



T.C.

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİİRT-MADENKÖY MADEN SAHASINDA
AÇILAN ÜRETİM KUYUSUNUN TEKNİK
AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ata SUÇİN

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını

**Kasım-2019
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Ata SUÇİN tarafından hazırlanan "Siirt-Madenköy Maden Sahasında Açılan Üretim Kuyusunun Teknik Açısından Değerlendirilmesi " adlı tez çalışması 21/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan
Prof.Dr.Mustafa AYHAN

Danışman
Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

Üye
Dr.Öğr.Üyesi Salih DİNÇ

Üye
Dr.Öğr.Üyesi M.Şefik İMAMOĞLU

Üye
Dr.Öğr.Üyesi Sarper ÖZTÜRK

İmza

.....

.....

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Samiye FİSİREK

FBE Müdürü

ENSTITÜSÜ

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ata SUÇİN

İmza :

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

SIİRT-MADENKÖY MADEN SAHASINDA AÇILAN ÜRETİM KUYUSUNUN TEKNİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ata SUÇİN

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN
İkinci Danışman: Prof.Dr. Mustafa AYHAN

Yıl, 2019, 70 Sayfa

Jüri

Başkan/İkinci Danışman Prof. Dr.Mustafa AYHAN
Danışman Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN
Dr.Öğr.Üyesi Salih DİNÇ
Dr.Öğr.Üyesi M.Şefik İMAMOĞLU
Dr.Öğr.Üyesi Sarper ÖZTÜRK

Yeraltı madenciliğinde kuyu yerinin, sağlam formasyonlar içerisinde ve cevher bloğuna yakın konumda seçilmesine dikkat edilir. Uygun kuyu yerinin belirlenmesinde sahada yapılan jeoteknik sondajlar önemli rol oynamaktadır. Daha sonraki aşama ise uygun kuyu açma yönteminin belirlenmesidir. Klasik kuyu açma yöntemi; delme-patlatma, nakliyat ve tahkimat gibi ana aşamalarından oluşmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Siirt Madenköy maden sahasında açılan üretim kuyusu; delme, patlatma, nakliyat, tahkimat, havalandırma ve drenaj çalışmaları teknik açıdan incelenmiştir. Kuyu açma kazısında uygulanan iki patlatma paterninin performansı karşılaştırılmıştır. 1. paternin özgül şarjı 2.65 kg/m^3 olurken 2. paternde özgül şarj 1.88 kg/m^3 olarak patlayıcı sarfiyatı yaklaşık oranında düşürülmüştür.

İkinci delme paterni ile delik sayısı ve patlayıcı madde sarfiyatı azaltılmış, kuyu ilerleme hızı arttırılmıştır. Bununla birlikte, daha düzgün kuyu kesiti elde edilmiştir. İkinci patlatma paterninin kuyunun tamamında uygulanmasının sakıncalı olduğu belirtilmiş olup, formasyon özelliklerine bağlı olarak paterninin düzenlenmesi gerektiğinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Delme-patlatma, Kuyu açımı, Kuyu drenajı, Kuyu havalandırması, Kuyu nakliyat, Kuyu tahkimatı

ABSTRACT

TECHNICAL EVALUATION OF PRODUCTION SHAFT DRILLED IN SİİRT- MADENKÖY MINE SITE

Ata SUÇİN

**Advisor: Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN
Second Advisor: Prof. Dr. Mustafa AYHAN**

Year,2019, 70 Pages

**Jury
President/ Second Advisor Prof. Dr.Mustafa AYHAN
Advisor Asst.Prof.Dr. Nuray ALPASLAN
Asst.Prof.Dr. Salih DİNÇ
Asst.Prof.Dr. M.Şefik İMAMOĞLU
Asst.Prof.Dr. Sarper ÖZTÜRK**

In underground mining, it is observed for the place of the shaft to be within solid formations and be close to ore block. Geotechnical drillings in the site play a significant role in determining the proper place for the shaft. The next stage is to determine the proper shaft drilling method. The classical shaft drilling method consists of main stages such as drilling–blasting, transportation and fortification.

In this study, the production shaft drilled in Siirt Madenköy mine site was technically evaluated in terms of drilling, blasting, transportation, fortification, ventilation and drainage works. The performance of two blasting patterns applied in shaft drilling were compared. The specific charge of the 1st pattern was 2.65 kg/m³ while the specific charge in the 2nd pattern was 1.88 kg/m³; therefore, explosive waste was approximately reduced. The number of holes and explosive waste were decreased with the second drilling pattern and the drilling pace was increased. Furthermore, a more proper well section was acquired. It was stated that it was undesirable to apply the second blasting pattern to whole of the shaft and the importance of adjusting the pattern according to the formation properties was stressed.

Keywords: Drilling-blasting, Shaft drilling, Shaft drainage, Shaft fortification, Shaft transportation, Shaft ventilation

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının başlangıcından sonuna kadar her aşamasında tecrübelerini ve bilimsel katkılarını esirgemeyen, desteklerini her daim hissettiğim kıymetli danışman hocalarım, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN ve Sayın Prof. Dr. Mustafa AYHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Feridun Emre YİĞİMLİ, Mehmet SARITAŞ, Yılmaz ÖDÜMLÜ ve Ercan ALPHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın hazırlanma aşamasında maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen değerli aileme teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ata SUÇİN
BATMAN-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1.Amaç ve Kapsam	2
1.2. İnceleme Alanı Tanıtımı ve Çevresinin Genel Karakteri	2
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3.MATERYAL ve METOT	6
3.1. Maden Kuyuları	6
3.1.1. Dairesel Maden Kuyusu.....	7
3.2. Delme ve Patlatma	7
3.2.1. Patlatmanın Tanımı.....	8
3.2.2. Patlayıcı Maddeler	8
3.2.3. Patlatma Sonucunu Etkileyen Faktörler	10
3.3. Yeraltı Patlatmaları Temel Prensipleri ve Farklı Kesitlerde Kuyu, Galeri ve Şaft Patlatmaları	11
3.3.1. Patlatmanın Mekanizması.....	11
3.3.2. Kayanın Patlayıcılar Karşısındaki Davranışı	12
3.3.3.Serbest Yüzeyin Yaratılması	13
3.3.4. Paralel Kesme (Paralel Cut, Burn Cut) Yöntemi	14
3.4. Kuyu Patlatmaları	18
3.5. Kuyularda Patlatma Planlaması	18
3.5.1. Kazı Kesiti	18
3.5.2. Şarj.....	19
3.5.3. Kuyu Uzunluğu.....	19
3.5.4. Kaya Tipi	19
3.5.5.Kaplama Beton	19
3.5.6. Çevresel Etkiler.....	19
3.6. Delme ve Patlatma Döngüsü (Cycle).....	19
3.6.1. Delme.....	20

3.6.2. Şarj ve Patlatma	20
3.6.3. Havalandırma.....	21
3.6.4.Kazı.....	22
3.6.5. Nakliye.....	22
3.6.6. Kontrol.....	22
3.6.7. Tahkimat	23
3.6.8. Su Drenajı	23
3.6.9. Diğer	23
3.7. Kuyu Kazı İlerlemesini Etkileyen Faktörler	23
3.8. Kuyu Patlatmalarının Değerlendirilmesi	24
3.9. Kuyu Patlatma Prensipleri	24
3.9.1.Kesme Delikleri	24
3.9.2. Tarama Delikleri.....	25
3.9.3. Çevre Delikleri.....	25
3.10. Kuyu Patlayıcı Şarjı	25
3.10.1. Kartuşlu Patlayıcıları Şarjı.....	25
3.10.2. ANFO Şarjı	26
3.11. Yeraltı Patlatmalarında Ateşleme Sistemleri ve Gecikme Aralıkları	27
4.TARTIŞMA ve BULGULAR	30
4.1. İnceleme Alanı Jeolojisi.....	30
4.1.1. Kireçtaşı Döküntüsü (Moloz)	32
4.1.2. Konglomera	35
4.1.3.Kırmızı Kireçtaşı.....	35
4.1.4. Spilit.....	35
4.1.5. Kireçtaşı.....	36
4.1.6. Alterasyon.....	36
4.1.7. Sahada Aynaları görülebilen Fay bilgileri	36
4.2. İnceleme Alanında Yapılan Kuyu Çalışmaları	37
4.3 Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Delme Patlatma Çalışmaları	41
4.3.1 Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Delme İşlemi.....	42
4.3.2 Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusunda Kullanılan Delici Makine.....	43
4.3.2.1. Kullanılan Rot.....	44
4.3.2.2. Kullanılan Şank.....	44
4.4. Patlatmalarda Kullanılan Patlayıcı Sarfiyatı.....	45
4.4.1. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Şarj İşlemi.....	46

4.5. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Tahkimat işlemleri	46
4.5.1. Püskürtme Beton.....	47
4.5.2. Çelik Hasır	48
4.5.3. Kaya Cıvatası Montajı (Ankraj)	48
4.5.4. Demir Donatı	49
4.6. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Nakliye İşlemi.....	51
4.7. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Su Drenajı	54
4.8. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Havalandırma İşlemi.....	54
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	56
5.1.Öneriler	57
6.KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

ANFO : Amonyum Nitrat + Fueloil Karışımı Patlayıcı Madde

MTA : Maden Tetkik Arama

1. GİRİŞ

Madencilikte kuyu ihtiyacı duyulan saha, jeoteknik sondaj verileri, emniyetli konum ve cevher bloğunun mesafesine bağlı projelendirilir. Kuyu projesinin birinci basamağı çalışma sahasındaki konumudur, konumlandırılan alan emniyetli iş sirkülasyonu ve yer altı cevher bloğuna en yakın yerde kazım işlemi yapılmalıdır. Kuyu maden projesi kapsamında uzun yıllar personel, ekipman ve cevher nakliyesini yapacaktır. Proje sürdürülebilirliği için lojistik ihtiyaç olan havalandırma, drenaj sistemleri, elektrik, basınçlı hava ve su gibi temel ihtiyaçların yeraltına ulaştırma işlemleri kuyu yardımı ile gerçekleştirilecektir. Bu işlemlerin uzun yıllar kuyu ile yapılması planlandığı için emniyetli yer ve cevher bloğuna en yakın yerde konumlandırılması ulaşım ve ekipman maliyeti açısından önem arz etmektedir.

Konumu belirlenen kuyu projenin ikinci aşaması olan kuyu açma yöntemidir. Kuyu açma yöntemi; delme, patlatma, nakliye ve tahkimat gibi ana işlemleri kapsamaktadır. Ana işlemlerin en önemli basamağı ilerleme işlemini yapan delme ve patlatma operasyonlarıdır.

Bir patlatmanın performanslı bitirilebilmesi kaya tipi, patlayıcı madde cinsi ve patern dizayn değişkenlerinin birbirine uygunluğuna bağlıdır. Performanslı bir patlatma; patar patlatmaya gerek görmeyecek, kırıcıyı durdurmaya meydan bırakmayacak bir kırılma, kazmaya uygun ve kazma yükleme işlemi esnasında harcanacak zamanı ve maliyeti en aza indirecek bir yığın, askıda kaya kalmamış ve geri kırılma yapmamış emniyetli bir ayna oluşturulması ile mümkündür. Eğer patlatma yerleşim merkezi etrafında yapılıyorsa, çevre binalara zarar vermeyecek bir yer titreşimi ve hava şoku elde edilmesi, gibi özelliklerle ölçülür. Olaya maliyet açısından bakıldığında ise, delme maliyeti, patlayıcı madde maliyeti ve patlatmadan sonraki yukarıda belirtilen ikincil işlemlerin maliyetlerine, toplam (patlatma maliyeti) olarak bakmak gerekir. Optimum maliyet, ancak elde edilen birim hacim ya da ağırlıktaki kayanın, en az toplam maliyetle elde edilmesidir. Dolayısıyla eğer maliyet faktörü, harcanan toplam para/elde edilen kaya, olarak alınırsa, optimum patlatma sonucu, ancak toplam maliyeti en aza indirmekle olanaklıdır (Tosun, 1991).

1.1.Amaç ve Kapsam

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Siirt Madenköy maden sahasında açılan üretim kuyusunun delme, patlatma, nakliye, tahkimat, havalandırma ve drenaj çalışmaları değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, sahada uygulanan delme patlatma çalışmalarının mekanizması, delme paterni ve patlatma performansı formasyon açısından araştırılmıştır. Ayrıca maden sahasında açılan üretim kuyusunun iki delme paterni ile denemesi yapılarak, jeoteknik sondaj kuyuları açılan lokasyon için uygun delme paterni geliştirilerek tartışılmaya sunulmuştur.

1.2. İnceleme Alanı Tanıtımı ve Çevresinin Genel Karakteri

Siirt ilinin Şirvan işletmesine bağlı Madenköy de bulunan bakır sahasının rezerv arama ve değerlendirme çalışmaları 1969 yılında MTA'nın gerçekleştirdiği jeolojik ve jeofizik yöntemlerle başlamış ve sonraki yıllarda arama sondajları ile devam etmiştir. Park elektrik A.Ş Madenköy sahasını 2004 yılında devralmış, bir yandan sahada arama ve rezerv değerlendirme çalışmalarını sürdürürken, 2005 yılından itibaren de madencilik faaliyetlerine başlamıştır. Haziran 2006 yılında bakır cevheri zenginleştirme tesisini devreye alarak konsantre üretimine başlamıştır. 2005-2012 yılları arasında arakatlı göçertme metodu uygulanarak tüvenan cevher üretimi yapılmıştır. Daha sonra 2012 yılında açık ocak madenciliği yöntemine geçilmiştir. Ancak, 17 Kasım 2016 tarihinde yaşanan şev kayma (heyelan) olayından sonra maden işletmesi yönetimi el değiştirerek, Cengiz Holding'e geçmiştir. O tarihten bu yana Cengiz Holding yönetiminde üretim faaliyetleri devam etmektedir.

İşletme sahasının genel özellikleri incelendiğinde, alanın yakınında yer alan yüzeysel su kaynakları kuru dere özelliğinde olup, mevsimsel yağışa bağlı olarak akış gösterirler. İşletme sahasında göl, baraj, gölet ve sulak alan bulunmamaktadır. En yakın yüzeysel su kaynağı, Madenköy'ün de içerisinden geçen Yar Deresi, bir diğeri de Sumbül deresi'dir. Ancak bu dere, mevsimsel akışlı olup, yaz aylarında kurumaktadır. Şekil 1.1'de inceleme alanı yer bulduru haritası verilmiştir.



Şekil 1.1.İnceleme alanı yer bulduru haritası

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Delme Patlatma hakkında birçok araştırmacı çalışmış olup verim, boyut analizi ve sarsıntı hakkında yapılan çalışmalar öne çıkmaktadır.

Bayrakçı (2007) Aydın Linyit İşletmeleri delme patlatma işlemlerinin iyileştirmesi konulu yüksek lisans tezinde, patlatma sonrası gözlemlerin önemine değinerek, mevcut durum patlatma çalışmalarında yapılan hataları tespit ederek işletme kaya karakteristiklerine göre optimum bir patern önerisi geliştirmiştir.

Sayınbatur (2011) Açık ocak maden işletmelerinde patlatma delikleri ve patern tasarımı üzerine bir araştırma konulu yüksek lisans tezinde; SLİ işletmesindeki patlatma çalışmaları incelemiş, delme-patlatma maliyetinin tek başına düşürülmesinin bir verim olarak gösterilemeyeceği ve ardışık diğer faaliyetler üzerinde etkisinin analiz edilmesinin daha önemli olduğuna değinerek, işletmede uygulanan kare düzenine yakın şaşbeş yönteminin eşkenar üçgen şaşbeş yöntemi olarak değiştirilmesi gerektiğini önermiştir.

Afat (2010) Adana – Yumurtalık bölgesinde sanayi yapıları için Kızıldere formasyonunda patlatma-kazı işleri konulu yüksek lisans tezinde, AYAS termik santrali kazı sahası yakınında bulunan İSKEN termik santrali yapılarının titreşimden etkilenimleri için ölçüm ve araştırmalar yapmış olup, ulusal ve uluslararası titreşim hasar sınırlarını kullanarak, kontrollü basamak patlatması önermiştir.

