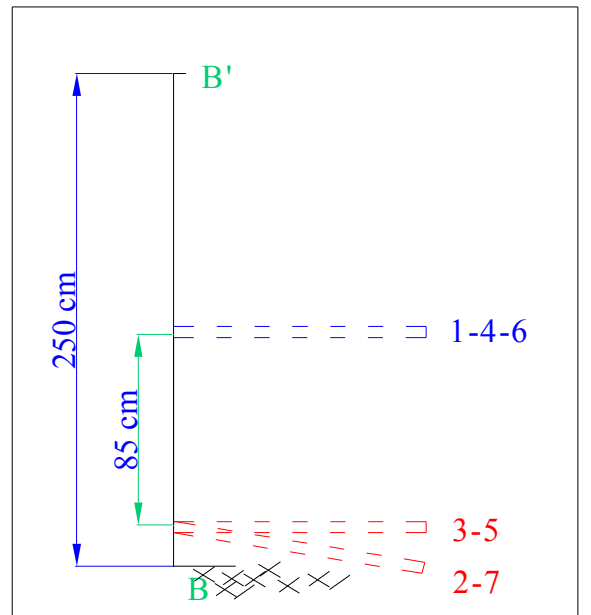
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 12 306 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.13)

Çizelge 35 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.13)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	90	65	210	1	3
2	100	75	230	1	9
3	100	75	225	1	6
4	90	40	205	2	0
5	100	75	215	1	6
6	90	65	220	1	3
7	100	75	200	1	9

Çizelge 36 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.13)

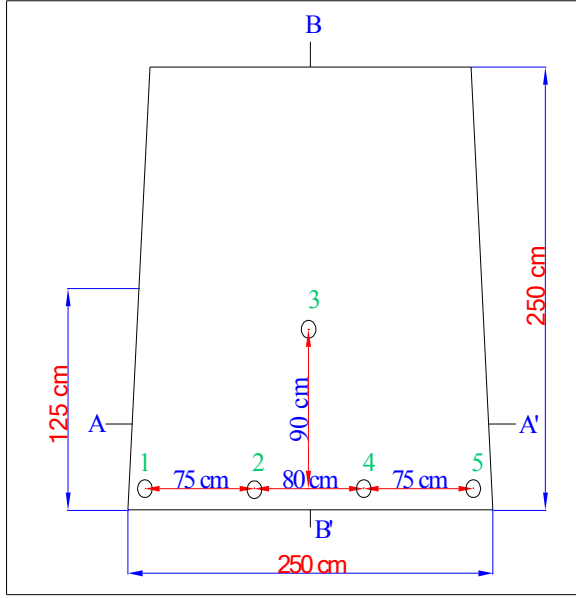
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		306 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.85
Delik sayısı	Adet	7
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.95
Ortalama sıkılama boyu	m	0.57
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	Adet	7
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.240
Özgül şarj	kg/m ³	0.225
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 20
+30 cm;+ 5 cm		% 55
- 5 cm		% 25
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.26
Patlayıcı maliyeti	\$	23.25
Delme verimliliği	%	89
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	4.45
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.64

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

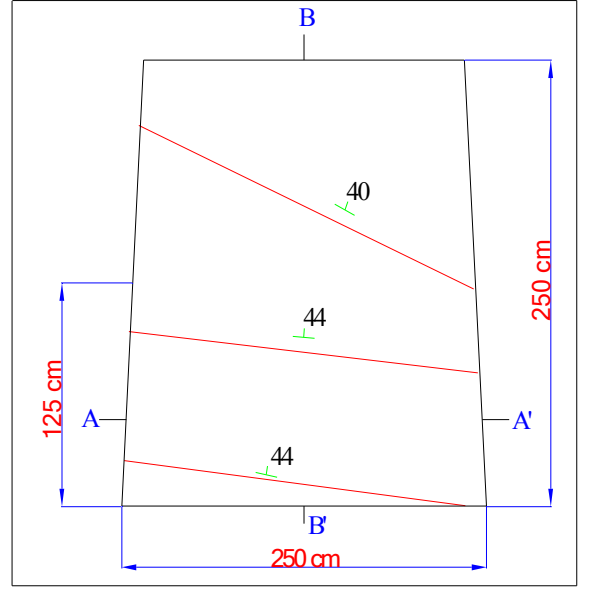
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

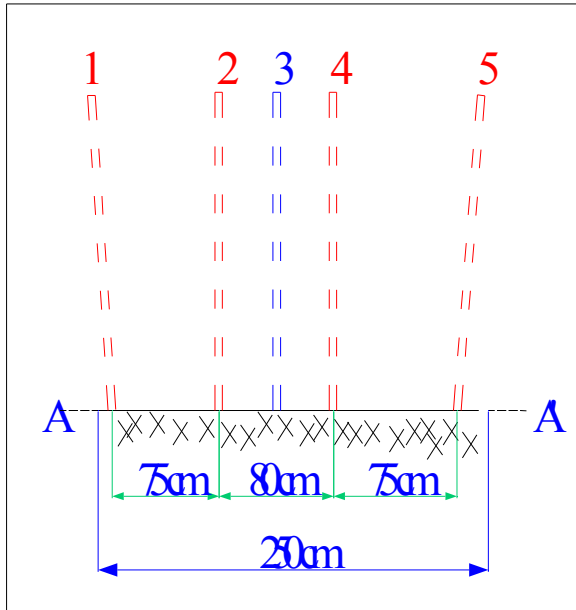
338 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