Bayraktaroğlu (2003) kömür dekapajında optimum delme-patlatma tasarımı–Garp Linyitleri İşlemesinde bir saha çalışması konulu tez çalışmasında delme patlatma sistemlerinde etkin olan parametreleri tespit ederek, yöntemleri incelemiştir. Garp Linyitleri İşletmesi mevcut tasarım modelleri incelemiş, deneme tasarımları geliştirerek saha uygulama sonuçlarını karşılaştırmıştır. Kazı, yükleme nakliyat maliyetleri ile bir arada değerlendirilmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varmıştır.

Cevizci (2010) Açık ocak patlatmalarında sıkılama parametresinin patlatma verimliliğine etkisi konulu doktora tezinde, patlatmalarda sıkılama malzemesi olarak alçı kullanmış, verim ve parça boyutu üzerinde etkisini tespit etmiş olup, kırmataş sektöründe kullanılabilecek verim arttırıcı bilgiler elde etmiştir.

Özdemir (2009) yapmış olduğu çalışmada, delme patlatma maliyetlerinin belirli bir noktadan sonra ne kadar arttırılırsa arttırılsın, patlatma sonrası maliyetleri fazla etkilemeyeceği için gereksiz bir maliyet fazlalığı oluşturacağını vurgulamıştır. Tek başına delme-patlatma maliyeti, daha az patlayıcı kullanılarak düşürülebilir. Fakat

yükleme taşıma ve kırma maliyetleri yükseleceğinden işletme ekonomisine olumsuz yansımaktadır. Buna karşın genelde tercih edilen seçenek delme patlatma maliyetini yüksek tutarak toplam kırma sonrası stok maliyetini düşürmektir. Fakat bunu yaparken de dikkat edilmesi gereken önemli nokta toplam kırma sonrası stok maliyetinin en düşük olduğu seçeneğin tercih edilmesidir.

Kahriman (1995) doktora tez çalışmasında, Sivas selestit madeninde gerçekleştirilen basamak patlatma çalışmalarını ve patlatma sonrası ardışık işlem faaliyetlerinin performansını ve buna bağlı olarak maliyetlerini incelemiştir. Çalışmasında aynı basamakta mevcut bulunan cevher zonlarını fiziksel farklılıklarından dolayı üçe ayırmış ve bu 3 ayrı basamakta değişik patlatma parametreleri kullanarak deneme atımları yapmış ve her atımdan sonra elde edilen patlatma sonuçlarını irdelemiştir. Patlatma sonrası yapılan ripperleme, hidrolik kırıcı kullanımı, parçalanma derecesi ve çevresel etkiler gibi parametreleri göz önünde bulundurarak yaptığı çalışma sonrası, bu saha için ardışık işlem faaliyetlerini en optimum performans ve maliyetle çalışmasını sağlayan nihai patlatma tasarımlarına ulaşmıştır. Kahriman'ın yaptığı bu çalışma, parça boyut dağılımındaki değişim tüm ardışık işlem maliyetlerine belirli oranlarda etkisi olduğunu ve bunun sistematik bir şekilde araştırılması gerektiğini göstermiştir.

Aksoy ve Yalçın (1999) yapmış oldukları çalışmalarında kırmataş ekonomik analizlerini yapmışlar ve agrega maliyet unsurlarının toplam maliyet içerisindeki paylarını hem galeri atma (patlaması) yöntemi hem de basamak patlatma yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Genel olarak bir agrega tesisinde en yüksek maliyetin kırma maliyeti (% 40) en düşük maliyetin ise delme maliyeti (% 10) olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Siirt Madenköy Bakır Madeni sahasında açılan üretim kuyusunun delme, patlatma, nakliye, tahkimat, havalandırma ve drenaj çalışmaları teknik açıdan incelenmiştir.

Yeraltı patlatmaları ve farklı kesitlerde kuyu, galeri ve shaft patlatmaları, açılan kuyularda uygulanan tahkimat işlemleri, havalandırma ve drenaj sistemleri, sahada uygulanan delme patlatma çalışmalarının mekanizması, delme paterni ve patlatma performansı formasyon açısından araştırılmıştır. Maden sahasında açılan üretim kuyusunun iki delme paterni ile denemesi yapılarak, jeoteknik sondaj kuyuları açılan lokasyon için uygun delme paterni geliştirilerek tartışılmaya sunulmuştur.

3.1. Maden Kuyuları

Yeraltı madencilik çalışmalarında düşey kuyuların ana görevleri; yeraltı çalışmaları için gerekli temiz havanın, tahkimat malzemelerinin, basınçlı havanın, haberleşme ve aydınlatma amaçlı iletim hatlarının yeraltına iletilmesinde ve ayrıca yeraltından üretilen cevherin yeryüzüne nakliyesinde bir yol görevi görmektir. Kuyu açma, büyük hazırlıkların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Kuyu, istenilen derinliğe ulaştıktan sonra kuyudan itibaren diğer hazırlıklara başlanır. Kuyunun açıldığı kayaç sağlam ve az su gelirine sahipse normal kuyu açma yöntemleri uygulanır. Buna karşı kayaç sağlam değil ve fazla su gelirine sahipse veya bu iki husus birlikte etki ediyorsa özel kuyu açma yöntemlerinin uygulanışı zorunlu hale gelmektedir (Saltoğlu, 1976).

Kuyu kesitleri kare, dikdörtgen, daire ve elips olarak ele alınabilir. Kuyunun birinci işlevi olan nakliye ele alınırsa en uygun kesit kare ve dikdörtgen kesit olmaktadır. Fakat duraylılık açısından değerlendirilirse yeraltı arazi gerilmelerinin en uygun dağılım gösterdiği kesitin daire kesit olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sığ derinliklerde kare ve dikdörtgen kesit tercih edilirken derinliğin arttığı madenlerde genelde daire kesit tercih edilmektedir. Maden kuyu kazısında tahkimat tasarım çalışmalarında kaya kütle özellikleri, derinliğe bağlı arazi gerilmeleri ve beton tahkimat özellikleri öncelikle önem kazanmaktadır (Hussaini ve ark.,2018).

Maden işletmeciliği amaçlı yeraltında açılan galeriler, kuyular, gaz depoları gibi geniş yeraltı açıklıklarının tasarımları karmaşık jeolojik ve jeoteknik özelliklerden dolayı oldukça güçtür.

Kuyunun yerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken ilk kriter yüzey topografyasıdır. Altyapı çalışmalarını destekleyen ve cevher çıkarılması sırasında en efektif kullanılabilecek noktaya açılmalıdır. İkincil olarak, kuyuyu çevreleyen duvarların etrafındaki kayaların özelliklerine dikkat edilmelidir. Sonrasında yapılması gereken kaç adet kuyu açılacağına karar vermektir. Minimum kuyu sayısı ikidir bunlardan biri madencilerin transportunun yapıldığı, cevherin kova sistemiyle çıkarıldığı ana kuyudur. İkincisi ise hava sirkülasyonunun sağlandığı kuyudur (Ünalan, 2012).

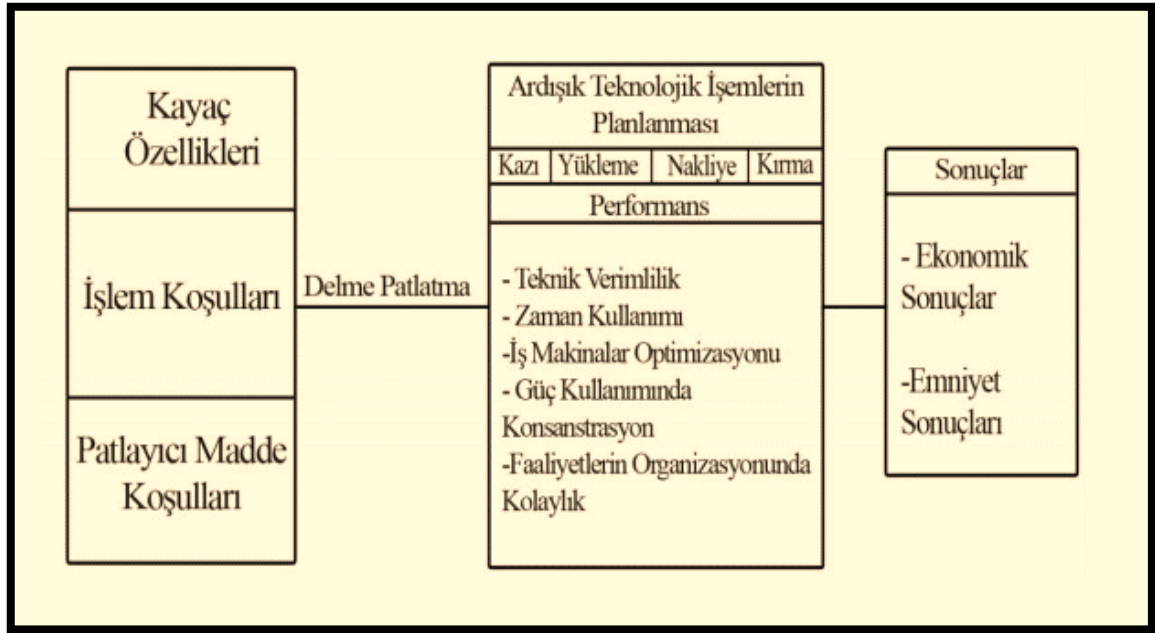
3.1.1. Dairesel Maden Kuyusu

Yaygın olarak rastlanan kuyu türü dairesel ve eliptikal kuyu tipidir. Sığ madenlerden, çok derin madenlere kadar geniş bir alanda tercih edilirler. Dairesel yapı genel olarak, kuyu genişliğinin beş metreyi aştığı durumlarda kullanılır. Kuyuyu çevreleyen kayaların yan yüzeye yaptığı baskıyı, olabildiğince eşit yayması da bir avantajıdır. Kuyunun şekli, duvarlarında kullanılan betonun yapısından tam olarak fayda sağlanmasına yardımcı olur. Kuyuyu çevreleyen duvar aynı açıda olduğundan, makinanın kuyuyu açması basittir. Bu makina alanı bir matkap gibi deldiği için dairesel kuyunun açılmasında kolaylık sağlar (Ünalan, 2012).

3.2. Delme ve Patlatma

Maden ve kuyu faaliyetlerinde temel ve en önemli prosesi oluşturan kazı işlemlerinin, makineli tekniklerle gerçekleştirilmesi, kayaçların kütle özellikleriyle ve kullanılmakta olan teknoloji ile sınırlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu sınırı aşan delme ve patlatma teknolojisi doğrudan kazı veya gevşetme kazısı olarak büyük bir önem arz etmekte ve ekonomik ölçüleri içinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ceylanoğlu ve ark.,1993). Bir yandan delme teknolojisiyle ilgili yeni araştırmalar yaparak çözilememiş sorunlara yanıt aramaya ve tüm operasyonlar için uygun makine tip ve kapasite optimizasyonuna gereksinim vardır. Burada özellikle primer kırıcıların devreden kaldırılmasını ve kütle ötelenmesini hedefleyebilmek mühendisler için nihai

bir ideal olmalıdır (Kahriman, 2003). Şekil 3.1’de Delme ve patlatmanın üretim sürecindeki yeri ve önemini gösteren şema verilmiştir (Kahriman,2003).



Şekil 3.1. Delme ve patlatmanın üretim sürecindeki yeri ve önemi (Kahriman, 2003)

3.2.1. Patlatmanın Tanımı

Madencilik kazı çalışmalarında kayaçların parçalanabilmesi için kullanılan patlatma yönteminde amaç patlayıcı maddeler kullanılarak çok kısa bir zaman dilimi içerisinde çok yüksek oranda parçalama enerjisinin ortaya çıkarılmasıdır.

Patlatma mekanizması; saniyenin binde biri gibi kısa bir sürede, çok yüksek basınç ve sıcaklıktaki gazın ortaya çıkardığı enerji ile oluşmaktadır. Patlatma deliği cidarları vasıtası ile kayaca aktarılan bu enerji, kayacı belli zonlarda, uzaklaşma ile ters orantılı parçalanma etkisi altına almaktadır. Bir delik içerisinde patlatma bölgesi birincil zonda Parçalanma bölgesi, ikinci zonda kırılma, üçüncü zonda çatlama ve dördüncü zonda sismik bölge etkisi oluşturur (Kahriman, 2002).

3.2.2. Patlayıcı Maddeler

Patlayıcı maddeler, çevreden herhangi bir etkenin kimyasal katkısına ihtiyaç duyulmaksızın, ısı, darbe veya sürtünme sonucu hızlı bir şekilde reaksiyona girip, genelde gaz ürünleri ortaya çıkaran organik ve inorganik bileşimlerdir. Bu kavramda

çevreden herhangi bir etkenin katkısının olmaması özellikle vurgulanarak, atmosferik gazın konsantrasyon ve miktarına bağlı patlama sınırı olan metan gibi gazlar bu kavram dışında bırakılmıştır. Bu kavram altında değerlendirilen dinamit, atmosferik ortamın nitelik ve miktarına bakılmaksızın gerekli mekanik şok ile reaksiyon başlatabilmektedir (Sayınbatur, 2011).

Reaksiyon sonucu yüksek ısı ve basınçlı bir gaz çıkışı olur. Bu yüksek basınçlı gaz, çatlama kesme ve parçalanmaya sebep olur. Eğer reaksiyon alev alacak olursa ve ses hızı altında bir yayılma hızına sahipse buna yanma, reaksiyon basınç nedeniyle bir sıkıştırma darbesi oluşturuyorsa ve ses hızının üstünde ise buna patlama denir (Bayraktaroğlu, 2003).

İşletme maliyetlerinde önemli bir yeri olan patlatma işlemlerinin gerekli hassasiyetle yapılabilmesi ve patlayıcı maddelerden azami faydalanılabilmesi ancak doğru patlayıcı madde seçimi ve uygun delik geometrisi ile sağlanabilir (Bilgin, 1993).

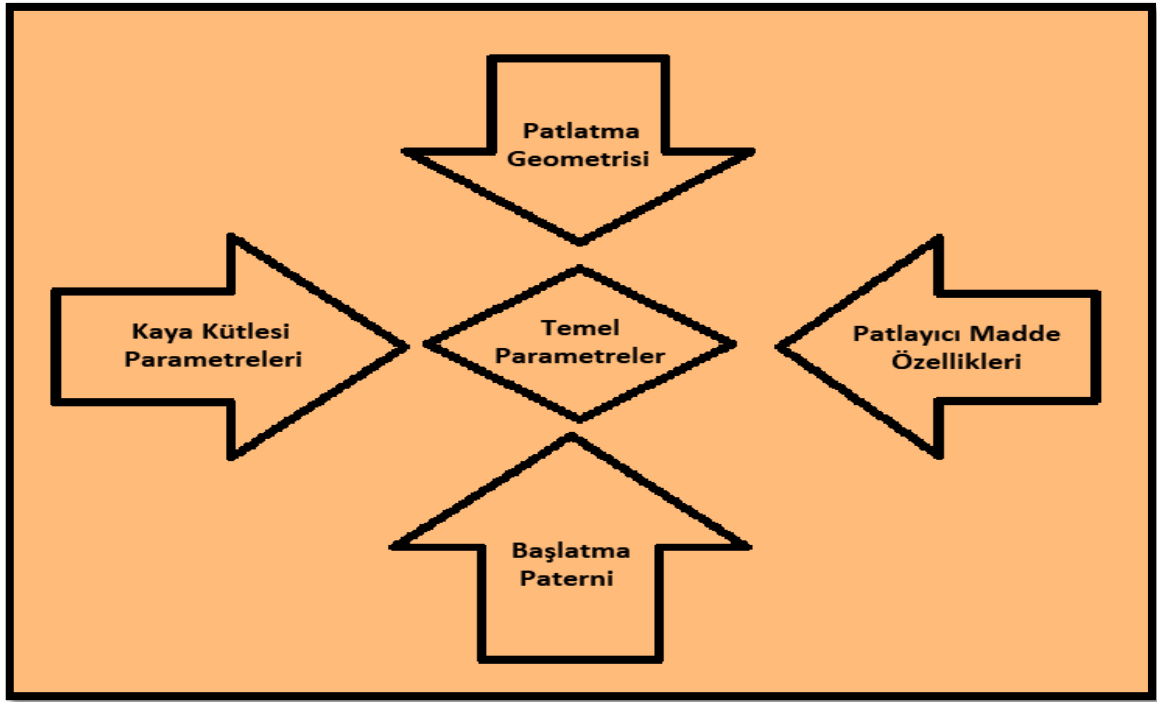
Patlayıcı Maddelerin teknik özellikleri, detonasyon hızı, detonasyon basıncı, kuvvet, yoğunluk, duyarlılık, suya dayanıklılık gibi özelliklerdir. Detonasyon patlama şoku anlamında olup, hızı ve basıncı parçalama mekaniği için önemli faktörlerdir. Duyarlılık detonasyonun başlaması için gerekli fiziksel etki olup, patlayıcılarda “kapsüle duyarlı” , “yemlemeye duyarlı” kavramları ile belirtilmektedir (Bayraktaroğlu, 2003).