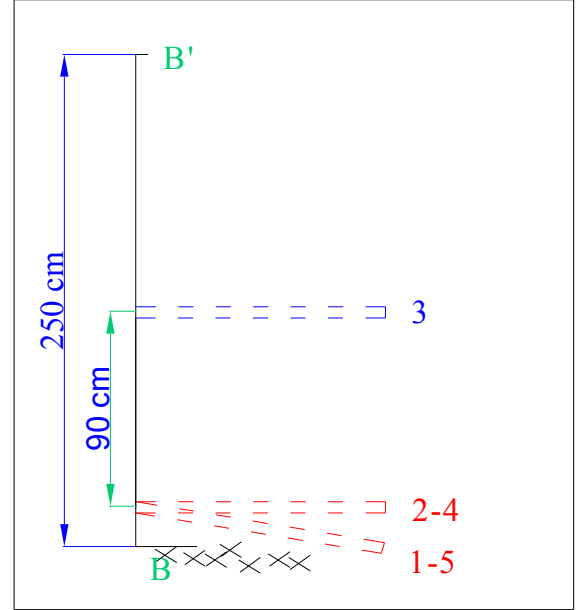
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 13 338 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.14)

Çizelge 38 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.14)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	55	215	2	10
2	100	60	210	1.5	6
3	90	65	200	1	0
4	100	60	205	1.5	6
5	100	50	220	2	10

Çizelge 39 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.14)

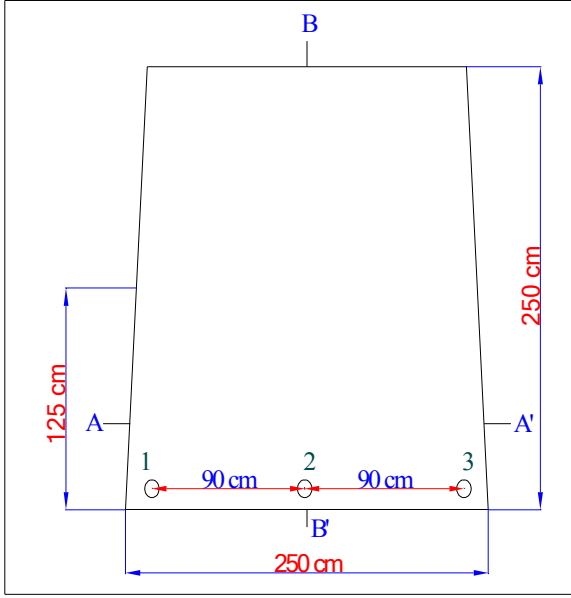
Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		338 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.75
Delik sayısı	Adet	5
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	0.98
Ortalama sıkılama boyu	m	0.58
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	adet	5
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.240
Özgül şarj	kg/m ³	0.225
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 35
+30 cm;+ 5 cm		% 50
- 5 cm		% 15
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.28
Patlayıcı maliyeti	\$	18.13
Delme verimliliği	%	76
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	3.29
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.44

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

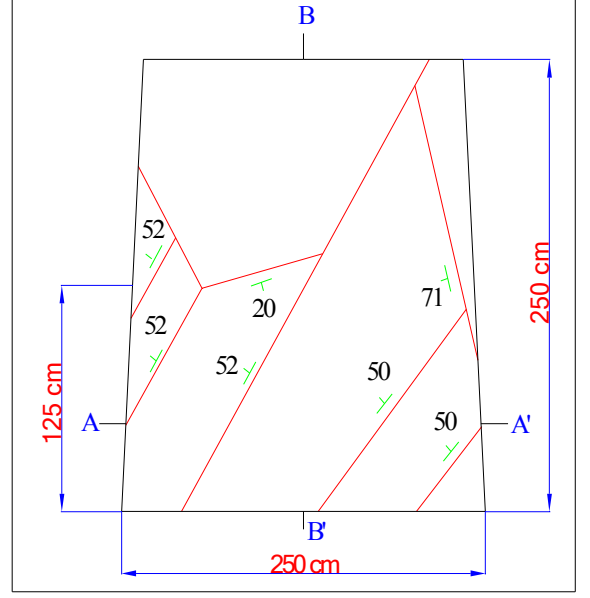
** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

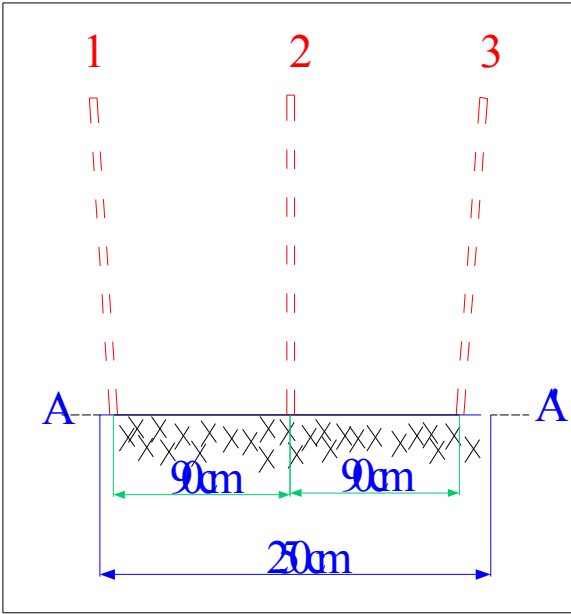
242 Katı -2 Izgara Altı Cevher Üretim Aynası



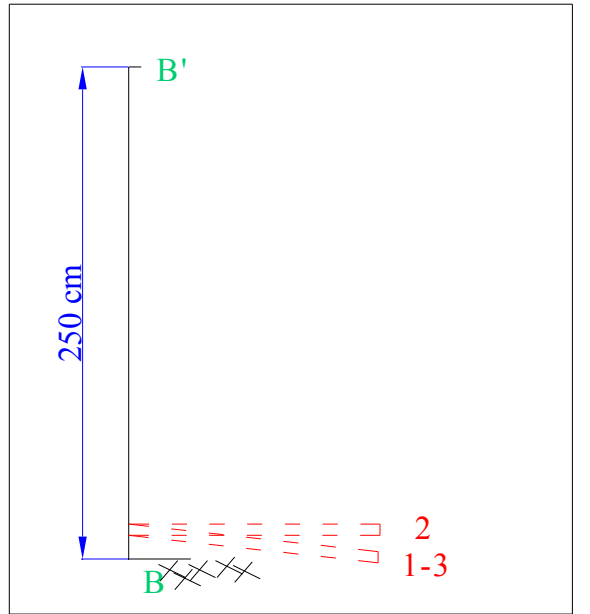
a) Önden görünüm



b) Aynada görülen süreksizlikler



c) A-A' Kesiti



d) B-B' Kesiti

Şekil 14 242 Katı -2 ızgara altı cevher üretim aynası atım paterni (Atım no.15)

Çizelge 41 Delme-patlatma veri formu (Cevher: Atım no.15)

Delik No	Delik Boyu (cm)	Sıkılama Boyu (cm)	Net Delme Süresi (sn)	Patlayıcı Madde (Adet)	Kapsül No
1	100	75	250	2.5	2
2	100	70	275	2.5	2
3	100	65	280	2.5	2

Çizelge 42 Delme-patlatma sonuçları (Cevher: Atım no.15)

Parametreler	Birim	
Atımın yapıldığı yer		242 Katı -2 Izgara Altı
Kaya birimi		Kromit (Cevher)
Patlatılacak ayna alanı	m ²	2.20x2.50
Patlatma sonrası yapılan ilerleme	m	0.70
Delik sayısı	adet	3
Delik çapı (Ø)	mm	32
Ortalama delik boyu	m	1
Ortalama sıkılama boyu	m	0.70
Ateşleme sistemi		Elektriksiz Kapsül
Patlayıcı madde cinsi		Emülsiyon Patlayıcı
Kullanılan exel kapsül sayısı	adet	3
* Kullanılan toplam patlayıcı miktarı	kg	1.16
Özgül şarj	kg/m ³	0.221
Tahmini boyut dağılımı		
60 cm;+ 30 cm		% 45
+30 cm;+ 5 cm		% 45
- 5 cm		% 10
Ortalama net delme hızı	m/dk	0.22
Patlayıcı maliyeti	\$	12.75
Delme verimliliği	%	70
Birim patlayıcı madde maliyeti	\$/ m ³	2.43
** Birim delme maliyeti	\$/ m ³	0.57

* 1 adet dinamit: 155 gr (27*225 mm), 1\$ =1.5 TL baz alınmıştır.

** Birim delme maliyeti= 0.5 \$/m³ * Toplam delik uzunluğu/ yerinde hacim

[0.5 \$/m³: İşletmeden alınan birim delme maliyeti (İşçilik, tij, basınçlı hava, amortisman vs.)]

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Ali DİRİKOLU
Doğum Yeri ve Tarihi	Siirt, 01.07.1978
Medeni Hali	Bekar
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Tınaztepe Mah 105 Sk. No:11 56000-Siirt
E-Posta Adresi	muhendis_ad@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Siirt Lisesi
Önlisans	Dicle Üniv. Bilgisayar Programcılığı, 2001
Lisans	Cumhuriyet Üniv. Maden Mühendisliği, 2006
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniv. Maden İşletme Anabilim Dalı, 2009

İş Tecrübesi

Park Elektrik A.Ş.	Yeraltı Bakır İşletmesi, Vardiya Mühendisi, 2006–2007
Ağaoğulları Madencilik	Yeraltı Krom İşletmesi, Vardiya Mühendisi, 2007–2008

Ödüller, Teşvikler ve Üyelikler

TMMOB/MMO	Üye–2006
-----------	----------

Sertifika

Teknik Nezaretçilik Belgesi