Teknolojik gelişmeler ile beraber, değişik cins ve özellikteki patlayıcı maddeler sanayide kullanılmaktadır. Alfred Nobel’in 1864 yılında, nitrogliserini bulması ile başlayan süreç değişik kullanım alanlarına cevap vermek için gelişimini sürdürmüştür. Nitrogliserinin bulunmasından günümüze kadar, patlayıcı maddeler, değişik kullanım alanlarına cevap verebilecek şekilde gelişimlerini sürdürmüşlerdir. 1950’li yıllardan itibaren ANFO patlayıcı madde olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kullanımını kolay olması, ucuz ve emniyetli olmasından dolayı ANFO ve benzeri emülsiyon çeşitleri toplam patlayıcı tüketiminin % 90’ını oluşturmaktadır. Ülkemizde de dünyada olduğu gibi patlayıcı maddelerin büyük bir kısmı açık işletmelerde kullanılmaktadır.

Patlayıcı maddeler yüksek patlayıcılar ve patlayabilir karışımlar olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Yüksek patlayıcılar, yüksek detonasyon hızı, yüksek basınçlı şok dalgası, yüksek yoğunluk ve kapsüle duyarlılık şeklinde karakterizedir. Nitrogliserin bazlı, watergel, emülsiyon patlayıcılar olmak yüksek patlayıcılar üç kısma ayrılır. Patlayabilir karışımlar ise ANFO (amonyum nitrat-fueloil) ve değişik katkı maddeleri ile duyarlı hale getirilen karışımlardır (Bayrakçı, 2007).

3.2.3. Patlatma Sonucunu Etkileyen Faktörler

Patlatmalarda hedeflenen güvenli, teknik ve ekonomik bir tasarımıdır. Bu tasarımı için birçok faktör etkin rol oynamaktadır. Patlayıcı madde türü ve özellikleri, patlatma geometrisi, kayaç birimlerini madde ve kütle özellikleri patlatma sonucunu etkileyen parametrelerdir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Patlatma temel parametrelerinin sınıflandırılması (Roy, 2005)

Patlayıcı maddenin türü ve özellikleri; patlama hızı, güç, yoğunluk, duyarlılık, gaz özellikleri, patlama ısısı ve özgül gaz hacmi, dona dayanım, suya dayanım faktörlerine bağlıdır. Kaya birimleri malzeme ve kütle özellikleri; yoğunluk, jeomekanik (çekme- basma dayanımları vb.), sismik dalga hızı, empedans, su durumu, süreksizlikler, elastisitemodülü, sertlik, poisson oranı gibi parametrelerden oluşmaktadır.

Patlatma geometrisi; delik konumu, çapı, eğimi, boyu, taban payı, delik düzeni, sıkılama payı, delikler arası mesafe, dilim kalınlığı, basamak aynasının yüksekliği, eğimi, atım grupları, yemleme, ateşleme şekil ve düzenine bağlıdır.

Özgül şarj ve dilim kalınlığı uygun seçildiğinde kabul edilebilir bir patlatma tasarımı oluşturulabilmektedir (Langefors, 1978).

3.3. Yeraltı Patlatmaları Temel Prensipleri ve Farklı Kesitlerde Kuyu, Galeri ve Şaft Patlatmaları

Yeraltı kazılarında patlatma başarısı, doğru patlatma şeklinin seçimine, patlatma sıralamasına, patlatmadaki patlayıcı miktarına ve dikkatle, özenle hazırlanmış son kesme ve ön kesmenin kullanılmasına bağlıdır. Yeraltı patlatmalarında aşağıdaki etmenler temel uygulama prensipleri olarak ifade edilebilir; Kaya kütlelerinin kendi kendini taşımasını bozmayacak patlatmayı gerçekleştirerek, desteklemeye kadar geçen sürede dengenin bozulmamasını ve çevreye zarar verilmemesini sağlamak. Kayacın istenilir, beklentilere uygun, verimli, ekonomik olarak kırılması, kolay taşınması, kolay depolanması, uygun tane boyunda hafriyat ya da cevher elde edilmesini sağlamaktır. Patlatılan malzeme nakledilerek temizlendikten sonra tarama ve kavlak alma ihtiyacının olmaması ve tahkimat ihtiyacının minimum seviyede olmasını sağlamaktır.

3.3.1. Patlatmanın Mekanizması

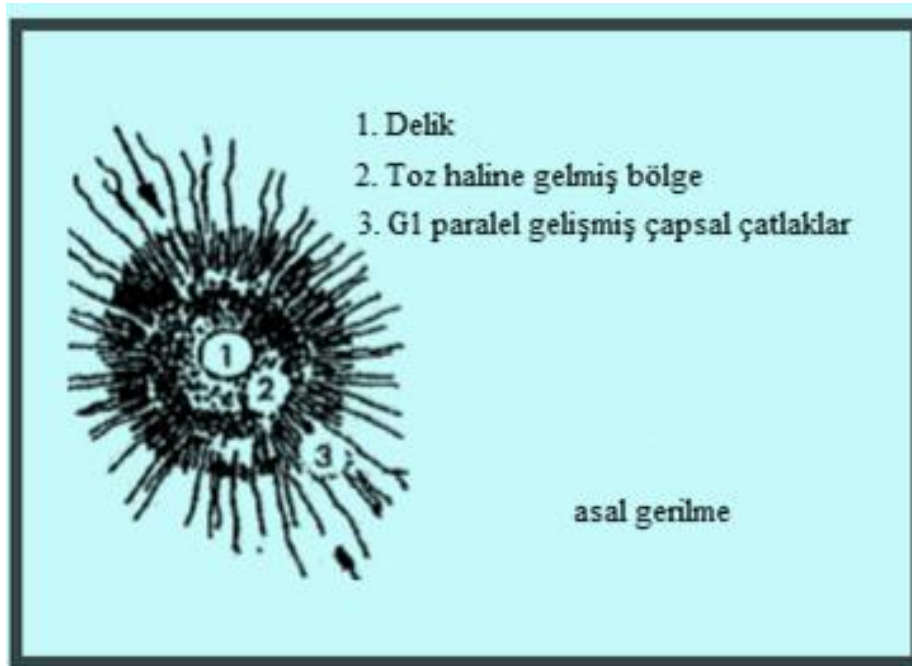
Patlatma mekanizmasını oluşturan faktörler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- ✓ Yüksek basınçlı gaz ve yüksek sıcaklık şoku yaratılır.
- ✓ Detanasyonun başladığı an ve patlayıcının içinde bulunduğu deliğin cidarına yaptığı ilk darbe önemlidir.
- ✓ Zemin yapısına göre patlayıcı seçimi önemlidir.
- ✓ Delik çapına uygun patlayıcı seçimi önemlidir.
- ✓ Uygun gecikme verilmesi önemlidir.
- ✓ İlerleme Tünel çapının % 45'i ile % 80 arasında değişebilir. Kayaç yapısı, delik çapı, patlayıcı cinsi, patlayıcı çapı, patern, özgül şarj, delici makinenin tij boyu ilerleme mesafesini etkiler.

- ✓ Delik aralıklarının seçimi etkiler.

3.3.2. Kayanın Patlayıcılar Karşısındaki Davranışı

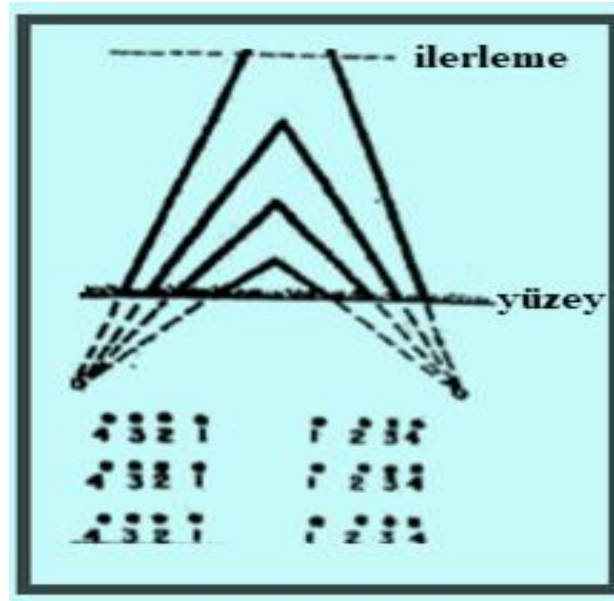
Kayanın patlayıcılar karşısındaki davranış mekanizmasını birçok faktör etkilemektedir. Bir delikteki patlayıcı ateşlendiğinde, patlama nedeni ile oluşan yüksek basınçlı gazlar deliğin duvarlarına çarptığında dışarıya doğru gelişen şiddetli bir basınç dalgası oluşur ve delik duvarı yüzeyindeki basınç kayacın dayanımını aşmasına ve kırılmasına yol açar. Patlama nedeni ile oluşan bu basıncın şiddeti, delikten uzaklaştıkça hızla düşer ve plastik deformasyondan kırılğan elastik parçalanmaya doğru parçalanma gerçekleşirken parça büyüklüğü delikten uzaklaştıkça artar. Kayacın söz konusu direnişinin aşıldığı bu alanın dışında, patlama nedeni ile radyal çatlaklar oluşur. Bu radyal çatlaklar çap boyunca çatlak ucundan kayacın çekme dayanımını yendiği yere kadar ilerler. Patlatma daima bir serbest yüzey bulmaya çalışır ya da oluşturulan bir serbest yüzeye doğru hareket eder. Eğer bir serbest yüzey yoksa ya da oluşturulamamışsa kayaç yerini terk edemeyerek “kilitlenecek”, “donacak” veya “boğulacaktır”. Bir serbest yüzey varsa ya da oluşturulamamışsa patlatma tarafından üretilen gaz basıncı da çatlak açıklığına takoz etkisi yaparak çatlağın daha fazla ilerlemesini sağlar (Şekil 3.3).



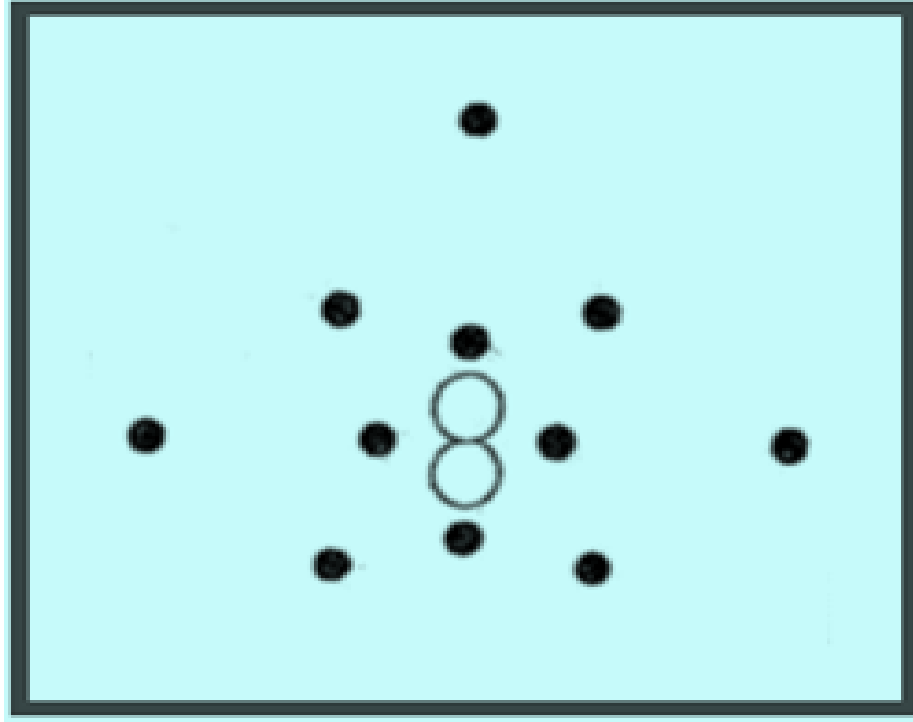
Şekil 3.3. Patlatma anında deliğin üstten görünümü (Nitromak, A.Ş., 2005)

3.3.3.Serbest Yüzeyin Yaratılması

Basamak patlatmasında, bir serbest yüzey normal olarak mevcuttur. Tasarlanmış bir basamak patlatmasında, deliklerin her sırası kayacı ileriye yığar ve patlatılacak yeni sıra için yeni bir serbest yüzey yaratır. Kuyu patlatmasında, delikler kuyu eksenine paralel V-cut delindiğinden ve kuyu eksenine boyunca serbest yüzey olmadığından esas olarak ilk adım bir serbest yüzey alanı üretmektir (Şekil 3.4a ve Şekil 3.4b).



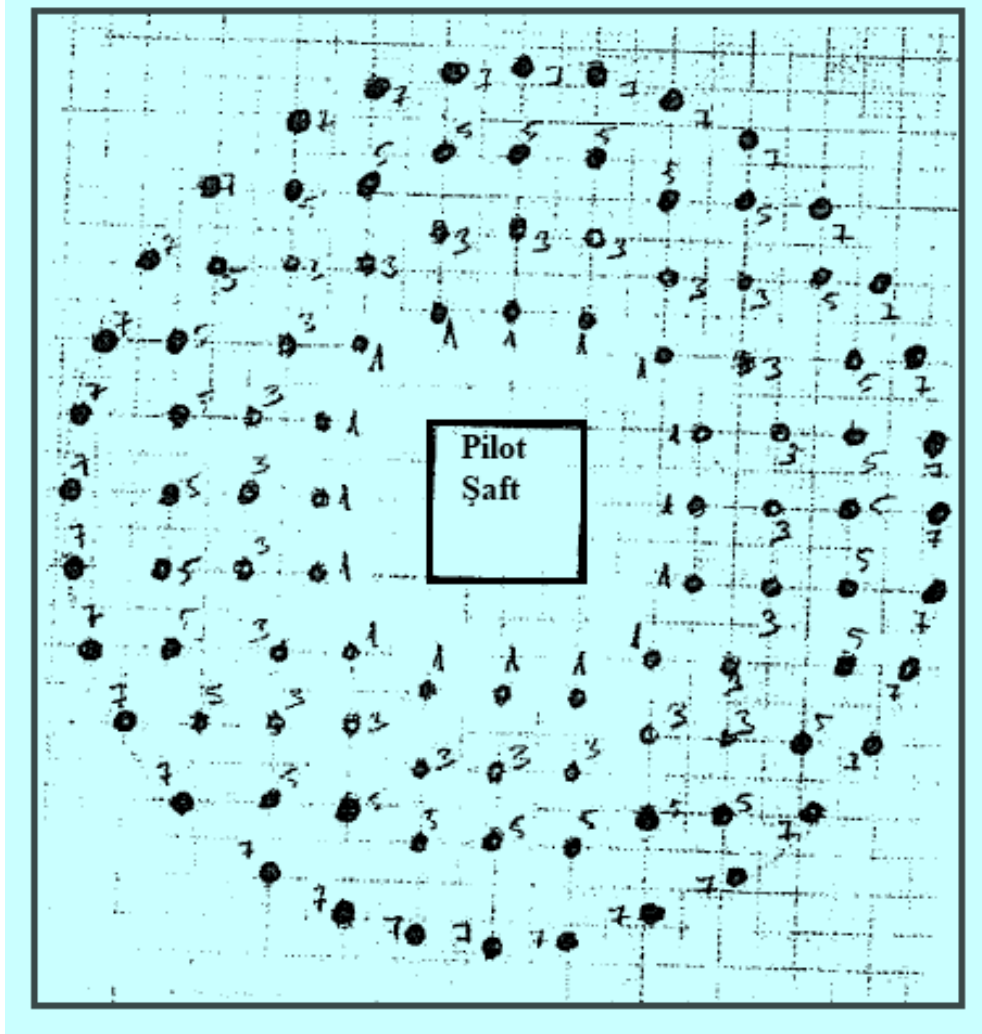
Şekil 3.4a.V-cut (Nitromak, A.Ş., 2005)



Şekil 3.4b.Paralel kesme /Paralel hole cut) (Nitromak, A.Ş, 2005)

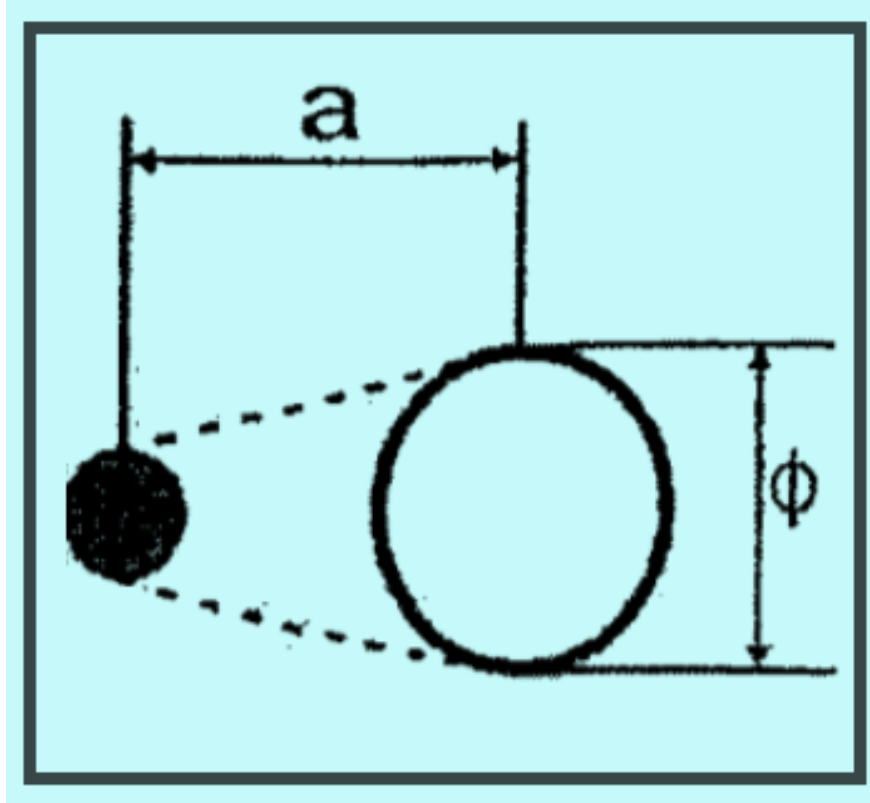
3.3.4. Paralel Kesme (Paralel Cut, Burn Cut) Yöntemi

Paralel kesme yönteminde, normal çaplı delikler kendilerinden daha büyük çaplı bir ya da birden fazla boş deliğin etrafına paralel olarak delinip şarj edilir. Bu delikler boş delik veya deliklerin sağladığı ilk serbest yüzeye doğru patlar. Büyük çaplı delikler patlayıcı ile şarj edilmezler ve ateşleme yönü için ilk serbest yüzeyi oluştururlar. Şekil 3.5’de pilot shaftı açılmış yukarıdan aşağıya dik kesme örneği görülmektedir.



Şekil 3.5. Pilot şaftı açılmış yukarıdan aşağıya dik kesme örneği (Nitromak, A.Ş., 2005)

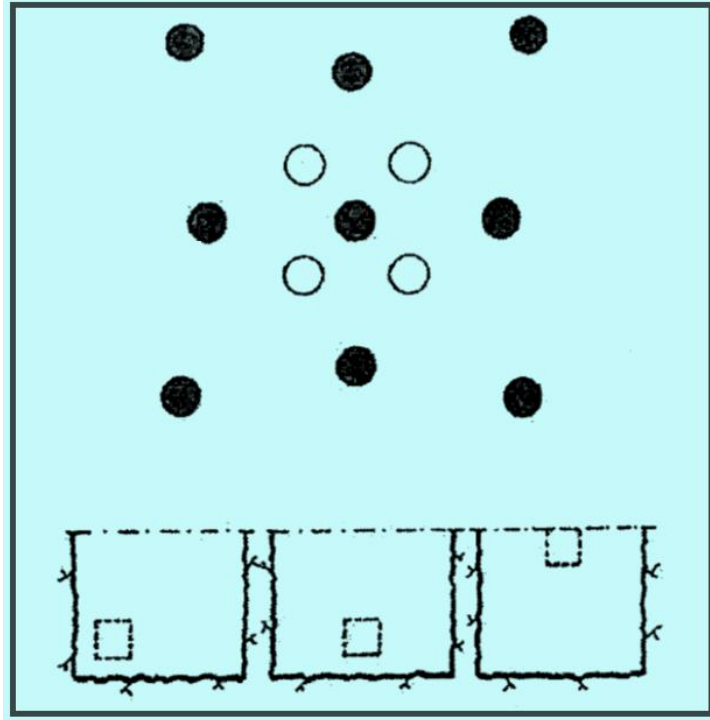
Paralel Kesme dar kesitli kuyularda gerçekleştirilmeye uygundur. Paralel delik kesme istenilen ilerlemeyi tam olarak elde edebilmek için kullanılır. Paralel delik kesmede, teorik olarak yük mesafesinin boş deliğin çapının 1.5 katından az olması gerektiği ifade edilmiştir (Şekil 3.6).



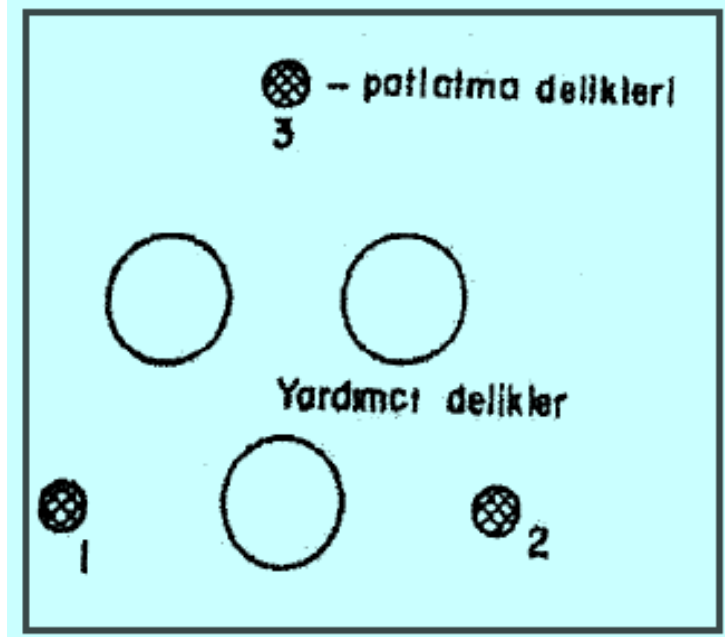
Şekil 3.6..Delik çapları ve yük mesafesi oranları (Nitromak, A.Ş, 2005)

Paralel kesmede başlangıç deliklerindeki konsantrasyon diğer deliklere göre daha az olmalıdır. Paralel kesme yönteminde delik sapması ciddi sorunlara neden olabilir. Bu nedenle delik delerken şablon kullanılmalıdır. Günümüzde gelişmiş delici makineler verilen bilgisayar aracılığıyla çizilen şablonu rahatlıkla uygulayabilmekte ve otomatikman paralel delik delinebilmektedir. Yeraltı patlatmalarının tasarımı için giderek daha fazla bilgisayar kullanımı uygulamasının olacağı görülmektedir. Bu da delme hatasını minimize ettiği için verimli sonuçlar alınmış ve paralel delik yöntemi tünellerde, başarılı bir şekilde uygulamadaki yerini almıştır. Paralel delik yönteminin, tünel genişliği veya ilerlemenin değişmesine bakılmaksızın delik geometrisi değiştirilmeden uygulama esnekliği mevcuttur. Bu yöntemde delme patlatma döngü zamanı kolaylıkla ayarlanabilir. Açılı kesmelere nazaran, paralel delik yönteminde genellikle daha fazla ilerleme, daha iyi parçalanma ve kaya fırlatılması daha az olmaktadır.

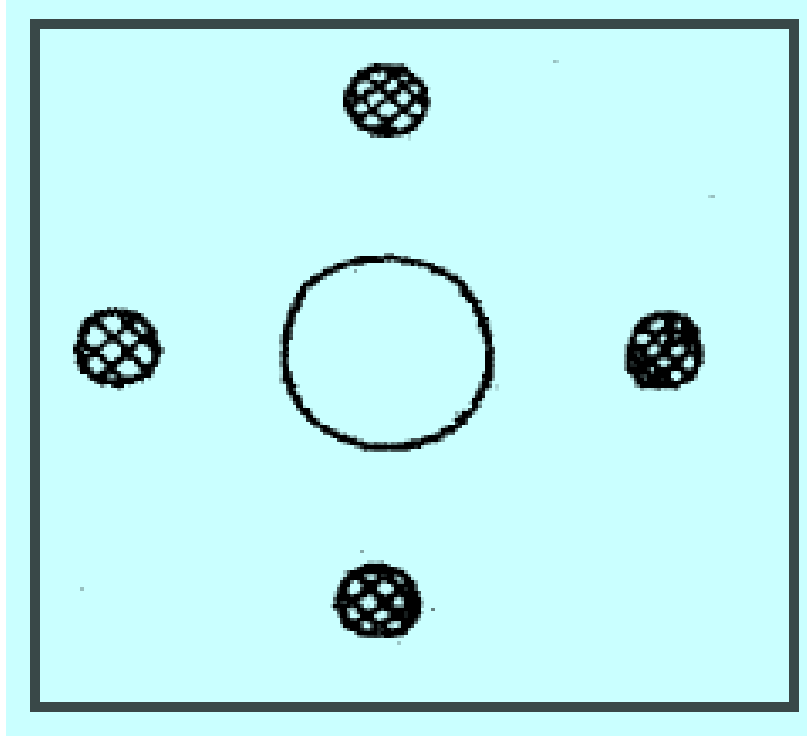
Burncut, shattercut ve silindir cut paralel delik yönteminin değişik isimlendirmesi ve uygulaması olarak da bilinirler. Şekil 3.7’de Dört boş delikli paralel cut (Burncut) görülmektedir. Üç boş delikli paralel kesme Şekil 3.8’de, tek boş delikli paralel kesme Şekil 3.9’da görülmektedir.



Şekil 3.7. Dört boş delikli paralel cut (Burncut) (Nitromak, A.Ş, 2005)



Şekil 3.8.Üç boş delikli paralel kesme (Nitromak, A.Ş, 2005)



Şekil 3.9. Tek boş delikli paralel kesme (Nitromak, A.Ş, 2005)

3.4. Kuyu Patlatmaları

Kuyu patlatmaları madencilik ve inşaat sektöründe kazı çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Yeraltı çalışmalarında amaç, emniyetli ve verimli bir çalışma ile mümkün olan en hızlı ilerlemeye ulaşmaktır. Kuyular kullanım amaçlarına göre değişik boyutlarda olmakla birlikte çoğunlukla kare, dikdörtgen ve daire şeklindedirler.

3.5. Kuyularda Patlatma Planlaması

Kuyu patlatma planlaması yapılırken kazı kesiti, şarj, kuyu uzunluğu, kaya tipi, kaplama beton ve çevresel etkiler gibi dikkate alınır.

3.5.1. Kazı Kesiti

Kuyunun kesit alanı, delici makina tipi ve sayısı, delik çapı ve delik uzunluğunu seçiminde önemli bir etkiye sahiptir.

3.5.2. Şarj

Çalışılan ayna sayısı, şarj ekibinin etkinliği, kesit alanı ve hedeflenen ilerleme şarj miktarını ve şarj şeklini etkilemektedir.

3.5.3. Kuyu Uzunluğu

Kuyu uzunluğu; havalandırma sistemi, kuyu açma yöntemi ve nakliye araçlarının seçiminde etkili olmaktadır.

3.5.4. Kaya Tipi

Kaya tipi; kazılacak kayanın mekanik ve fiziksel özellikleri, patlayıcı madde seçimi, delik geometrisini oluşturması, delik çapı ve uzunluğuna karar verilmesinde önemli bir faktördür.

3.5.5.Kaplama Beton

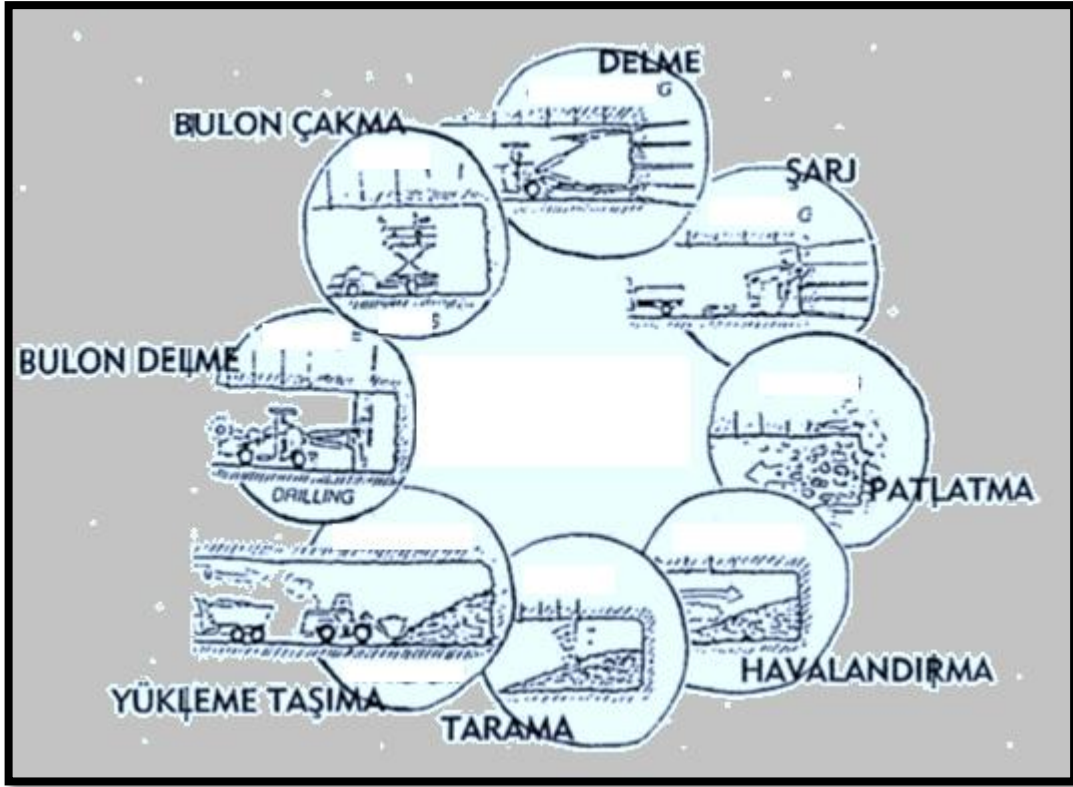
Kaplama betonun sağlıklı yapılabilmesi, patlatma sonrası son kesme ile düzgün kazı kesitinin elde edilmesine bağlıdır.

3.5.6. Çevresel Etkiler

Patlatma sonrası oluşan titreşimlerde; delik uzunluğu, delik çapı ve şarj miktarı önemli etkilere yol açarlar.

3.6. Delme ve Patlatma Döngüsü (Cycle)

Normal şartlarda uygulanan delme ve patlatma döngüsü Şekil 3.10'de verilmiştir.



Şekil 3.10. Tünel kazısında delme-patlatma döngüsü (Nitromak, A.Ş., 2005)

3.6.1. Delme

Delme işleminde delici ekipmanların seçimi (Jumbo, Atlas Copco, Değişik marka El Tabancaları), zemin yapısının değerlendirilmesi (Masif, Eklemlili, Çatlaklı, Sert Yumuşak, Sulu, Kuru), kuyu kesiti (Kesit alanı, kaya mekaniksel değerler, uygun patern, ön kesme ve son kesme sistemleri) ve deliklerin belirlenmesi dikkate alınan faktörlerdir.

3.6.2. Şarj ve Patlatma

Patlayıcı seçimi, kayaç yapısına uygun patlama hızı, patlama basıncı, enerjiye sahip patlayıcı, suya dayanıklı patlayıcı, delik çapına uygun patlayıcı, patlama sonucundaki duman özelliği ve ekonomik olup olmaması durumlarına bağlıdır. Kapsül seçiminde elektrikli ve elektriksiz kapsüller kullanılır.

Elektrikli Kapsül

- ✓ Çok yaygın kullanılmakla birlikte tünel için risklidir.
- ✓ Sudan etkilenir.
- ✓ Her türlü elektrikli ortamdan etkilenir.
- ✓ Gecikmesi sınırlıdır.
- ✓ Arızalı kapsül sorunu yaratır.
- ✓ Delik içinde kablo sıyrılma sorunu vardır. Darbeye maruz kalırsa patlar.
- ✓ Bağlantısı çok zaman alır.
- ✓ Uygun manyeto gerektirir.

Elektriksiz Kapsül (NONEL)

- ✓ Emniyetlidir.
- ✓ Sudan etkilenmez.
- ✓ Elektrikli ortamdan etkilenmez.
- ✓ Sınırsız gecikmeye sahiptir.
- ✓ Arızalanma riski yoktur.
- ✓ Kesme sorunu yoktur.
- ✓ Darbeden etkilenmez.
- ✓ Bağlantı zamanı minimum zaman içinde gerçekleşir.
- ✓ Manyeto gerektirmez.
- ✓ Bir adet adi kapsülle detanasyon başlatılmaktadır.

3.6.3. Havalandırma

Kuyu çalışmasındaki en önemli parametrelerden biri patlatmayı doğrudan ilgilendiren havalandırma işidir. Patlatma bölgesine yakın yerlere kadar tesis edilmiş fan tüplerle ve uygun fanlarla havalandırma yapılabilmektedir. Kullanılan patlayıcının cinsine göre oluşan zehirli gazların bir an önce kuyudan uzaklaştırılması çalışma verimini çok yakından etkileyebilmektedir. Emülsiyon tipi patlayıcılar kullanıldığında zehirli gaz oluşumunun, emülsiyon patlayıcıların oksijen dengeli davranışından dolayı yok denecek kadar azdır. Patlatma sonucu oluşan taş tozunun genel anlamda en azından yükleme ve nakliye için vermesine rağmen, yine de tünelde solumaya elverişli hava

temini ve egzoz gazlarının uzaklaştırılmasının gereği, uygun seçilmiş farı ve uygun dizayn edilmiş fan tüp (ya da havalandırma borusu) montajını zorunlu kılar.

Kuyularda havalandırma işleminde, kullanılan fandan itibaren kuyu içine girişte ve dirsek zorunluluğunun olduğu bölgelerde saç havalandırma borusu kullanılması hava kaçaklarını minimize eder. Gerek havalandırma borularının gerekse fan tüplerin bağlantı bölgelerinde hava kaçaklarını önlemek için tamamen geçirimsiz izolasyon sağlanması ve fan tüp hattında kırılma ve bükülmeler olmaması önemlidir. Ayrıca fan tüp ile yapılan havalandırmada, fan tüp bağlantıları, çapa uygun olarak belirlenir.

3.6.4.Kazı

Kazı işi; yükleme, nakliye, delme - patlatma işlerinden oluşur. Kuyu ağzı kazısı genellikle beko (iş makinası) ile yapılır. Kazının derinleştirme işi (sağlam kayaya kadar) basınçlı havalı ekipmanlar, hidrolik kırıcılar veya kesici kafalı kuyu kazıcıları ile uygulanır. Patlatma işlemi kazıda en önemli operasyondur. Patlatma sonrası platform ve yükleme ekibi, kuyu dibine inmeli, kuyu duvarı temizlendikten sonra platform çalışma pozisyonuna getirilip (pasadan yaklaşık 10-12 m yukarıda) sabitlenir. İlk kova dolarken ikinci kova indirilir ve dolan kova yukarıya çekilir (Köse ve ark.,1992).

3.6.5. Nakliye

Patlatma sonrası açığa çıkan malzemenin kuyu dışına taşınması için platform yükleme pozisyonuna indirilerek kepçe vasıtasıyla pasa kovaya yüklenecek kuyu dışına nakledilir.

3.6.6. Kontrol

Kuyunun istikameti ve kesit durumu şakül eksenden sarkıtarak kontrol ile yapılır. Şakül ile istikamet belirlemenin yanısıra topoğrafik ölçümler ile de desteklenerek ilerleme sağlanabilmektedir.

3.6.7. Tahkimat

Tahkimat uygulamasında, tarama işlemi bittikten sonra kuyu nihayi kesite kavuşunca işlemler başlar. Başlangıçta kuru ve yaş olmak üzere shot-crete yani beton püskürtme işlemi yapılır. Püskürtülen beton prizlendikten sonra çelik hasırlarla kuyu cidarı kaplanarak, 240 cm kesilen 24“ lik demir çubukların tornado 24 metrik somun montajı yapılacak şekilde tasarlanıp çelik hasırın üzerine montajı yapılır.

Kuyu çalışmalarındaki en önemli tahkimat sistemi demir donatı ve kalıp betondur. Kuyu uzun yıllar kullanılacağından bu işlemler kaya yapısına göre değil uzun yılların vereceği deformasyonlar göz önüne alınarak uygulanır.

3.6.8. Su Drenajı

11 kw pompalar yardımı ile delici makinadan çıkan su ve kuyu içine akan suların deşarjı sağlanır.

3.6.9. Diğer

Elektrik, basınçlı su, basınçlı hava hatlarının ilerleme yönünde tesisi olarak sayabiliriz.

3.7. Kuyu Kazı İlerlemesini Etkileyen Faktörler

Delme, yükleme, taşıma havalandırma ekipmanlarındaki yenilikler, işçilik, en uygun iş gücünü en verimli şekilde kullanmak için gereken planlama, bilgisayar kontrollü jumbo deliciler ve hızlı yükleme taşıma makineleri, makine ile patlayıcı şarjındaki (bulkcharge) gelişmeler, sıkılama ve değişik ebatlardaki kartuşlu patlayıcılar kullanılması, patlatma sonrası gerekli olan havalandırma zamanı gibi faktörler kuyu kazı ilerlemesini önemli derecede etkilerler.

Çoğu kuyu çalışmalarında sadece bir tek giriş vardır. Bu giriş hem temiz hava girişi hemde patlatma sonrası ortaya çıkan duman ve gazların dışarı atılması görevini üstlenmektedir. Bu nedenle, patlatma sonrası ortaya çıkan zararlı gaz ve duman miktarları göz önünde bulundurularak patlayıcı madde seçimi yapılır. Patlama sonrası

zehirli gaz üretmeyen ya da çok düşük oranlarda karbondioksit üreten emülsiyon patlayıcı tercihi bu anlamda oldukça önemlidir.

3.8. Kuyu Patlatmalarının Değerlendirilmesi

Kuyu kazısında en önemli husus özellikle sorunlu zeminlerde en azından desteklemeyi tamamlayana kadar patlama sonrası oluşan kesitin tahkimatsız durma süresidir.

Doğru yapılmayan bir patlatmada oluşabilecek olumsuz sonuçlar; patlatılan kayacın sert, yumuşak, masif ya da eklemlili oluşu, delik boyu, delik çapı, ön kesme, son kesme, patem seçimi, şarj miktarı, şarj şekli, patlayıcı seçimi, patlatıcı (kapsül) seçimi, uygulanan gecikme sistemi ve manyeto özellikleri gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir.

Doğru yapılan patlatmalarda ise; proje hattına uygun kesit elde edilmesi, kamara (şarj edilen deliğin patlamamış kısmı) kalmamış olması, tarama ve patar gerektirmemesi, kayaç ufalanmasının yüklemeye elverişli olması ve desteklemeyi gerektirecek çatlakların oluşmaması gibi faktörler dikkate alınır.

3.9. Kuyu Patlatma Prensipleri

Yeraltı patlatmaları en zor patlatma operasyonlarından biridir. Yer altında yüksek seviyelerdeki gerilmeler (baskılar) ve/veya kayanın hapsedilmiş olması nedeni ile kısa delik aralıklarına ve yüksek özgül şarja gereksinim vardır ve bu şarj genellikle 1.0 kg/m^3 - 3.5 kg/m^3 arasında değişir. Bununla birlikte, küçük kesitli kuyularda özgül şarj, büyük kesitli kuyulara oranla daha yüksek olmaktadır. Tek serbest yüzey kuyu tabanının aynası ve basamak patlatmalarında ise genellikle iki veya üç serbest yüzey mevcuttur.

3.9.1. Kesme Delikleri

Kesme delikleri, ilk kesme noktasından boş alan oluşturma görevini üstlenmiştir ve öncelikle patlatılması gereken bölgedir. En önemli kısım olmakla birlikte bu kısımda iyi

sonuç alınması kalan deliklere serbest yüzey oluşturacağından iyi patlatma elde edilir, aksi durumda iyi sonuç alma ihtimali azalır.

3.9.2. Tarama Delikleri

Tarama delikleri, kesme deliklerinden sonra yapılan sıyırma kazılarıdır. Kesme bölgesinin hemen civarında geometrik bir şekilde ateşleme sırasına uygun gecikmeler verilerek kesme deliklerinden sonra ateşlenir.

3.9.3. Çevre Delikleri

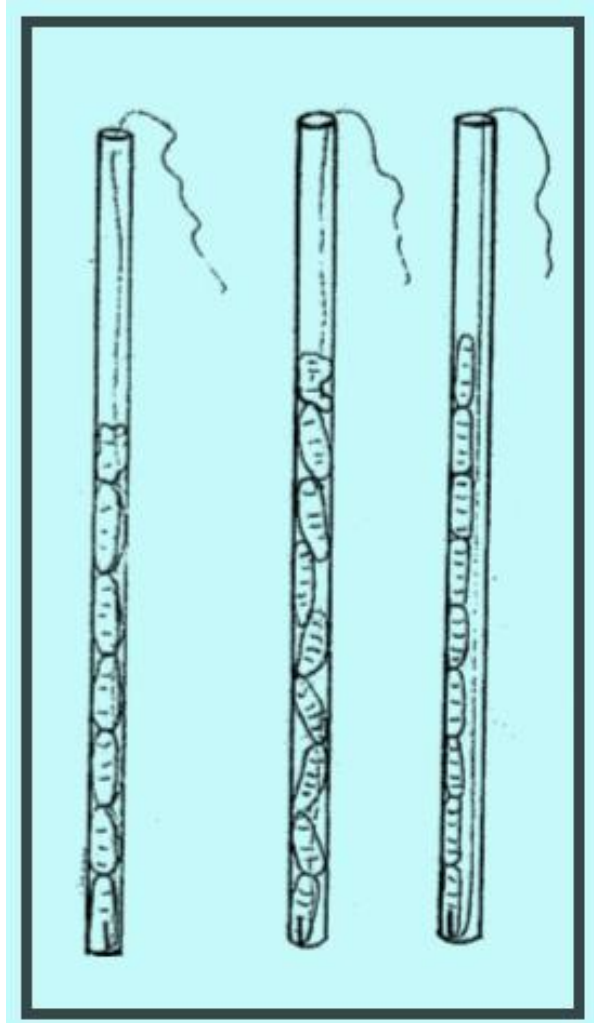
Kuyuyu çevreleyen deliklerdir. Çevredeki rötuş kazısı görevini üstlenirler. Önce orta delikler patlayarak serbes yüzey oluşturur ve bir bütün olarak nonel gecikmesi ayarlanarak patlarlar.

3.10. Kuyu Patlayıcı Şarjı

Genellikle kuyularda yapılan patlatmalarda kartuşlu patlayıcılar kullanılır. Fakat son yıllarda yaygın olarak 38 mm ve daha üzerindeki delik çaplarında ise 45 mm'lik dinamitler kullanılmaktadır. Ayrıca ANFO su ile temas olmayacak şekilde izole edilerek deliklere şarjı başarılı yapılırsa, performans ve maliyet açısından daha başarılı sonuçlar alınabilmektedir.

3.10.1. Kartuşlu Patlayıcıları Şarjı

Kama şeklindeki kesme uygulamalarında delikler genellikle kapsüle duyarlı patlayıcı ile doldurulur ve yüksek yemleme yoğunluğu için tapa ile sıkılır. Patlayıcı delik iç cidarına ne kadar çok noktada temas ederse patlatma verimi o kadar artar. Bu nedenle sıkılama yerine delik çapına yakın kalınlıkta patlayıcı kullanmak verimin daha çok artmasını sağlar. Şekil 3.11'de sıkılamanın saydam tüplerdeki görünüşü görülmektedir.



Şekil 3.11. Sıkılamanın saydam tüplerdeki görünüşü (Nitromak, A.Ş, 2005)

Paralel delik kesme uygulamalarında, boş deliklerin yanındaki deliklerde düşük enerjili patlayıcılar kullanılır ya da şarj konsantrasyonu düşürülür, Bunun amacı bir sonraki deliklerde oluşabilecek sıkışmayı önlemektir. Diğer deliklerde ise şarj konsantrasyonu artırılabilir. Tarama-kontur deliklerinin tabanında kapsüle duyarlı patlayıcı, kolon kısmında daha düşük güçteki patlayıcılar kullanılır.

3.10.2. ANFO Şarjı

ANFO, kartuşlu patlayıcılara nazaran patlatma deliğini komple doldurduğu için daha yüksek şarj yoğunluğu sağlar. Delikler tamamen dolduğu için kartuşlu patlayıcılara göre daha yüksek özgül şarj oluşur ve deneme atımını sonucuna göre delik adedi düşürülerek özgül şarj ayarlanabilir.

Delik şarjı olarak ve ANFO'yu yemlemek için kapsüle duyarlı patlayıcı kullanılarak 100 kg - 500 kg ANFO kapasiteli özel basınçlı ekipmanlar ile deliklere hortumla ANFO şarj edilir. Şarjdan önce aynı hortum ile deliklerdeki su veya taş parçacıkları temizlenir su tamamen bitirilmeden ANFO şarjı yapılamaz ya da ANFO uygun kartuşlara doldurularak deliğe şarj yapılabilir. Eğer aşırı su varsa ANFO yerine bulk emülsiyonla ya da tamamen kapsüle duyarlı patlayıcı ile şarj edilir. Şekil 3.12'de Anfo şarj makinesi görülmektedir.



Şekil 3.12..Anfo şarj makinesi (<http://www.kapeks.com.tr/anfo-sarj-makinesi>)

3.11. Yeraltı Patlatmalarında Ateşleme Sistemleri ve Gecikme Aralıkları

Kuyu patlatmalarında delikler arası gecikme aralığı önemli bir rol oynamaktadır. Patlatılmış kaya 40-60 m/s hızla hareket ettiğinden 4 metrelik bir deliğin verimli patlatılması için yaklaşık 60-100 ms gecikme aralığına gereksinim vardır. Normal kesmelerde bu aralık 75-100 ms dir. Kesme bölgesindeki deliklere gecikme aralığı, patlatılan deliğin boş deliğe doğru ötelenmesi için yeterli aralığın verilmesi ile sağlanır. Paralel kesmede ise ilk iki karedeki deliklere her biri ayrı gecikme aralığı olan kapsüller

konulur. Tarama deliklerinde de patlatılmış malzemenin fırlatılması için gerekli gecikme aralığı kullanılır ve normal gecikme zamanı: 100-500 ms dir.

Ateşleme patemini yaparken her deliğin ya da delik grubunun mümkün olduğu kadar rahat kırılma yüzeyinin oluşması için zamanının verilmesi gerekmektedir. Atım deliklerinin 3 metre veya daha uzun olduğu durumlarda; özellikle orta kesmede deliğin her metresi için 25 ms gecikme verilmesi ortamın rahat çıkması ve dolayısıyla ilerlemeyi artırması açısından önem taşır. Bunun sonucu olarak, eğer kesmede milisaniye gecikmeli elektrikli kapsül kullanılıyorsa gecikme numaraları atlamalı olarak uygulanır (1,3,5,7,9 veya 1,4,6 gibi). Ancak oluşabilecek sıkışmalar nedeniyle ilerleme düşerse NONEL kapsül tercih edilebilir. Nonel Kapsülleri sudan, darbeden ve ortamdaki elektrikten etkilenmediği için en emniyetli ve gelişmiş ateşleme sistemidir.

Bugün yılda İskandinav ülkelerinde ve diğer gelişmiş ülkelerde yeraltında kullanılan kapsüllerin % 95'i Nonel kapsüllerdir. Nonel kapsüllerde en çok kullanılan sistem yeraltında kullanılabilecek genellikle kuyular için geliştirilen Nonel LP (Long Period) dur. Bu sistemde numaralar arasındaki gecikmeler 100-500 ms arasındadır. Çizelge 3.1'de NONEL numarasına göre gecikme-ara zamanı değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.1. NONEL numarasına göre gecikme-ara zamanı değerleri

Periyod Numarası	Gecikme Zamanı (milliseconds)	Ara Zamanı (milliseconds)
0	25	
1	100	75
2	200	100
3	300	100
4	400	100
5	500	100
6	600	100
7	700	100
8	800	100
9	900	100
10	1000	100
11	1110	110
12	1235	125
14	1400	165
16	1600	200
18	1800	200
20	2075	275
25	2500	425
30	3000	500

4. TARTIŞMA ve BULGULAR

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Siirt Madenköy maden sahasında açılan üretim kuyusunun delme, patlatma, nakliye, tahkimat, havalandırma ve drenaj çalışmaları teknik açıdan incelenmiştir. Kuyu açma kazısında uygulanan iki patlatma paterninin performansı karşılaştırılmıştır. İkinci delme paterni ile delik sayısı ve patlayıcı madde sarfiyatı azaltılmış, kuyu ilerleme hızı arttırılmıştır. Bununla birlikte, daha düzgün kuyu kesiti elde edilmiştir. İkinci patlatma paternininin kuyunun tamamında uygulanmasının sakıncalı olduğu belirtilmiş olup, formasyon özelliklerine bağlı olarak paterninin düzenlenmesi gerektiğinin önemi vurgulanmıştır.

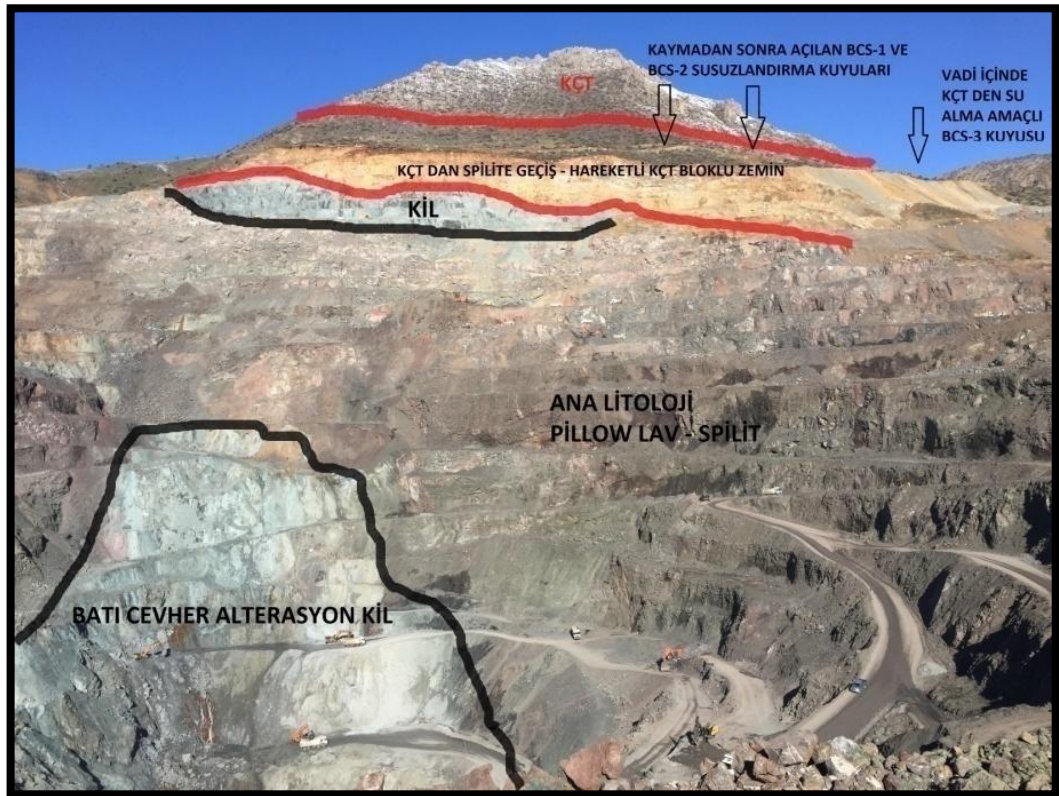
Maden sahasında açılan üretim kuyusunun kazı işleminde 1. paternde 250 delik, 3 metre delik boyu, 350 kg patlayıcı ile 1 atımdaki ilerleme 2,7 metre, 2. Paternde ise 90 delik, 4,2 metre delik boyu, 360 kg patlayıcı ile 1 atımda 3,9 metre ilerleme yapılmıştır. delik sayısı önemli ölçüde azaltılmış, birinci paternin özgül şarjı 2.65 kg/m^3 olurken 2. paternde özgül şarj 1.88 kg/m^3 olarak patlayıcı sarfiyatı yaklaşık % 29 oranında düşürülmüştür. Bununla birlikte; şarj işlemindeki zaman kayıpları azaltılmış, ve daha düzgün kesit elde edilmiştir.

4.1. İnceleme Alanı Jeolojisi

Sahada bulunan cevher dokanağı içinde büyük miktarda kil malzeme hakimdir. Kazılan açık işletme aynalarında görülen örtü tabakası Şekil 4.1’de, sahanın kuzeybatı bölgesi jeolojisi Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.1. İnceleme alanı batı bölgesi jeolojisi



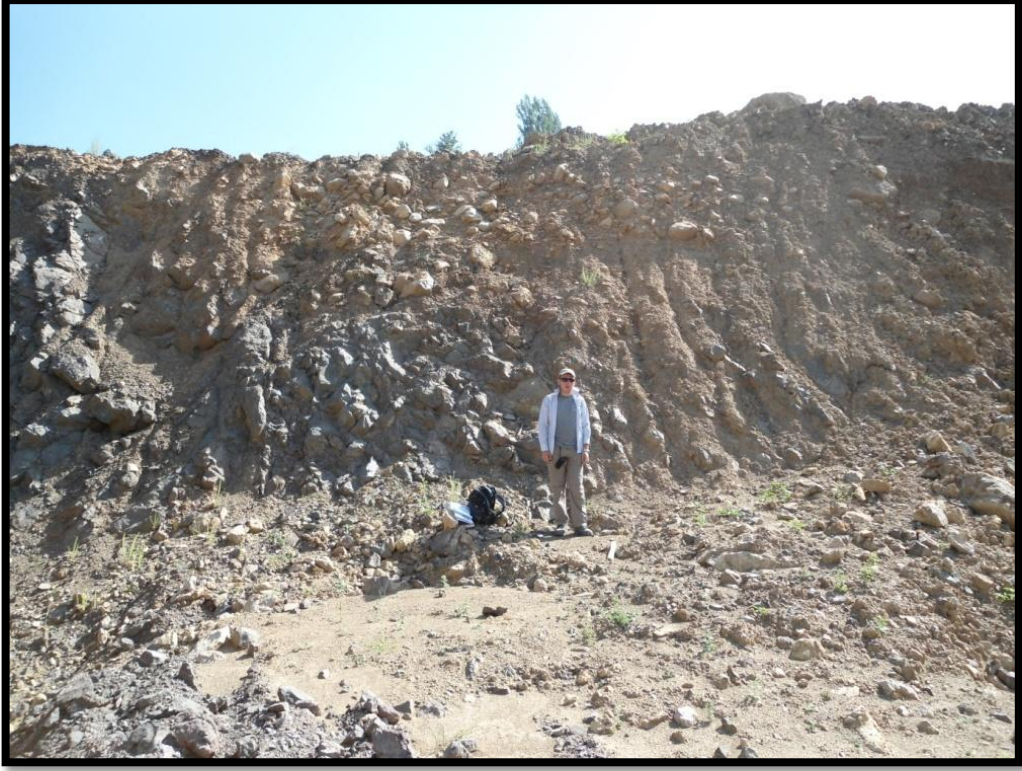
Şekil 4.2. İnceleme alanı kuzeybatı bölgesi jeolojisi



Şekil 4.3. İnceleme alanı kuzeybatı bölgesi jeolojisi

4.1.1. Kireçtaşı Döküntüsü (Moloz)

Sahada en yaşlı birim olan ve bindirme fayı ile yastık lavların üzerini uyumsuz olarak örten kireçtaşlarının aşınıp taşınması ve bölgedeki tektonizmanın etkisi ile oluşmuştur ve sahanın kuzey tarafında gözlenmektedir. Bu birimi içerisinde çakıl boyutundan 10-15 m çapında büyüklüklere sahip kireçtaşı blokları izlenmektedir (Şekil 4.4). Şekil 4.5’de sahanın genelleştirilmiş kolon kesiti verilmiştir.



Şekil 4.4. Açık ocağın batısında üst tarafta kireçtaşı döküntüsü iri bloklar halinde altta ise spilitik bazaltlar



Şekil 4.5. Sahanın genelleştirilmiş kolon kesiti

4.1.2. Konglomera

Volkanik faaliyetlerin durakladığı ve havzadaki su rejiminin arttığı bir dönemde çevrede bulunan diğer birimlerden kopup taşınarak değişik boyuttaki tanelerin birikmesiyle oluşur. Taneler yuvarlaklaşmış olup düzenli bir boylanım gösterirler. Bazı sondajlarda çok az oranda pirit kalkopirit çakıllarında gözlenmiştir. Birimin yaşı alt eosen olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla çakıltaşlarının oluşumu daha genç olasılıkla orta eosene rastlamaktadır. Gerek volkanik gerekse kireçli çakıltaşları bazik volkanik aktivitenin değişik safhalarında oluşmaktadır. Bu iki birimi Madenköy ayrışma sahasının batı kesiminde bir arada izlemek mümkündür. Kalınlıkları yer yer 100 m'yi bulur. Bu kesimde bazik lav ve çakıltaşları aynı yapıya sahip olup doğrultuları N 50-60° E, eğimleri 20 ile 40° NW'dir. Genel görünüm olarak tutturulmuş sıkı yapıdadır.

4.1.3. Kırmızı Kireçtaşı

Çalışma sahasının kuzeyinde, itilim hattı boyunca kalınlığı 20 m'ye varan bir seviye olarak izlenmekte, ortalama 45° bir açıyla NE'ye dalmaktadır. Sondajlarda da belirlenen kırmızı kireçtaşları, kayaç birimleri içinde değişik doğrultularda düzensiz mercekler şeklinde gözlemlenmiştir. Bu merceklerin kalınlığı birkaç cm den birkaç metreye yükselmektedir.

4.1.4. Spilit

Spilitler genelde çok ince dokuya sahip olup hidrotermal ayrışmadan etkilenmiş yerlerde yaygın bir kaolinleşme, kloritleşme, serisitleşme ve limonitleşme gösterirler. Spilitlerin yaşı içerdikleri çamurtaşlarının paleontolojik determinasyonlarına bağlı olarak orta eosen ve daha genç olarak kabul edilmiştir. Bazik volkanik aktivitenin temel kayaç birimi niteliğinde olup, porfiritt spilitlerle yatay ve düşey geçişlidir. Bu nedenle dokanaklarını kesin olarak saptamak olanaksızdır. Çoğunlukla boyutları 50 x 100 cm'ye varabilen elipsoidial yastık yapılar gösterir. Çökme sırasında çekim kayması tektoniği sonucu kırmızı pelajik kireçtaşı ile bir arada izlenir. Kireçtaşı zaman zaman elipsoidial ve küresel yapıların dokanaklarında ara madde olarak gözlenmesi, yine muhtelif doğrultularda ve de mercek şeklinde kapanım arz etmeleri volkanik aktivite esnasındaki çekim kayması tektoniğini kuvvetlendirmektedir. İtilim nedeniyle

spilitlerde oluşan en belirgin yapısal özellik değişik doğrulularda gelişmiş çatlaklar boyunca oluşan kalsit damarlarıdır.

4.1.5. Kireçtaşı

Kireçtaşlarında en belirgin yapısal özellikle değişik doğrultularda gelişmiş çatlaklar boyunca beyaz kalsit damarlarıdır. İtilimli olarak genç bazik birimler üzerine gelen kireçtaşları genellikle ileri devrede yeniden kristalleşmeye uğramış olup, karasal hiçbir malzeme taşımamakta ve fosil belirsiz bir görünüm kazanmaktadır. Genellikle esmer, gri, yer yer de beyaz renklidir. Karşılaştıkları basınç ve ısı gibi etkenler mineral kapsam ve dokularını gerçek metamorfizma koşullarının oluşturduğu bir biçime sokamamış, ancak iyice sertleşmiş bu kayaç biriminin sürtünme yüzeylerinde ve basınca maruz kalan kısımlarda değişik oranlarda mermerleşmeler meydana gelmiştir. Metamorfizmanın bu dinamik çeşidi daha ileri safhada kayacı kataklastik breş görünümüne sokmuştur.

4.1.6. Alterasyon

Sahanın NW yönünde bulunan alterasyon, cevher bloğunun çevresindeki alterasyondan farklı olarak kontak-zayıf zon boyunca gelişmiştir. Alterasyon cevherleşmenin altında ve üzerinde yoğun şekilde görülüp yer yer bazı faylar boyunca da gözlenmektedir. Genel özellikleri gri renkli, yumuşak-plastik ve dağılgan olup yer yer sert zonlarda içermektedir. İçerik olarak serizit, klorit, karbonatlar ve kuvars gibi gang mineralleri içerir.

4.1.7. Sahada Aynaları Görülebilen Fay Bilgileri

İnceleme alanında aynaları tespit edilen faylar Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.6.İnceleme alanındaki fay görüntüsü

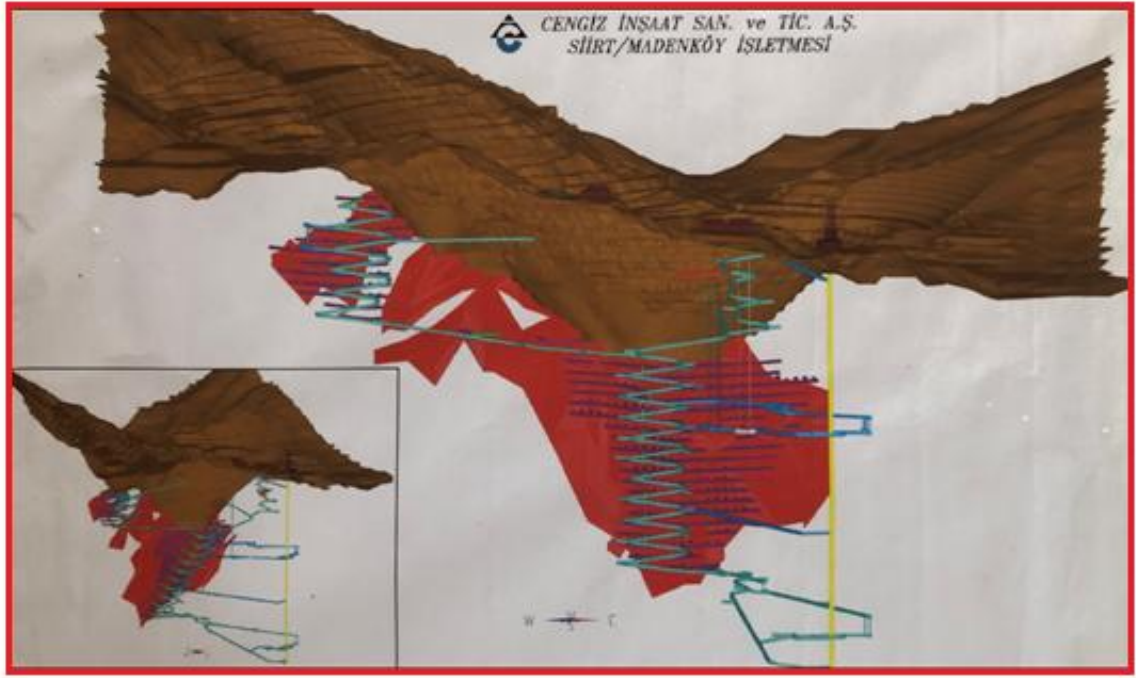


Şekil 4.7. İnceleme alanındaki fay görüntüsü

4.2. İnceleme Alanında Yapılan Kuyu Çalışmaları

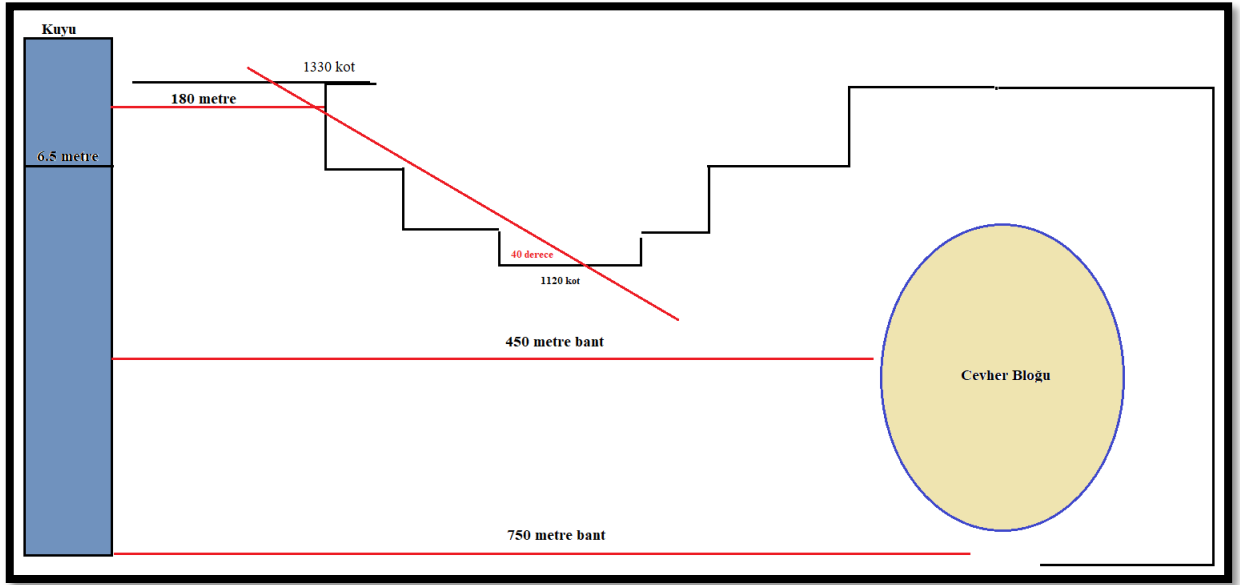
İnceleme alanı Siirt ilinin Şirvan işletmesine bağlı Madenköy de bulunan bakır sahasında açılan üretim kuyusudur (Şekil 4.8). Üretim kuyusu Etibakır A.Ş. İşletmesi'nin Siirt'teki yeraltı bakır tesisi için uygulanmış yeraltı kuyu çelik

konstrüksiyon projesidir. Proje genel olarak; kuyu skip asansör sistemi çelik yapısı, yürüme platformları, skip ve acil kurtarma hidrolik köprüleri, asansör biniş hidrolik sürgülü kapıları, yükleme yeri transfer arabası ve transfer chuteleri, kablo ve borulama konsolları, boru hatları ile sürgülü kapı, köprüler, transfer arabası ve transfer chuteleri, skip boşaltma sistemi hidrolik sistemleri bölümlerinden oluşmaktadır.



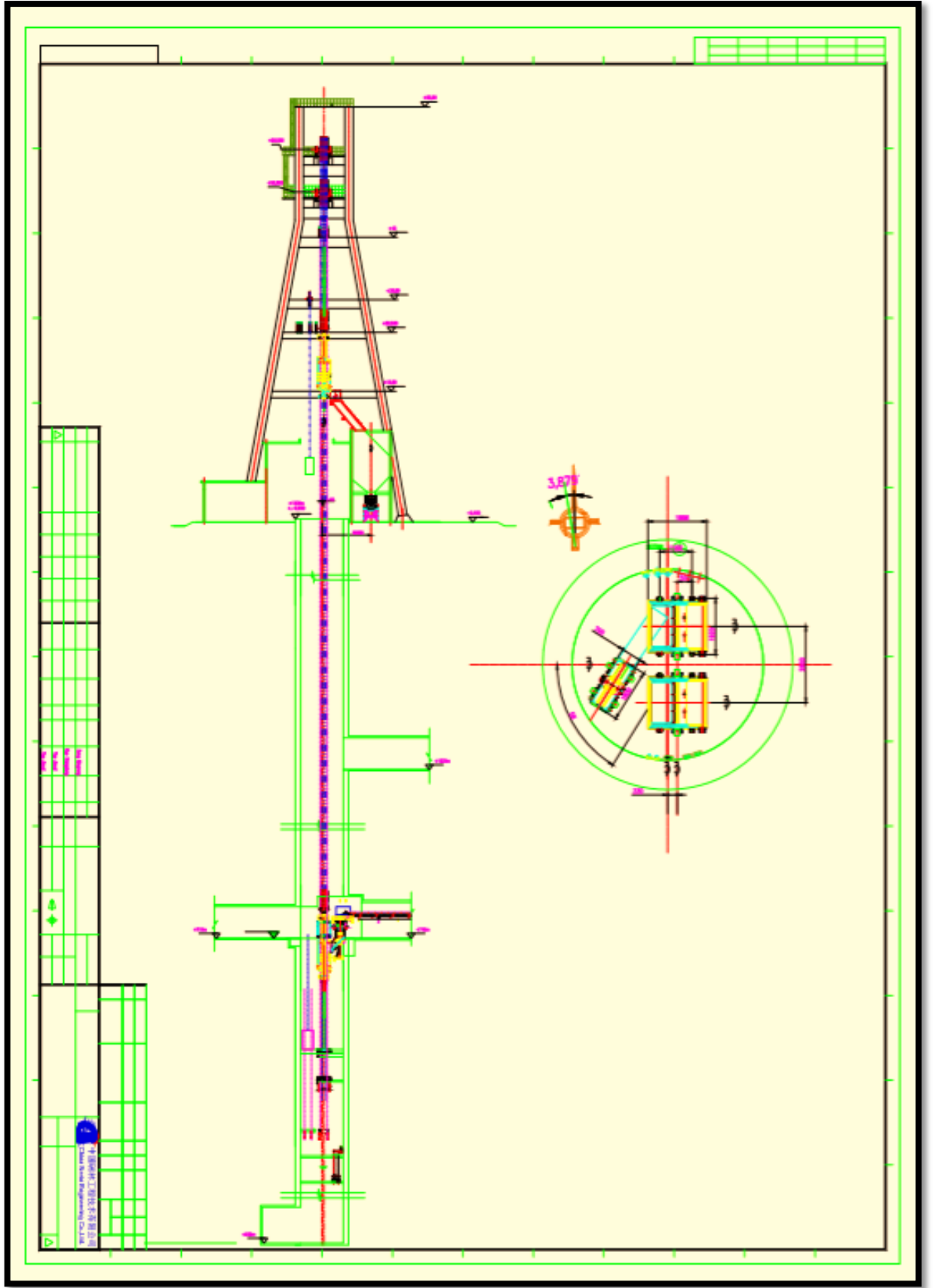
Şekil 4.8. İnceleme alanındaki maden sahasında açılan kuyunun genel görünümü

Bakır sahasında açılan üretim kuyusu dört asansörden oluşmakla birlikte bunlardan iki tanesi üretim, diğer iki tanesi yolcuların kullanımı ve bunlardan bir tanesi de acil yolcular için yapılmıştır. Kuyuda iki adet enerji hattı, iki adet sismik ethernet, iki adet atık su, iki adet temiz su, iki adet basınçlı hava, bir adet mazot ve bir adet ska (püskürtme betonda kullanılan priz hızlandırıcı) bulunmaktadır. İkişer adetten oluşan enerji hatları, atık su, temiz su ve basınçlı hava için yedek olarak konulmuştur. Açılan kuyunu derinliği 661 metre olup, çapı ise 7.5 metredir. Ancak kuyu çapının 1 metresini demir ve beton donatı oluşturmaktadır. Toplanacak olan suyun dışarı atılması amacıyla kuyu dibinde bir havuz inşa edilmiştir. Kuyu yeri seçimi yapılırken maden cevherine en yakın ve sağlam kaya içerisinde açılmasına özen gösterilmiştir. Ancak mevcut açık işletmeden dolayı kuyu 180 metre cevherin gerisinde kurulmuştur. Şekil 4.9'da inceleme alanındaki kuyu yeri verilmiştir.



Şekil 4.9. İnceleme alanı kuyu yeri

Kuyudaki şovelman yüksekliği 65 metre olmakla birlikte kope sistemli vinç kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Skip kapasitesi tek seferde 12 ton olup, her taşıma öncesi bantta tartma işlemi yapılmış ve iki adet skip kullanılmıştır. Şekil 4.10'da inceleme alanında inşa edilen kuyunun kesiti verilmiştir.



4.3 Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Delme Patlatma Çalışmaları

Kuyu dibi delme işleminde (DTH), çekiç içerisindeki piston basınçlı hava sayesinde bite vurduğunda üretilen güç kaya üzerinde bir şok dalgası yaratır. Yük altındaki bit ile baskı uygulandığında, bit ile kaya arasında baskıdan kaynaklı bir bağlantı yüzeyi oluşur. Bu baskıdan dolayı kayanın gösterdiği ters tepki, kayanın kaya basma-dayanım özelliğine ve baskı yüküne bağlıdır.

Kuyu dibi delme sistemi, çoğunlukla yeraltı havalandırma sistemlerinde, açık ocak dekapaj işleri üretim çalışmalarında, su kuyusu açma işlemlerinde ve maden arama amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Patlatma ve sondaj amaçlı delme işlemlerinde istenilen çaptaki delikler değişik delici tabancalar bitler ve matkaplar ile delinebilmektedir. Çekiç, mevcut kullanılan kompresör kapasitesine göre uygun biçimde seçilmelidir. Bit ise kayaç formasyon tipine, kuyu yarıçapı delgi sayısına göre en verimli delgiyi yapmaya uygun olarak seçilir.

Sistemin enerji kaynağı basınçlı havadır. Delme süresi kullanılan hava basıncı ile ters orantılı olarak artmaktadır, daha fazla hava basıncı daha yüksek delme hızı, daha fazla hava basıncı daha kısa sürede delme işleminin bitmesi demektir. Dolayısıyla üretici firmalar 25 bar basınca kadar çalışabilecek kuyu dibi tabancalar imal etmektedirler.

Kuyu dibi delme sistemi daha fazla hava ihtiyacı, düşük delme hızı gibi dezavantajlarının yanında; delik içi sapmaların düşmesi, delme hızındaki az bir düşüşle uzun delikler delinebilmesi, çatlaklı boşluklu arazilerde bile delik içerisinde iyi bir şekilde temizlenebilmesi, operatör için kullanımı kolay bir delme sistemi olması gibi avantajlarından dolayı da tercih edilmektedir.

Kuyu Dibi Çekiçler (DTH); havanın en az kayıpla çekiçe iletilmesini sağlamak amacıyla kompresör, makine üzerinde ya da ayrı bir ünite olarak, havanın sistem içine aktarılmasını sağlar. Hava akımı çekiç içerisinde sıkıştırılarak güçlendirilir ve bu hava, çalışma şekli bir döngü olarak ayarlanmış olan çekici çalıştırır. Pistonun bir döngüsü esnasında, hava çekiçten iki defa salınır ve bu suyun ve delgi esnasında oluşan kaya kırıklarının taşınmasını sağlar.

DTH (Kuyu Dibi) delme işleminde pistondan gelen enerjinin yaklaşık % 85'i bitin kaya ile olan bağlantı yüzeyini bulur. Çekiçler taş ocakları, maden ocakları, su sondajı ve zemin mühendisliğinde kullanım amacıyla özel olarak tasarlanmış, düşük hava ile yüksek performans elde etmek için üretilmişlerdir. Çekiçler özellikle delme

hızlarıyla zamandan ve dolayısıyla yakıttan tasarruf sağlamaktadır. Çekiçlerin özel iç yapısı yeni kaya delme teknolojilerine göre dizayn edilmiştir (<https://rpmsondaj.com/portfolio-item/kuyu-dibi-tabanca>).

4.3.1 Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Delme İşlemi

Delme işlemi darbe, baskı, dönme, üfleme şeklinde uygulanmıştır.

Darbe: Tabanca pistonu tarafından üretilen darbe enerjisi rotlar ile kayaç üzerine iletilir. Darbe enerjisi kullanılan rot çapı bit çapı ile doğru orantılıdır. Enerji kullanılan rot çapına ve bit çapına uygun olarak ayarlanır. Darbe enerjisi seviyesi kayacın yapısına göre operatör tarafından ayarlanır uygun seviyede darbe yapılır.

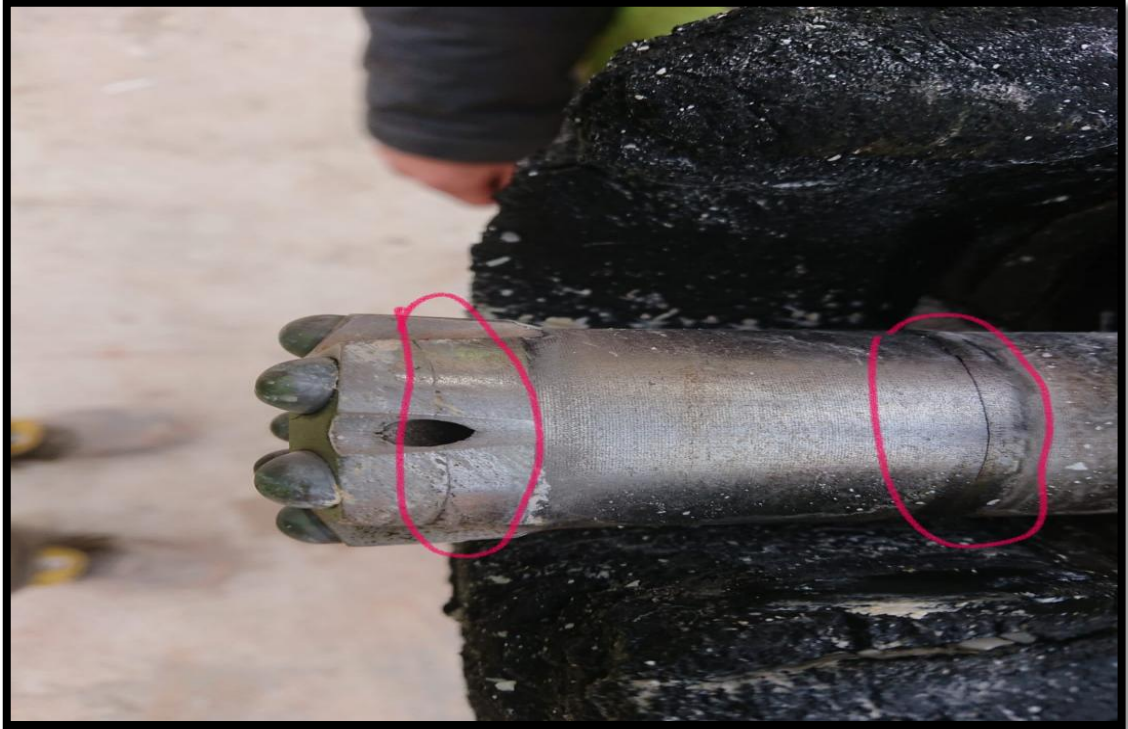
Baskı: Darbeden gerekli verimin alınabilmesi ve delgide sapma olmaması için bitin üzerinde biti kayaya sabitleyici baskı olması önemli bir noktadır. Çok düşük baskı gücü verildiğinde şok dalgası kayaca aktarılmaz ve bit sabitlenmediği için diş keser. Baskının çok düşük olması ilerleme hızını da azaltır.

Dönme: Dönme hızı mümkün olan en yüksek seviyeye ayarlanmalıdır. Dönme hızı düşük olduğu takdirde kayaç kırıntı boyutu büyük olur ve takımın sıkışmasına sebep olur ilerleme hızı da azalır.

Üfleme: Üfleme oluşan kırıntıların uzaklaşması için uygulanır. Yetersiz olduğu durumda kırıntılar delik içinde bitin çabuk aşınmasına yol açar ve ilerleme hızının da düşmesine neden olur. Delici makinenin kuyu açılacak zemin üzerinde hareket ederek önceden planlanan delinecek noktaya manevra yapması, bomu delik noktasına yerleştirdikten sonra delme işlemine başlaması ve bir rot boyu kadar delmesi, planlanan delik boyuna ulaştıktan sonra ise delme aparatlarının yukarı çekilmesi, işlemlerini kapsar.

4.3.2 Siirt Madenköy Sahası  retim Kuyusunda Kullanılan Delici Makine

Kuyu delme işlemi altı bomlu ahtapot delici makina kullanılarak yapılmıştır. Kuyu  l  leri kazı kesiti kuyu uzunluğu hesaplanıp belirlendikten sonra pnömatik sistem ile çalışan delici makina için en uygun ortam ayarlanıp delme işlemi uygulanmıştır. Delici makina 6 bomlu olduğundan dolayı delme işlemi gereken s renin 1/6 sı sürede tamamlanmıştır. Genel olarak bir kuyu aynasında 90 delik delinir ve 90 delik ortalama 150 dakika sürer. Delik paterni, kuyu çapı kuyu kesatine göre uygun bitler belirlendikten sonra, delme işlemine başlanmıştır. Formasyona göre seçilen 45'lik, 51'lik bitler kullanılmıştır. (şekil 4.11). şekil 4.12'de Siirt Madenköy de delici makinada kullanılan 51'lik bit gösterilmiştir.



şekil 4.11..Delici ucu



Şekil 4.12. Siirt Madenköyde delici makinada kullanılan 51'lik bit

4.3.2.1. Kullanılan Rot

Siirt Madenköy Bakır İşletmesinde delici makina üzerinde 4,30'luk çelikten üretilmiş rotlar kullanılmıştır.

4.3.2.2. Kullanılan Şank

Sahada kullanılan şank adaptörleri yüksek darbe gücüne dayanabilen, özel olarak seçilmiş alaşımlı ve çelikten yapılmış olup, ısıtılma işlemi ile karbürize edilerek üretilmiş şekilde uygulanmıştır (Şekil 4.13). Çekiç sondajında, gövde adaptörü darbe enerjisini pistondan çubuk veya çubuklara iletir, dönme momenti gövde adaptörü vasıtasıyla sağlar.



Şekil 4.13. Siirt Madenköyde delici makinada kullanılan şank

4.4. Patlatmalarda Kullanılan Patlayıcı Sarfıyatı

Yeraltı çalışmalarında amaç, emniyetli ve verimli bir çalışma ile mümkün olan en hızlı ilerlemeye ulaşmaktır. Çizelge 4.1’de inceleme alanında bir atımda kullanılan ortalama patlayıcı sarfıyatı verilmiştir.

Çizelge 4.1.İnceleme alanında bir atımdaki ortalama patlayıcı sarfıyatı

Atım No	38 Dinamit	5 M Lp	İnf Fitil 5gr	E.Kapsül	Zil Teli	Atım Yeri
1	360	120	50	2	500	Kuyu
2	360	140	50	2		Kuyu
3	380	130	100	2		Kuyu
4	400	160	50	4		Kuyu
5	260	120	50	2		Kuyu
6	380	130	50	2		Kuyu
Ortalama	360	130	60	2	80	

4.4.1. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Şarj İşlemi

Su drenajı işlemi bittikten sonra, nonel, $\varnothing$ 38 dinamit, elektrikli kapsül ve fitiller kullanılarak şarj işlemi uygulanmıştır. Şekil 4.14’de şarj işlemi görülmektedir.



Şekil 4.14. Şarj işlemi

4.5. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Tahkimat işlemleri

Kuyu derinleştikçe, kuyu yan duvarlarında yıkıntılara meydan vermemek için ve kuyunun beklenen ömrü boyunca stabil kalmasını sağlamak için jeoteknik sondaj verilerine göre belirlenen tahkimat uygulanarak kuyu ömrü boyunca sağlam kalması planlanmıştır. Kullanılan tahkimat çeşitleri, püskürtme beton, çalıklar, beton, demir donatı ve perde beton olarak sıralanabilir. Siirt kuyu işleminde tarama Şekil 4.15’de görülmektedir.



Şekil 4.15. İnceleme alanındaki üretim kuyusunda yapılan tarama

4.5.1. Püskürtme Beton

Püskürtme beton yüksek hava basıncı ile bir yüzeye püskürtülen ve kendi kendine sıkışan bir betondur. Püskürtme betonun uygulanabilmesi için erken priz alabilmesi ve mukavemet kazanabilmesi gerekmektedir. Bu amaçla püskürtme betonlarda priz hızlandırıcı kullanılır. Püskürtme betonu, kuru karışım ve yaş karışım sistemleri olmak üzere iki şekilde uygulanır.

Kuru karışım sisteminde çimento, agrega ve toz priz hızlandırıcıların kuru karışımı bir makineye doldurularak basınçlı hava yardımı ile hortumlardan iletilir. Yaş karışım sisteminde ise çimento, agrega makineye doldurularak su ve sıvı priz hızlandırıcı nozulda ilave edilir. Yaş sistemde ise normal beton uygulamalarında olduğu gibi su/çimento oranı kontrol altına alınmış kimyasal katkılı beton karışımı hazırlanır ve uygun makineler ile hortumdan nozula pompalanır. Püskürtmek için gerekli basınçlı hava ve sıvı priz hızlandırıcı katkıları nozulda betona ilave edilir (www.aydos.com.tr).

Püskürtme beton katkıları, 20°C’ de 1,1 kg/lt yoğunluğunda ve çimento tipine istenilen priz ve mukavemet değerlerine göre çimento ağırlığının % 3- % 10 oranında kullanılırlar.

4.5.2. Çelik Hasır

Sahada kullanılan mukavemeti soğuk çekilerek arttırılmış ve nervürlendirilmiş demir çubukların birbirine nokta kaynağı ile milimetrik hassasiyette bağlanmaları şeklinde imal edilen, çelik hasırlar 100*100 mm gözenekli, 6x2 metre boyutunda, çubuk çapı 6 mm olup, geniş satırlı dikey ve yatay betonarme elemanların teçhizat malzemesidir.

Tahkimatin ilk aşamasındaki yüzeyin hava almasını engellemek ve mukavemet sağlaması amacıyla püskürtme beton uygulanmıştır. Çelik hasırların 12 lik çiviler ile montajı yapıldıktan sonra tekrar beton atılarak çelik hasır montaj işlemi sonlandırılmıştır.

4.5.3. Kaya Cıvatası Montajı (Ankraj)

22 mm ve 24 mm çapında burgulu demirler kullanılarak yüzeyden 2.40 m uzunluğunda, havalı tabanca ile delinerek sulandırılmış çimento delik içine yerleştirilen ve özel yapılan aparatlarla kaya cıvatası dönerek deliğe itilip betonun hızlı bir şekilde demir burgularla montajı şeklinde uygulanmıştır. Cıvataları 22 metrik ve plakaları 15*15 cm ebatında kullanılmıştır. Şekil 4.16’da püskürtme beton işlemi sonrası çelik hasır ve bulon verilmiştir.



Şekil 4.16. Püskürtme beton işlemi sonrası çelik hasır ve blon

4.5.4. Demir Donatı

Kuyu derinliğinde 4 metre uzunluğunda hazırlanan kalıp donatı 3.80 metrelik kalıp beton kullanılarak uygulanmış ve 24-28-32 demirler ile 25*25 cm gözenekler yapılarak kalıp döşenmiştir. 20 cm kalan demir donatı ise bir sonraki demir donatının bağlantısı için bırakılmıştır. Şekil 4.17’de demir donatı ve kalıp beton gösterilmiştir. Şekil 4.18’de sahada uygulanan kalıp beton görüntüsü ve Şekil 4.19’da inceleme alanındaki tahkimat çalışmaları verilmiştir.



Şekil 4.17. Demir donatı ve kalıp beton



Şekil 4.18. Kalıp beton



Şekil 4.19.Tahkimat çalışmaları

4.6. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Nakliye İşlemi

Sahada birincil nakliye işlemi, patlatma sonrası havalandırıldıktan sonra başlayıp kepçe ile kovaya doldurularak, ikincil nakliye de işlemi ise kesit düzenlemek amacıyla taranan malzemenin nakliyesi şeklinde uygulanmıştır. Nakliye kepçesi Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Nakliye kepçesi



Şekil 4.21. Nakliye kepçe ve kovası



Şekil 4.22. Tahkimat malzemesi ve personel nakliyesi kova ile yapım işlemi



Şekil 4.23 Kepçe ve üst kısmında operatörün yeri ile ilgili görüntü

4.7. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Su Drenajı

Sahada delme işlemi ve şarjın sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için suyun deşarjı yapılmıştır. Kuyuda su deşarjı derinliğin artışına göre 11-15-37 ve 90 kw pompalar yardımı ile yapılmıştır. Jeoteknik sondajlardan da tespit edilen kuyuda su gelirini önlemek amacıyla 335- 345 metrelerinde enjeksiyon işlemi yapılmıştır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Tabanda 11 kw pompa ile su drenajı

4.8. Siirt Madenköy Sahası Üretim Kuyusundaki Havalandırma İşlemi

Patlatma sonrası duman ve gazın deşarjı için uygulanan havalandırma işleminde 55 kw fan ve 80 cm çapında sehpa üzerinde fantüpler kullanılarak, aynaya en yakın yerden üfleme yapılarak ortam havasının temizlenmesi sağlanmıştır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Platformun altında görülen 80 cm çaplı fan tüp

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Bu çalışmada, Siirt Madenköy maden sahasında açılan üretim kuyusunun delme, patlatma, nakliye, tahkimat, havalandırma ve drenaj çalışmaları teknik açıdan incelenmiştir.
2. Kuyu açma faaliyetinde kullanılan birinci paternde; her atım 250 delik, 3 metrelik delik boyu için toplamda 350 kilogram patlayıcı madde kullanmıştır. Birinci paternde maliyetin yüksek olması ve kazı kesitinin düzgün olmaması nedeniyle ikinci bir patlatma paterni uygulanmıştır. İkinci paterninde ise; her atım 90 delik, 4,2 metre delik boyu ve 360 kilogram patlayıcı madde kullanılarak, delik sayısı önemli ölçüde azaltılmış, 1. paternin özgül şarjı 2.65 kg/m^3 olurken 2. paternde özgül şarj 1.88 kg/m^3 olarak patlayıcı sarfıyatı yaklaşık % 29 düşürülmüştür.
3. Bununla birlikte ikinci patlatma paterni ile kuyu ilerle (açma) hızı arttırılmış ve daha düzgün kazı kesit elde edilmiş, kesit düzeltmek için yapılan tarama işlemi azaltılmıştır.
4. Delici makinada kullanılan sarf malzemesi ve matkap tüketiminin azalması nedeniyle ikinci patlatma paterni maliyetler düşürülmüştür.
5. İkinci patlatma paterni ile uygun boyutta pasa elde edilmesi nedeniyle yükleme ve nakliye süresi azalmıştır.
6. Kuyu aynasından yapılan su drenajında, başlangıçta kullanılan pompalarda suyun aşırı çamurlu (pulp) olmasından dolayı sargı yanmaları olayı yaşanmış, daha sonra uygun özellikteki çamur pompaları kullanılarak bu sorun giderilmiştir.

5.1.Öneriler

Sahada açılan temel sondaj kuyuları verilerinde, 661 metrelik kuyunu büyük bir bölümünde sadece ikinci delme patlatma paterninin kullanılması doğru bir yaklaşım olmadığı görülmüştür. Çünkü bu kesimlerde birimler değişim göstermekte farklı formasyonlar geçilmektedir. Geçilen formasyonların özellikleri dikkate alınarak her bir formasyon için yeni delme patlatma paternlerinin oluşturulmasında fayda vardır.

6. KAYNAKLAR

- Afat, A., 2010, Adana–Yumurtalık bölgesinde sanayi yapıları için Kızıldere formasyonunda patlatma–kazı işlemleri, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 83-85.
- Aksoy, C.O., Yalçın, E., 1999, Türkiye Kırmataş Üretim Yöntemlerinin Ekonomik Analizi 3.*Endustriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 14-15 Ekim, İzmir, 97- 103.
- Bayrakçı,E., 2007, Aydın Linyit İşletmesinde delme-patlatma işlemlerinin iyileştirilmesi.Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 8-12
- Bayraktaroğlu, B., 2003,Kömür Dekapajında Optimum Delme-Patlatma Tasarımı Garp Linyitleri İşletmesinde Bir Saha Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 18-56
- Bilgin, H.A., Pasamehmetoglu, A.G., Özkahraman H.T., 1993, Optimum burden determination and fragmentation evaluation by full scale slab blasting, *Rock Fragmentation by Blasting fragblast-4*, A.A.Belkama publisher,Vienna, 337-344
- Cevizci, H., 2010, Açık Ocak Patlatmalarında Sıkılama Parametesinin Patlatma Verimliliğine Etkisi, Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü*, Isparta, 8-10
- Ceylanoğlu, A., Kahriman, A. Ve Demirci, A., 1993, “Delme Patlatmanın önemi, Kullanıldığı Alanlar ve maden Mühendisliği İle İlgisi”, *Delme ve Patlatma Sempozyumu.*, 2-3 Aralık, Ankara, Sayfa 127-139.
- Hussamı,S,S, Özkan,İ.,2018, Düşey Maden Kuyularında Beton Tahkimat Kalınlıklarının Belirlenmesine Yönelik Bir Tasarım Yaklaşımı *S.Ü. Müh. Bilim ve Teknik Dergisi.*, c.6, s.1, ss. 14-27
- Kahriman, A., 1995, Sivas Ulaş Yöresi Sölesit Cevheri ve Yankayaçları için Optimum Patlatma Koşullarının Araştırılması ve Kayaç Özellikleri ile İlişkilendirilmesi, Doktora Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas.
- Kahriman, A., 2002, Maden ve Taş Ocaklarında Kaya Patlatma Tekniği,*İstanbul Üniv. Yayını*, İstanbul.
- Kahriman, A., 2003, “Maden ve Taşocaklarında Kaya Patlatma Tekniği Semineri”, İstanbul.

Langefors, U., Kihlström, B., 1978, The Modern Technique of Rock Blasting, John Wiley & Sons Inc., Chichester.

Özdemir, K., 2009, Basamak Patlatmasında Parça Boyut Dağılımının Ardışık İşlem Faaliyetlerine Olan Etkisinin Araştırılması, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 188s, İstanbul.

Roy, P. P., 2005, Rock Blasting Effects and Operations, A.A. Balkema Publishers, Dhanbad/İndia, 17-18

Saltoğlu, S., 1976, Madenlerde Hazırlık ve Kazı İşleri. İstanbul Teknik Üniversite matbaası, Gümüşsuyu, İTÜ, İstanbul, Türkiye, 336p.

Sayınbatur, O., 2011, Açık Ocak Maden İşletmelerinde Patlatma Delikleri ve Patern Tasarımı Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, 20-57.

Tosun, S., 1991, Madencilikte Patlatılacak Ortama Uygun Patlayıcı Madde Seçimi, *TMMOB Maden Mühendisleri Odası Madencilik Dergisi*, Cilt: 4, 5-11

Ünalın, M., 2012, Maden Kuyusu Asansörü Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul

www.aydos.com.tr

<https://rpmsondaj.com/portfolio-item/kuyu-dibi-tabanca>

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Ata SUÇIN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Beşiri -11/09/1988
Telefon : 0 544 344 72 72
Faks :
e-mail : asucin.isg@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Batman lisesi	2006
Üniversite	: KTÜ Trabzon	2011
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi, Merkez, Batman	Devam Ediyor

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2019-Halen	Zeta-mine	Yeraltı Baş Müh.
2015-2018	Destra kum ocağı	Şantiye Şefi
2011-2015	Ciner grup	Vardiya Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Maden Proje

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR