



**T.C.**

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİİRT-MADENKÖY MADEN SAHASINDA  
AÇILAN ÜRETİM KUYUSUNUN MALİYET  
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Muhammed Eşref SEVGİLİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını**

**Kasım-2019  
BATMAN  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Muhammed Eşref SEVGİLİ tarafından hazırlanan “ Siirt - Madenköy Maden Sahasında Açılan Üretim Kuyusunun Maliyet 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 TEZİ 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. Sahaaz TIGREK  
FBE Müdürü



## 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.

Muhammed Eşref SEVGİLİ

İmza  
Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

#### SIİRT-MADENKÖY MADEN SAHASINDA AÇILAN ÜRETİM KUYUSUNUN MALİYET AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Muhammed Eşref SEVGİLİ**

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

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

**Yıl, 2019,... 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**

Bu çalışmada, Siirt Madenköy maden sahasında açılan üretim kuyusunda yapılan; delme-patlatma, nakliye, tahkimat, havalandırma ve drenaj faaliyetlerinin toplam kuyu açma maliyetine etkisi incelenmiştir. Kuyu kazısında iki farklı patlatma paterni uygulanmış olup, bu paternlerin kuyu açma performansı açısından karşılaştırılması yapılmıştır.

İkinci patlatma paterninde delik sayısı ve patlayıcı madde tüketimi önemli ölçüde azaltılmıştır. Bununla birlikte ikinci patlatma paterninde delme-patlatma maliyeti % 54 oranında düşürülmüştür, ilerleme hızı artırılmış ve daha düzgün kuyu kesiti elde edilmiştir. Delme-patlatma faaliyetlerinin toplam maliyetteki oranı ise %3'ten %2'ye indirgenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Delme, Drenaj, Kuyu, Maliyet, Patlatma, Tahkimat

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

## **COST EVALUATION OF THE PRODUCTION SHAFT DRILLED AT SİİRT-MADENKÖY**

**Muhammed Eşref SEVGİLİ**

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

**Year,2019... 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 this study, the effect of drilling-blasting, transportation, fortification, ventilation and drainage works on the total cost of drilling the production shaft at Siirt-Madenköy mining site. Two different blasting patterns were applied during shaft drilling and the performance of these patterns on drilling was compared.

Number of holes and explosive material usage were significantly reduced in the second blasting pattern. Furthermore, drilling-blasting costs were reduced by 54 % in the second blasting pattern, the acceleration speed was increased and a better shaft section was achieved. The ratio of drilling-blasting works in the total costs was reduced from 3 % to 2 %.

**Keywords:** Blasting, Cost, Drainage, Drilling, Fortification, Shaft

## 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 şükranlarımı sunarım.

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

Muhammed Eşref SEVGİLİ  
BATMAN-2019

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	ix
1.GİRİŞ .....	1
1.1. Amaç ve Kapsam .....	2
1.2. İşletme Tanıtımı ve Çevresinin Genel Karakteri.....	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
3. MATERYAL ve METOT .....	6
3.1. Kuyu Açma .....	6
3.1.1. Kuyu Açma İşlemleri.....	7
3.2. Kuyularda Delme .....	12
3.2.1. Delik Sayısının Hesaplanması.....	12
3.2.2. Kuyu Açma İşinde Kullanılan Deliciler .....	13
3.3. Kuyularda Patlatma .....	15
3.4. Kuyularda Yükleme .....	16
3.5. Kuyularda Kazı İskelesi .....	20
3.6. Kuyularda Havalandırma .....	22
3.7. Kuyu Nakliye Ekipmanları .....	22
3.7.1. Kova .....	23
3.7.2. Kendinden Boşaltmalı Güvenlik Skipleri .....	23
3.7.3. Yerüstü Ekipmanları .....	24
3.8. Kuyularda Tahkimat .....	25
3.8.1. Ahşap Tahkimat.....	25
3.8.2. Çelik Tahkimat .....	26
3.8.3. Beton ve Tuğla Tahkimat.....	26
4. TARTIŞMA ve BULGULAR .....	30

<b>4.1. İnceleme Alanının Jeolojisi .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.1. Midyat Grubu (Tm).....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.2. Germik Formasyonu.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.3. Şelmo Formasyonu .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.4. Gercüş Formasyonu.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.5. Cevherleşme .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2. İnceleme Alanında Yapılan Kuyu Çalışmaları .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3. Sondaj Çalışmaları .....</b>	<b>39</b>
<b>4.4. Kuyu Maliyet Analizi.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4.1. Kuyu yeri seçimi.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4.2. Delme ve Patlatma Maliyetlerinin Belirlenmesi .....</b>	<b>41</b>
<b>4.4.3. Yükleme ve Taşıma Maliyetlerinin Belirlenmesi .....</b>	<b>46</b>
<b>4.4.4. Kule Maliyeti Belirlenmesi.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.5. Havalandırma Maliyetlerinin Belirlenmesi.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.6. Drenaj Maliyetlerinin Belirlenmesi.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.7. Personel maliyeti .....</b>	<b>48</b>
<b>4.4.8. Tahkimat maliyeti belirlenmesi .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4.9. Diğer Maliyetlerinin Belirlenmesi .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4.10. Toplam Maliyet Belirlenmesi.....</b>	<b>50</b>
<b>5. SONUÇLAR.....</b>	<b>52</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>59</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

A	: Alan (metre kare)
D	: Tambur Çapı (inç)
H	: Kule Yüksekliği (metre)
N	: Kuyudaki Delik Sayısı
T	: Günlük Üretim (short t)
V	: Halat Hızı (feet/metre )

### Kısaltmalar

MTA :Maden Tetkik Arama

## 1.GİRİŞ

Yeraltında tünel ve galeri açmanın iki nedeninden biri inşaat amaçlı (ulaşım, su, kablo iletim ve depolama, sığınak), diğeri madencilik amaçlıdır. Bu nedenle yeraltında inşaat amaçları için patlatma yapmak, bir yaralama işi değil bir kesme işidir. Tüneller işlevlerine ve duyulan ihtiyaca göre yatay, eğik, yukarı, aşağı ya da dik açılabilir. 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 birçok etkenler temel uygulama prensipleri olarak ifade edilebilir. Bunlar, kaya kütlelerinin kendi kendini taşımasını bozmayacak patlatmayı gerçekleştirmesi, 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.

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 gelinine sahipse normal kuyu açma yöntemleri uygulanır. Buna karşı kayaç sağlam değil ve fazla su gelinine sahipse veya bu iki husus birlikte etki ediyorsa özel kuyu açma yöntemlerinin uygulanışı zorunlu hale gelmektedir (Saltoğlu, 1976).

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

Kuyular, 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).

Günümüzde maden, inşaat mühendisliği çalışmaları içinde yeraltı açıklıklarının tasarımı, kaya mekaniği disiplinin en önemli konularından birini oluşturmaktadır. Yeraltı açıklıkları, işlevleriyle uyumlu bir duraylılığı kendilerinden beklenen hizmet süreleri boyunca gösterebilmelidir (Geniş ve Gerçek, 2000).

Maden projelerinde farklı amaçlarda açılan düşey, dikey veya açılı shaftlar (kuyular) ilk olarak ilkel el aletleri ile kazılmıştır. İlerleyen zamanlarda delme patlatma yöntemi ve farklı tekniklerle shaft kazıları daha da geliştirilmiştir.

### **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 maliyeti açısından değerlendirilerek yorumlanmıştır.

### **1.2. İşletme Tanıtımı ve Çevresinin Genel Karakteri**

İşletme, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Siirt İli'nin kuzeydoğusunda, Şirvan ilçesi'nin ise doğusunda yer almaktadır. Madenköy Şirvan ilçesine ise 19 km'lik asfalt yol ile bağlıdır. Şekil 1.1'de inceleme alanı yer bulduru haritası görülmektedir.



Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

Siirt Madenköy Bakır işletmesi, 2000 yılının harizan ayında, Park Elektrik Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından işletilmeye başlanmıştır. 2017 yılında ise Cengiz Holding tarafından satın alınmıştır.

Siirt Madenköy Bakır işletmesinde MTA tarafından çalışmaları 1978-81 yılları arasında ilk fizibilite çalışması yapılmıştır. MTA tarafından jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır (Outokumpu, 1981; Ulutürk, 1999).

Sahada Madenköy içerisinde geçen en önemli dereler Yar Deresi ve Çay Deresi'dir. Yar deresi mevsimsel akışlı olup, yaz aylarında kurumaktadır. Bir diğer dere ise alanın güneyinde bulunan doğu-batı yönünde akan Sümbül Deresi akarsuyudur. Fakat bu dere önemli bir hacimde debiye sahip değildir. Bunun dışında İşletme alanının yakınında bulunan su kaynakları ise, yüzeysel olduğundan dolayı, kuru dere özelliğindedir. Mevsimsel yağışa bağlı olarak akış gösterirler. İşletme alanının civarında bulunan su kaynakları kurulan tesislerin kotundan yüksek olduğundan etkilenmemeleri beklenmemektedir. İşletme alanında bulunan topraklar çok dik eğim, erozyon, toprak sağlığı, taşlılık, yaşlık, tuzluluk veya sodiklik gibi, kültür bitkilerinin yetiştirilmesini engelleyen çok şiddetli sınırlandırma özellikleri taşımaktadır. Bu bölgedeki en önemli

akifer kayalar Permiyen yaşı rekristalize kireç taşlarıdır. Bölgedeki esas kaynaklar, bu birim ve bindirme ile birlikte üzerine geldiği Orta Eosen yaşı volkanik kayaların dokanağında bulunmaktadır. İşletmenin bulunduğu alandaki bazı volkanik birimler yeraltı suyu bakımından oldukça fakirdir. Sahada yapılan 450 metre derinliğindeki arama sondajlarında yeraltı suyuna rastlanmamıştır. İşletme yer altı suyu bakımından fakir olup işletmenin içme suyu kirazlı köyünün su şebekesinden sağlanmaktadır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Maden sahalarında açılan kuyularla ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Cummins ve ark. (1973) ‘SME mining engineering handbook’ adlı kitaplarında, kuyu açma yöntemleri, kazı yöntemleri, kuyu ekipmanları, delme patlatma modelleri ve delik sayısının hesaplanması konularından bahsetmişlerdir.

Saltoğlu (1976) ‘Madenlerde Hazırlık ve Kazı İşleri’ konulu çalışmasında kuyu açma ve açılan kuyuların görevlerini anlatmıştır.

Birön ve Arığlu (1985) ‘Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı’ adlı kitaplarında madenlerde tahkimat konusunu anlatmışlardır.

Köse ve ark. (1992) ‘Tünel ve kuyu açma’ isimli kitaplarında, tünelcilik Açısından kuyu açma tekniklerini incelemişlerdir.

Bell (1994) ‘Engineering in Rock Masses’ adlı kitabında kuyu açma teknikleri, tahkimat çeşitleri ve kuyu tasarımlarını açıklamıştır.

Geniş ve Gerçek (2000) ‘Yeraltı açıklıklarının dinamik tasarım’ adlı çalışmalarında, dinamik yüklemelerin ve dinamik parametrelerin derin ve masif kaya kütlelerinde kazılan yeraltı açıklıkları çevresinde oluşan yenilme bölgesinin geometrisine olan etkisi araŐtırmışlardır.

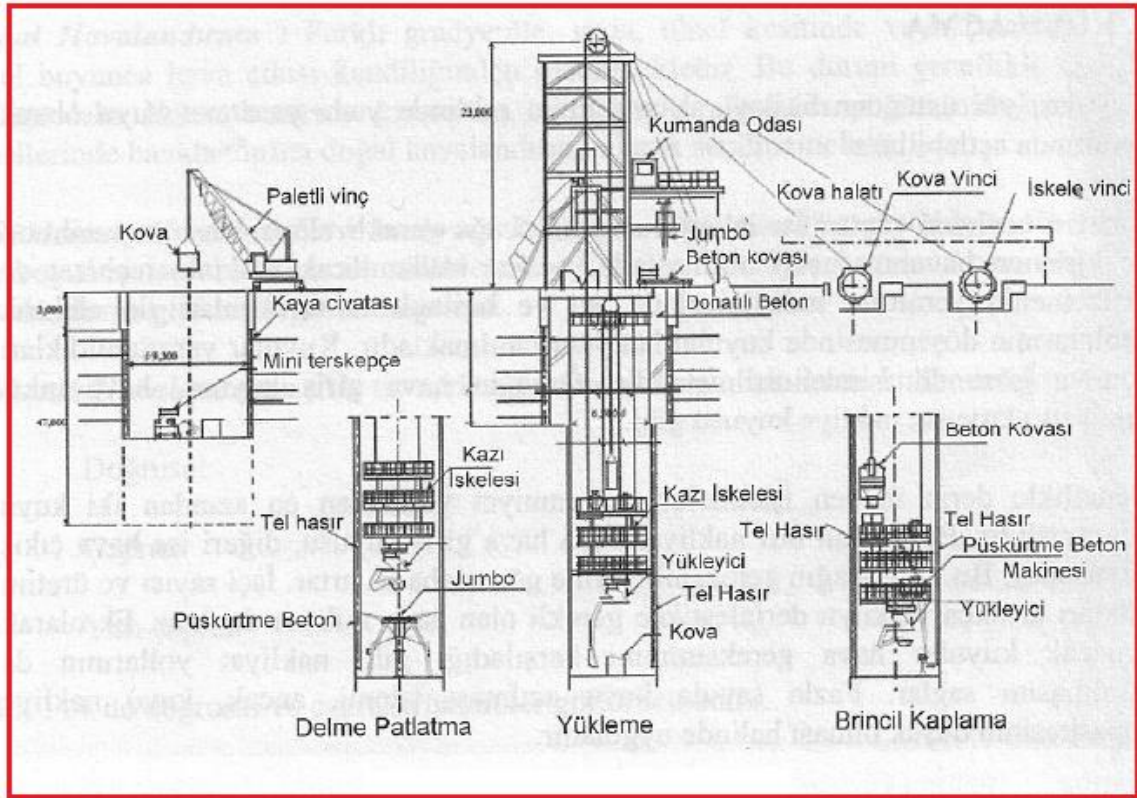
### **3. MATERYAL ve METOT**

Bu tez çalışması kapsamında, Siirt Madenköy Bakır işletmesindeki maden projesi için açılan düşey, dikey ya da açılı kuyu (şaft) çalışmasındaki Delme, Patlatma, Tahkimat, Nakliye, Havalandırma, Drenaj açısından maliyet değerlendirilmesi yapılmıştır.

#### **3.1. Kuyu Açma**

Kuyular yeraltında ana kuyu ya da yardımcı kuyu olarak açılırlar. Cehverin çıkarılması, havalandırma, makina ve donanımların taşınması, elektrik kabloları ve su boruları döşenmesi kuyulardan yararlanılmaktadır. Emniyet açısından sığ madenlerde en azından iki kuyu bulunmalıdır. Bu kuyunun bir tanesi nakliyat veya hava giriş kuyusu, diğeri ise hava çıkış kuyusudur. Bu sayı ocağın gereksinimlerine göre daha da artar. Kuyu derinliği, çalışan personel sayısı ve üretim miktarı arttıkça ihtiyaç duyulan hava miktarıda artar. Bir önemli etken ise nakliyat yollarını kısılmasını sağlar. Çok sayıda kuyu açılması için kuyu nakliye kapasitesinin düşüklüğüne bağlı olarak uygulanır. Kuyu açma, yeraltı madenciliğinde hazırlıkların önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Köse ve ark.,1992).

Kuyu açma, maden yatağının ilk hazırlık aşamasıdır. Kuyu derinliği istenilen seviyeye geldikten sonra, diğerk çalışmalara başlanır. Kuyunun açıldığı zemin sağlam ve az su gelinine sahipse normal kuyu açma yöntemleri uygulanır. Buna karşın, zemin sağlam değilse ve su geliri fazla ise özel kuyu açma yöntemlerinden birinin uygulanması zorunludur (Köse ve ark.,1992). Şekil 3.1'de tipik bir kuyu açımı gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Tipik kuyu açımı (Köse ve ark.,1992)

Kuyu yeri tespit edildikten sonra, kazıya başlamadan önce yakın çevresinde bölgenin hidrolojik durumunu görmek için sondaj yapılır ve yapılan sondajlar kuyudan 60 metre uzaklıkta açılır. Basınç altında bulunabilecek su sorun yarattığından kuyu içinde sondaj açılması tercih edilmez. Su geliri  $0.5 \text{ m}^3/\text{dak}$ 'nın üzerine çıktığı zaman özel kuyu açma yöntemleri kullanılabilir.

### 3.1.1. Kuyu Açma İşlemleri

Bir yeraltı ocağını çalıştırabilmek için en az iki tane kuyu farklı amaçlarla açılabilir.



### 3.1.1.1.Kuyu Yeri Seçimi

Cevhere en yakın sağlam kayada açılan kuyuda yeraltı ve yerüstü ile ilgili bütün faktörlerin incelenmesi önemli rol oynar. Yeraltını ilgilendiren en önemli etken, cevher yatağı ve kuyularda nakliye ve havalandırma yollarının kısa tutulmasıdır. Toplam galeri uzunluğunun az olması galeri açma, bakım, nakliye ve havalandırma giderlerinin önemli ölçüde azalmasını sağlar.

Kuyu yeri seçiminde bir diğer önemli faktör ise yerüstüdür. Kuyu ve kuyuyla ilgili kurulacak olan tesislerin uygun yerde olması ve oluşacak su baskınlarından uzak ve düz bir yerde olması tercih edilir.

Kuyudan çıkarılacak cevher ve taşın dökülmesini sağlayacak yükseklikte olması ve kuyu ağzının karayolu, demiryolu ve diğer ulaşım ünitelerine yakın olması diğer önemli noktalardır (Köse ve ark.,1992).

### 3.1.1.2. Zemin Stabilitesi ve Su Denetimi

Kuyu kazısına başlamadan önce zemin ve yer altı suyu kaşulları hakkında bir çalışma yapılması ve çalışmanın yapılacağı yerde su bekleniyorsa, kazı işleminden önce, zeminin yüzeyden ön çimentolaması yapılması ilk uygulamalardır.

Eğer su belirli bir bölgede tutulabiliyorsa, bu bölgenin, kazıdan önce, yüzeyden veya su zonunun önünden kuyu kazısının etkili bir uzaklığından basamaklı olarak çimentolanır.

Delik kuru ise 300 metre daha delinir ve çimentolanır ve delikler kuyu kesitinin dışında delinir (Köse ve ark.,1992).

### 3.1.1.3. Kuyu Ekipmanları

Kuleler, beton ve çelik olmak üzere iki farklı malzemeden üretilir. Çelik kuleler, beton kulelere göre daha yaygın olmakla birlikte, maliyet ve yükseklik avantajlarından dolayı daha fazla tercih edilirler (Şekil 3.2). Çelik kuleler gerekli boşaltma mesafesini sağlayacak yüksekliktedir ve yükseklik basit olarak Formül (3.1) ve Formül (3.2)'de verildiği şekilde hesaplanabilir (Köse ve ark.,1992).

$$H = 0,25.D + 5,5.(D/100)^3 + 6,3.T^{1/3} \quad (3.1)$$

$$H = 8.T^{0.3} + 1,2.V^{1/2} \quad (3.2)$$

Formül (3.1)'de,  $H$  ;kule yüksekliği,  $D$  ;tambur çapı (inç),  $T$  ;günlük üretim (short t),  $V$  ;halat hızı (ft/m) dır.



Şekil 3.2. Çelik kuyu kulesi (Köse ve ark.,1992)

#### 3.1.1.4. Kuyu Kazısı

Kuyu kazısı çalışmalarında, kuyuda çalışan ekip platform yardımıyla kuyu dibine indirilir ve kuyu duvarları temizlenir. İlk kova dolmaya başlarken ikinci kova indirilir ve dolan kova yukarıya çekilir. Delme işlemi için jumbo tabana indirilir, su ve basınçlı hava bağlantısı yapılır ve delikler delinir. Delme işlemi bittikten sonra

patlayıcılar kova yardımıyla kuyu dibine indirilir ve delikler şarj edilir. Patlatma ekibi kuyudan çıkartıldıktan sonra platform emniyetli seviyeye kadar çekilir. Bütün önlemler alındıktan sonra patlatma yapılır ve işlem bittikten sonra platform tekrar yükleme seviyesine getirilir. Daha sonra kaktüs kepçe yükleme yapar ve geçici tahkimat yapıp, taban temizliğine başlanır.

### 3.1.1.5. Kuyu Ağzı Kazısı

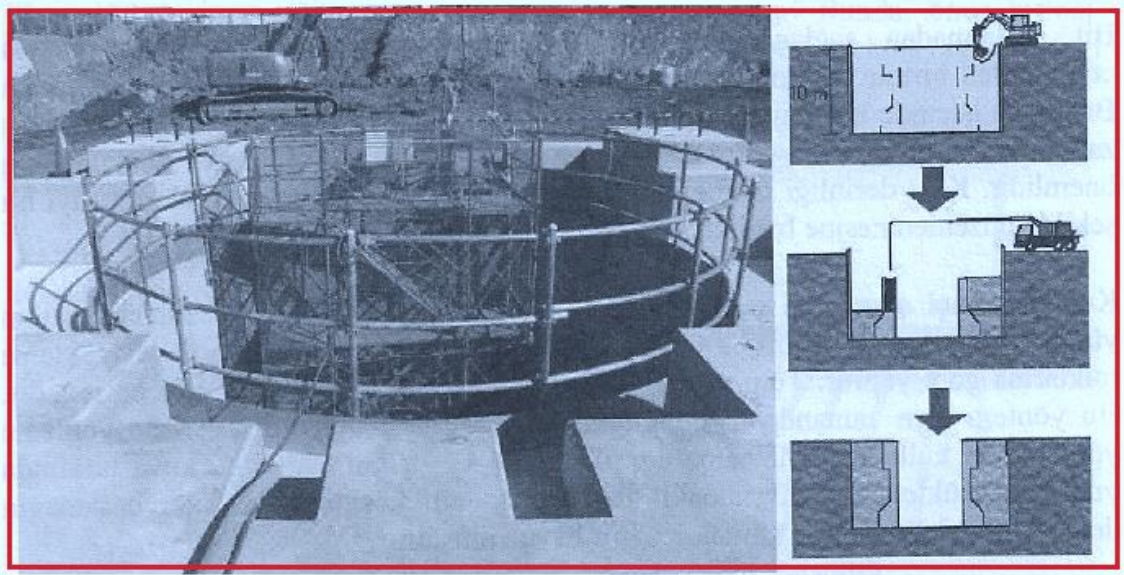
Kuyunun ilk kazısı olan kuyu ağzı oldukça önemlidir. Kuyu kulesi ve ekipmanlarını taşıyacağı için sağlam kayaya inşa edilmesi ve eğimlerin kuyu ağzından dışarıya doğru olması tercih edilir. Ayrıca zeminin sağlam olmadığı durumlarda daha büyük kuyu ağzı açılabilir. İnşaatın bitimiyle beraber, kuyu kulesi, platformu ve nakliye sistemi yapılır (Unrug, 1992). Bu sistemin kurulması, kuyunun derinliğine, ne amaçla kullanılacağına, kesit ve çapına, zemin ve hidrolojik koşullarına bağlıdır.

Kazı yöntemi, kuyu kulesinin yapısına bağlı olarak farklılıklar gösterebilir. Delme patlatma ile açılan kuyularda kuyu kulesi yüksek hızlardaki pasa nakline cevap verebilecek şekilde tasarlanır. Yüksek hızlarda pasa nakli gerektiren durumlarda, sadece insan ve malzeme naklinin yapıldığı kuyulara göre, kuyu ağzının daha sağlam ve dayanıklı inşa edilmesi tercih edilir.

Kuyu ağzı kazıları genellikle dragline (çekme kepçe) veya beko ile uygulanır (Şekil 3.3). Kazının derinleştirme işi (sağlam kayaya kadar) basınçlı havalı ekipmanlar, hidrolik kırıcılar veya kesici kafalı kuyu kazıcıları ile yapılır. Sağlam kayada, iki kademe patlatma yapıldıktan sonra kuyu ağzı inşasına başlandıktan sonra kuyu ağzı, inşaat seviyesinden itibaren kademe kademe dairesel iç kuyu kalıbı ile dış kalıp arasına beton (çelik donatılı) dökülerek, yeryüzü seviyesine kadar inşa edilir. Betonlama bittikten sonra dış kalıp sökülür ve beton etrafındaki boşluk özel dolgu malzemesi ile doldurulur (Şekil 3.4).



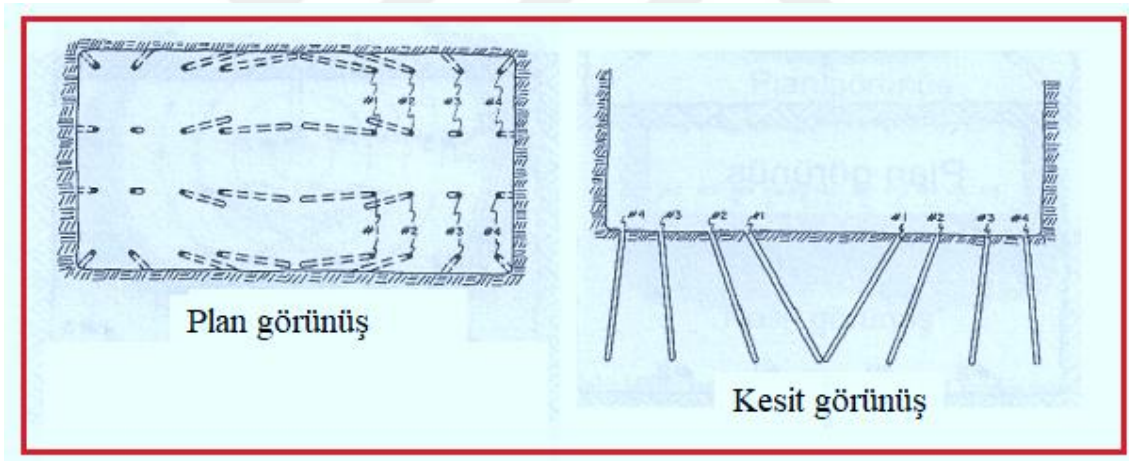
Şekil 3.3. Kuyuda yükleme için kullanılan mini beko (Köse ve ark.,1992)



Şekil 3.4.Kuyu ağzı inşaatı (Köse ve ark.,1992)

### 3.2. Kuyularda Delme

Kuyularda delme işleminde en önemli faktörler verimli bir ilerleme ve zeminin yumuşak veya boşluklu yapıda olmasıdır. Kuyuda temel olarak iki farklı ilerleme söz konusudur. Bunlar basamaklı ve tüm yüzey şeklindedir. Bu ilerleme kayaç yapısına, kuyu dibindeki suya ve yükleme miktarına göre yapılır. Tüm yüzeyli ilerleme mekanik tip yükleme için en uygun yöntem olmakla birlikte bu yöntem aynı zamanda hızlı ilerleme sağlar. Basamaklı yöntemde malzeme eğimli bir yüzeye yığılır ve çoğu kova tarafında yıkılırken yüklenebilir. Basamaklı ilerleme su altı koşullarında diğer basamağın deliklerini delerken suyu tutmak için bir havuz oluşturur. Tam kesit patlatmalı kare veya dikdörtgen kesitli kuyularda ise V-orta çekme veya piramit orta çekme kullanılır. V-orta çekme kuyunun ortasında yer alır ve delikler orta çekme önce patlayacak şekilde ateşlenir ve daha sonra diğer delikler patlamayı izler (Şekil 3.5) (Köse ve ark.,1992).



Şekil 3.5.V şeklinde orta çekme (Cummins ve Given, 1973)

#### 3.2.1. Delik Sayısının Hesaplanması

Sert kayaçlardaki kuyularda gereken delik sayısının belirlenmesinde Formül (3.3) kullanılır (Köse ve ark.,1992).

$$N = 2.55 A + 22 \quad (3.3)$$

Formül (3.3)'de,  $N$  ;Kuyudaki delik sayısı,  $A$  ; Alan ( $m^2$ ) dir.

Formül (3.3) kullanılarak değişik çaptaki kuyuların delik sayıları hesaplanarak Çizelge 3.1'de verilmektedir.

**Çizelge 3.1.** Kuyu çapına göre delinecek delik sayısı (Cummins ve Given, 1973)

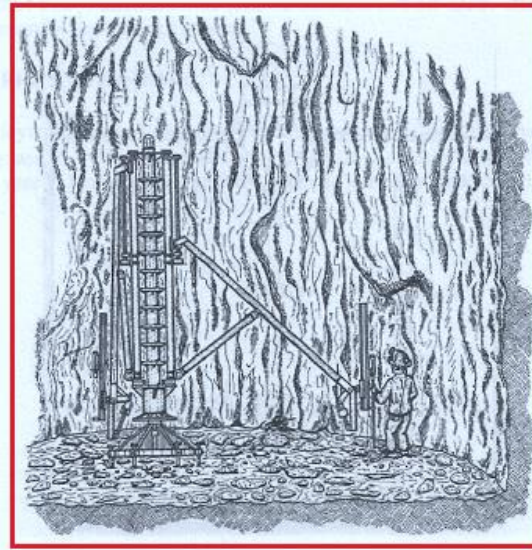
<b>Kuyu çapı (feet)</b>	<b>Kuyu alanı (<math>m^2</math>)</b>	<b>Formüle göre delik sayısı</b>
10(3m)	7	40
15(4.5m)	16	63
20(6m)	28	94
25(7.5)	44	134
30(9m)	64	185
35(10,5m)	87	244

### 3.2.2. Kuyu Açma İşinde Kullanılan Deliciler

Patlama işlemi için açılacak olan deliklerin delinmesinde formasyonun özelliklerine göre değişik tipte deliciler kullanılır. Bunlardan biri elde tutulan deliciler; Küçük çaplı kuyularda ve genellikle basamaklı ilerlemenin olduğu yerlerde, diğeri de döner deliciler ise zayıf kayalarda, darbesiz veya yarı darbeli döner deliciler kullanılır.

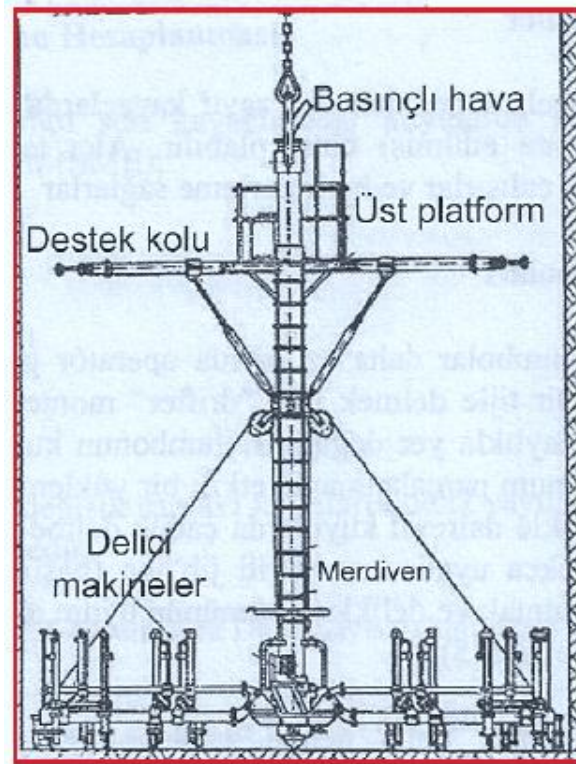
Günümüzde hidrolik ve pnömatik jumbolar daha az sayıda operator gerektirdiğinden giderek önem kazanmaktadır. Jumbonun kuyu dibine uygun olarak yerleştirilmesiyle, minimum parçalanmayla etkili bir yükleme için iyi bir yer ayrımı sağlar. Jumbolar genellikle dairesel kuyularda çabuk delme ve betonlama işlemiyle tam bir devir için oldukça uygundur (Şekil 3.6) (Köse ve ark.,1992).





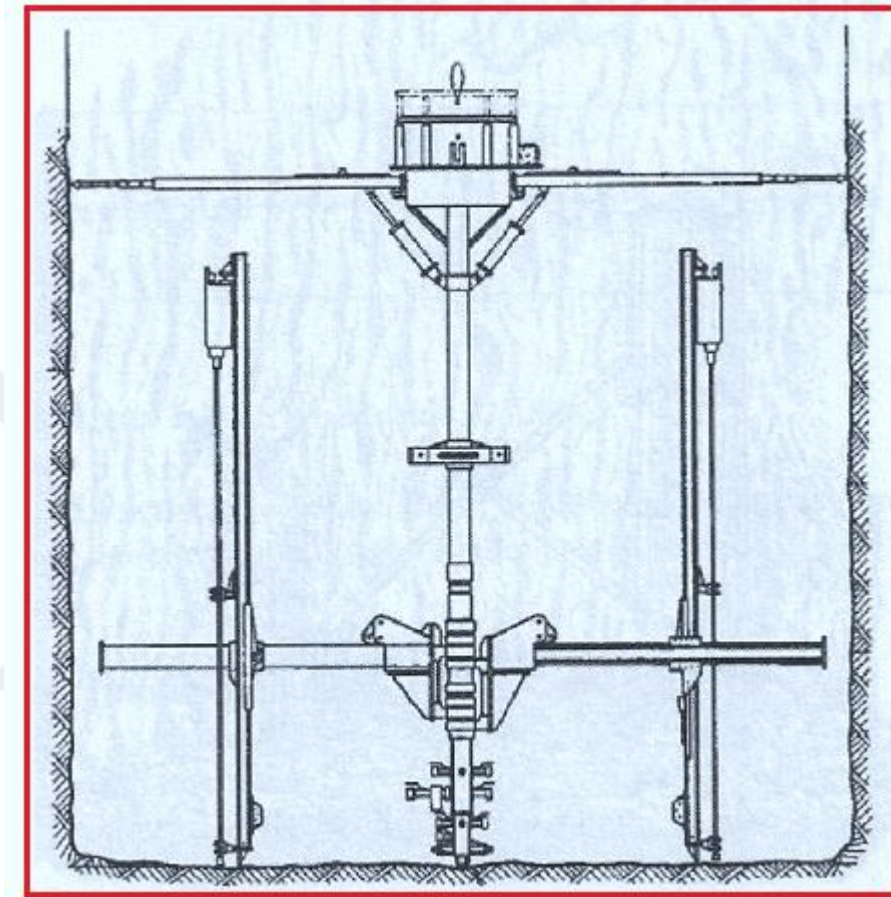
Şekil 3.6. Kuyuda jumbo ile delme (Cummins ve Given, 1973)

Kuyu ilerleme randımanını, delik delme zamanı büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Bu yüzden son zamanlarda kuyu dibinde aynı anda 20 deliği birden delen donanımlar üretilmiştir. Bu donanımlar fazla sert kayalarda iyi sonuçlar verir ve bu durumda işin daha hızlı olması ve işçi sayısında azalmaya olanak sağlar (Köse ve ark.,1992). Bu donanım ile 52 delik ( 94 m) 4,5 saatte delinmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kuyu dibinde aynı anda birden fazla delik delebilen donanım (Köse ve ark.,1992)

Günümüzde kuyu açmada en çok kullanılan delici tipi Deilmann-Haniel'dir. Bu delici makine ile 2,5 ile 6 metre arasında delikler delinebilmekte ve genellikle 4-16 metre kuyu çaplarında kullanılırlar (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Kuyularda kullanılan delici makine (Deilmann-Haniel) (Reuther, 1989)

### 3.3. Kuyularda Patlatma

Kuyu tabanı genellikle hiç bir şey olmasa bile delmede kullanılan su yüzeyinde ıslak veya birçok patlayıcı cinsi saf jelatin dışında tercih edilmez ve kuyu çalışmalarında % 40-60 jelatin dinamit kullanılır. Ancak bazı durumlarda patlayıcı madde giderlerini azaltmak için amonyum tipi patlayıcı veya plastik kutulara yerleştirilmiş cinsi tercih edilebilir. Bununla birlikte dikkatli olunmazsa, yanlış ateşleme durumunda zarar meydana gelebilir ve gelecek ilerleme için tabanın temizlenmesi de delme ve yükleme işleminde tehlikeli sonuçlar doğurur.



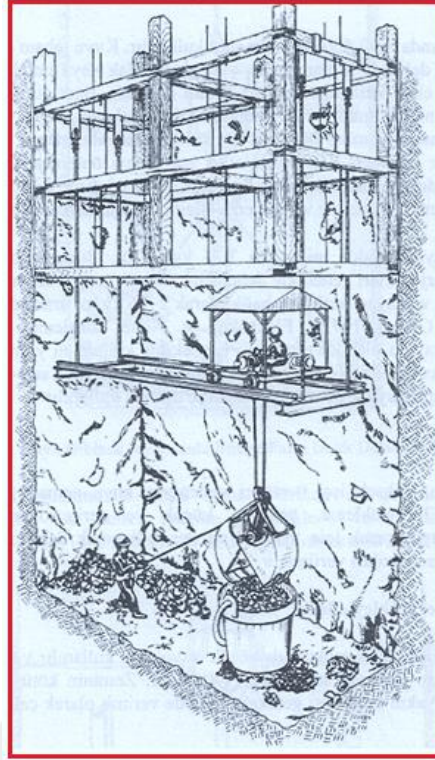
Kuyularda kullanılan patlayıcı madde miktarları ortalama  $3,25 \text{ kg/m}^3$  tür. Bununla birlikte patlayıcı gücü ve özgül şarj miktarı genellikle denemeler sonucu gerçek değerini bulur. Özgül şarj kuyu çapına ve kayaç sertliğine bağlı olarak  $2-6 \text{ kg/m}^3$  arasında değişir (Cummins ve Given, 1973).

Elektrikli ve Nonel ateşleme günümüz kuyu çalışmalarında yaygın olarak ve güvenli bir şekilde kullanılan bir yöntemlerdir. Genel bir kural olarak çok delikli büyük çaplı kuyularda paralel veya seri-paralel ateşleme devresi küçük çaplı kuyularda ise seri ateşleme devresi kullanılır.

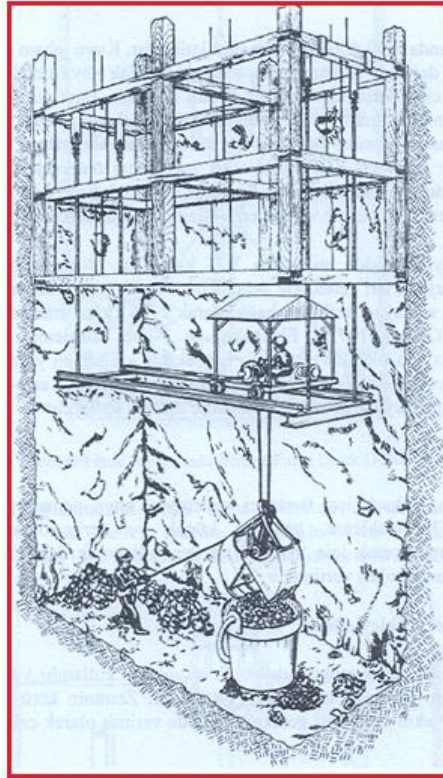
### 3.4. Kuyularda Yükleme

Kuyu açma işleminde yükleme daha önceleri elle yapılırken, yüksek işçi maliyetinden dolayı günümüzde mekanik aletler daha çok tercih edilmektedir.

Kuyularda kullanılan Riddel yükleyicileri; Tahkimatlı küçük kuyularda kullanılır ve su ile karşılaşılan yerlerde son derece iyi çalışırlar. Ancak zeminin kötü olduğu ve ağaç tahkimatın yere yakın tutulması gereken yerlerde verimli olarak çalıştırmak zordur (Şekil 3.9). Cryderman Yükleyicilerde ise basınçlı hava ile çalışan ve pozitif açılan ve kapanan kepçe bulunmaktadır. Bunlarda kuyu dibindeki malzeme, yüksekçe bir yerde ve güvenlik kafesinin içinde yer alan yalnızca bir operatör tarafından yüklenebilir. Yükleyici, tahkimatlı bir kuyuda ya kılavuz yönlendiricilere ya da bir kompartımana yerleştirilebilir. Yükleyici kendi kendine çekici bir halat tarafından yükseltilir ve alçaltılır. Bazı durumlarda çekici mekanizma yüzeye yerleştirilir. Yükleme operatörü üniteyi kuyudaki kumanda yerinden alçaltır ve yükseltir. Cryderman yükleme makinesi kuyu dibini temizlemekte son derece başarılıdır. Bu durum, özellikle patlatma teklemesi durumunda, operatör tehlikeden uzak olduğu için çok önemlidir (Şekil 3.10) (Köse ve ark.,1992).



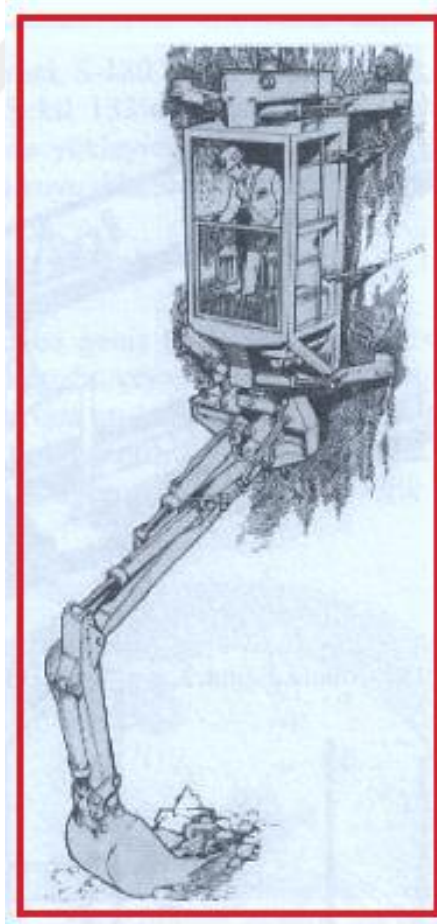
Şekil 3.9.Riddel yükleyicisi (Cummins ve Given, 1973)



Şekil 3.10. Dikey kuyuda cıyderman yükleyicisi (Cummins ve Given, 1973)

Alimak Yükleyicilerinde, kuyu açma işleminde en fazla zamanı pasa alır. Alimak yıllar önce bu alanda çalışmış ve elektrohidrolik tip S-180 pasa yükleyicisini geliştirmiştir (Şekil 3.11). Bu yükleyici, bir kafes, çift eklemlı bir kol, bir kova ve bir elektrohidrolik güç kaynağından oluşmuştur. Pasa yükleme işlemleri, içinden operatörün bütün yükleme sahasını kolaylıkla kontrol edebileceği tam korunmalı bir kafesten idare edilir ve kuyu dibinin temizlenmesi için gerekli tüm hareketleri hidrolik sistemler sağlar.

Kuyu duvarlarının yapımı süresince yükleyici genellikle, yüzeye yerleştirilen bir vinçten çelik halatlarla sarkıtılır ve vinç, operatörünün yükleyiciyi istediği seviyeye indirebilmesi için, kafesten uzaktan komuta sistemi ile işletilir. Yükleyici, yükleme süresince sabit kalması için, kaya civatalarıyla birleştirilmiş zincirlerle duvarlara bağlanmıştır. Zincirler yükleyicinin üstüne yerleştirilmiş 4 tane hidrolik pistonla gerilirler (Köse ve ark.,1992).

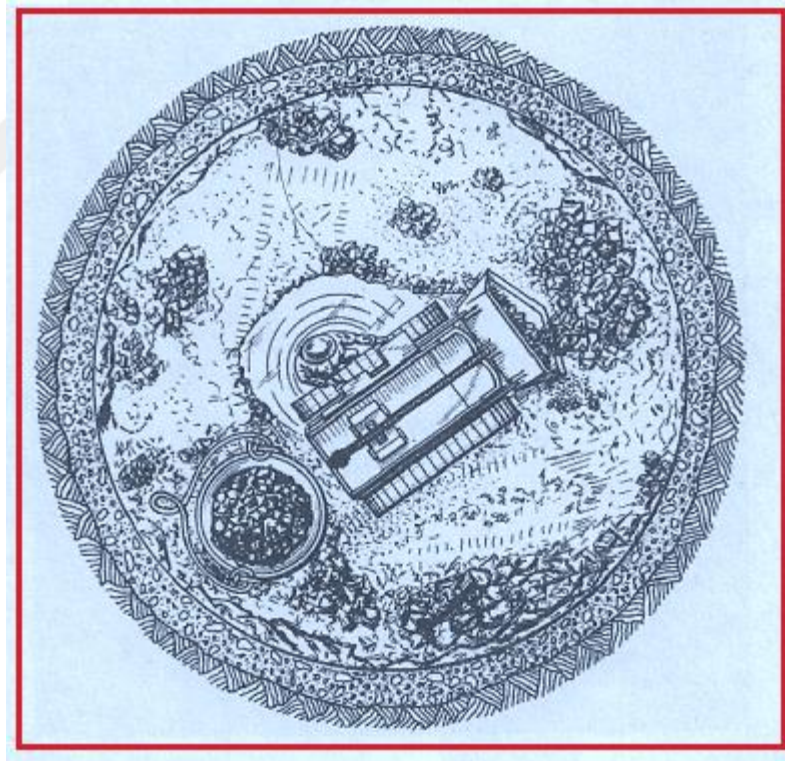


Şekil 3.11. Alimak tipi kuyu yükleyici (Cummins ve Given, 1973)

Farklı kesitli kuyular için, farklı kol ve kova kombinasyonları uygulanır. Küçük çaplı kuyular için, standart ters kepçe tipi kolların yerine, teleskopik tip kollar kullanılır. Yükleme sırasında platform hidrolik olarak duvara sabitlenir. Platformla çalışmanın bir diğer önemli avantajı ise avantajı da kuyu dibinde çalışan işçilerin yukardan yuvarlanan parçalardan korumasıdır.

Elektrohidrolik motorun, basınçlı havalı motorlardan daha az gürültülü üretmesi açısından da Alimak S-180 yükleyicisi çevre sağlığı yönünden daha avantajlı ve enerji maliyetinde daha düşüktür.

Kuyularda çok miktarda suyla karşılaşıldığında veya son derece yumuşak zemin bulunduğu mekanik sorunlar ve motorlara su kaçması nedeniyle bu makinaların yerine diğer yükleme yöntemleri tercih edilir. Islak kuyularda motora su gitmesini önlemek için eksoza filtre konularak önlem alınabilmektedir. Ayrıca Eimco 630 yükleyicisi özellikle düşük açılı eğik kuyularda çok iyi çalışır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Eimco 630 yükleyici (Cummins ve Given,1973)

Kaktüs yükleyicileri, dairesel kuyularda yükleme yapmak için en çok tercih edilen ve en iyi sonuç alınanlardır. Bugüne kadar istenilen maksimum günlük ilerlemeyi



sağlayacak gerekli yükleme oranı için, gerekli büyüklükte kısıkaç kepçe dizaynında herhangi bir zorlukla karşılaşılmamıştır (Şekil 3.13).

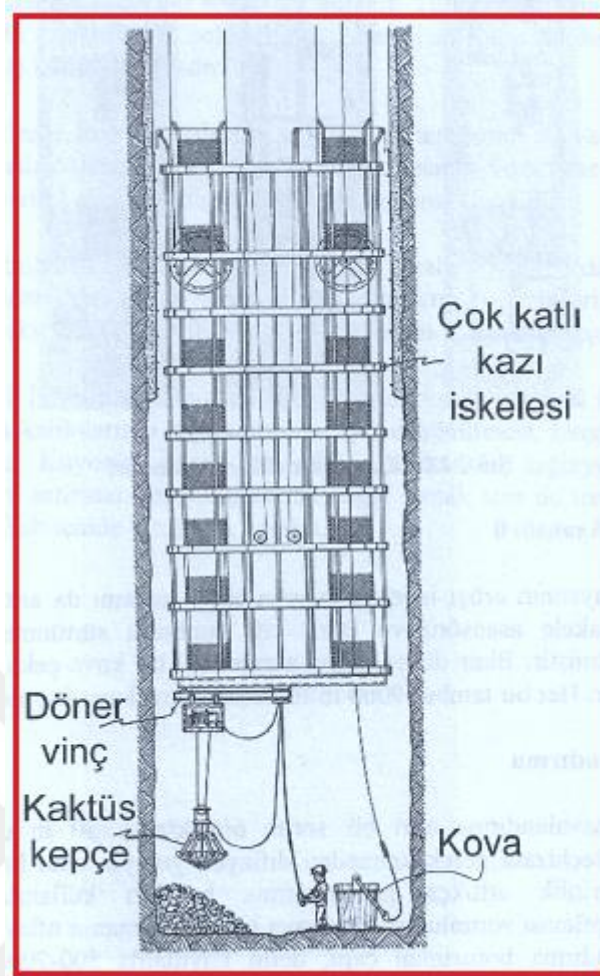


Şekil 3.13.Döner pnömatik cactus yükleme sistemi (Köse ve ark.,1992)

Kaktüs kepçe kapasitesi, yükü yukarı çıkaracak asansör ve halatların taşıma gücüne bağlı olarak, maksimum boyutlu kovayı dolduracak şekilde dizayn edilebilir.

### 3.5. Kuyularda Kazı İskelesi

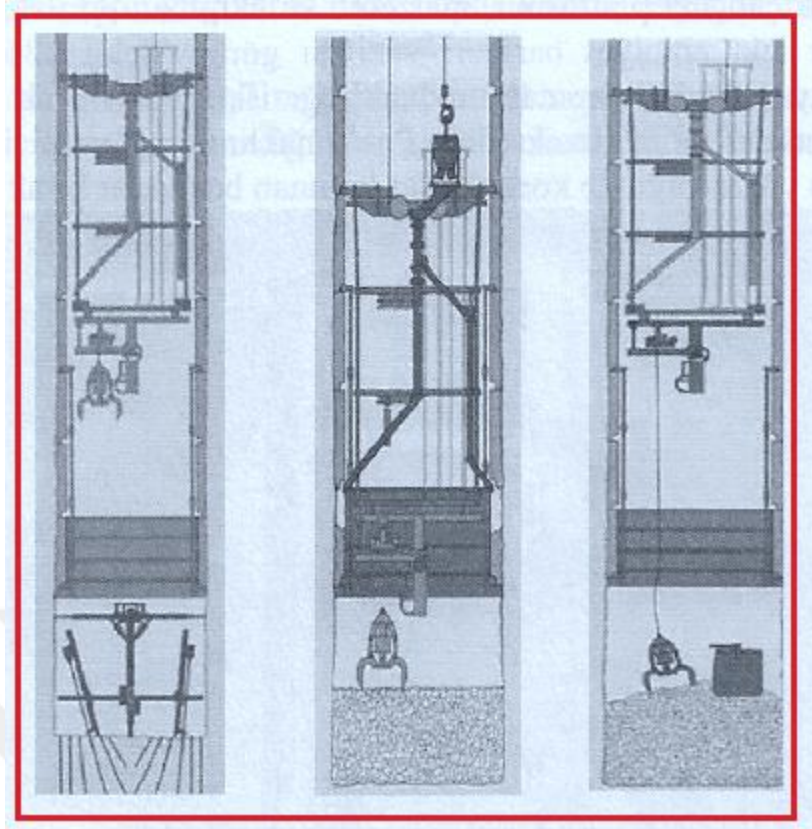
İskele, işçiler için çalışma platformu, malzeme ve ekipman için stok alanı ve kuyu dibindeki işçiler için emniyet bariyeri vazifesi görür. Şekil 3.14’de görüldüğü gibi kalıplarının askıya alındığı montajının yapıldığı iskelenin en alt katına yükleme ekipmanında monte edilebilmektedir.



Şekil 3.14. Çok katlı kazı iskelesi (Cummins ve Given,1973)

Bir iskele dizayn edilirken, kazı kaplama oranı, kuyu bölmesi takımlarının yerleştirilmesi, kuyudaki yükleme yöntemi ve kazıyla birlikte kaplama yapılırken gereken beton kalıbının kalınlığı gibi parametreler dikkate alınır.

İskele kat yüksekliği beton kaplama kalıbının uzunluğuna bağlı olarak değişir. Kısaç kepçeler kullanıldığı zaman kat yüksekliği, beton kalıplarının uzunluğundan iki kat büyük alınır. 9 metrelik kalıpların kullanılması durumunda bir iskelenin toplam uzunluğu 24 metre veya daha fazla olabilir. Şekil 3.15’de kuyu içindeki kazı aşamaları verilmiştir (Köse ve ark.,1992).



Şekil 3.15. Kuyu içinde kazı aşamaları (Köse ve ark.,1992)

### 3.6. Kuyularda Havalandırma

Havalandırma, kuyu açma işleminde en önemli problemdir. 30 metre derinliğe kadar hiç bir teçhizata gerek kalmadan difzyon yoluyla olan havalandırmadan yararlanır. Derinlik arttıkça havalandırma boruları kullanılarak yardımcı havalandırma yapılması zorunlu olmakla birlikte yardımcı havalandırma üfleyici tipte tercih edilir. Havalandırma borusunun çapı, derin kuyularda 500-700 mm ve hava miktarı ise 250 m<sup>3</sup>/dak seçilir ve çatlaklı bir kayaç içerisinde kuyu açılması durumunda ise gelebilecek gaz tehlikesini düşünerek önlemler alınır. Bu gibi durumlarda 1000-2000 m<sup>3</sup>/dak hava ayarlanır (Köse ve ark.,1992).

### 3.7. Kuyu Nakliye Ekipmanları

Kuyu kazısı sırasında ortaya çıkan pasanın taşınması için kova ve skipler kullanılır. Bu elemanlarla ilgili açıklama aşağıda verilmiştir.

### 3.7.1. Kova

Kovaların boyutu kuyu çapına göre değişikler gösterir. Minimum sefer ile maksimum yük taşınmasını sağlayacak büyüklükte olması tercih edilir (Şekil 3.16).

Derin kuyularda ise birden fazla kova kullanılabilir. Bu kovalar, yük taşınmasının sürekliliği için kuyu bidinde değiştirilir ve genellikle kuyu kulesinde veya devrilmeli boşaltma kapısı ve kovadaki bilya ve zincir ile boşaltılır. Kuyu ağzındaki boşaltma kapıları ve güvenlik kapısı genellikle hava silindiri veya çekici asansörle harekete geçirilir (Köse ve ark.,1992).



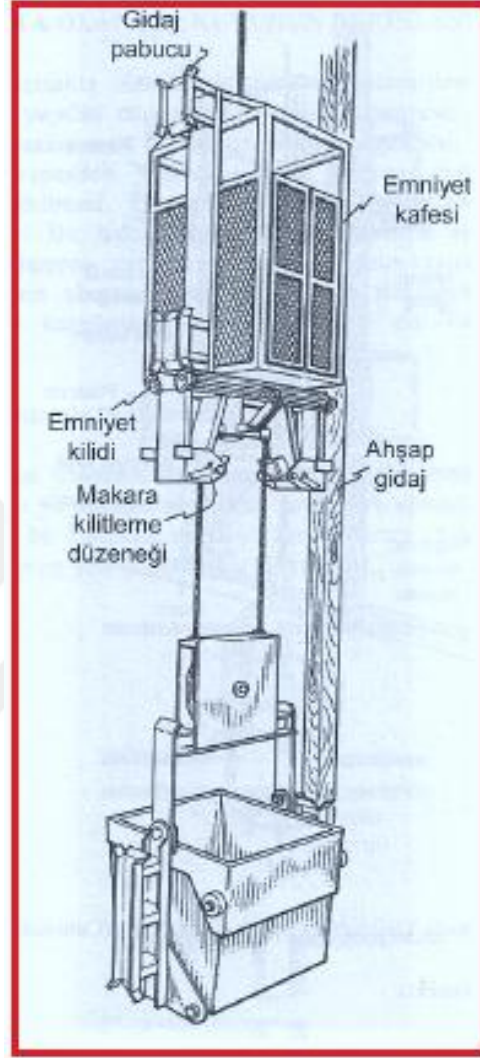
Şekil 3.16. Kova (Köse ve ark.,1992)

### 3.7.2. Kendinden Boşaltmalı Güvenlik Skipleri

Güvenlik skipleri de kuyularda yaygın olarak kullanılır (Şekil 3.17). Bu tür skiplerde gövdeye tutturulmuş tekerlekler mevcuttur ve kuyu kulesine yerleşmiş bir düzenek üzerinde ilerleyince boşalır. Kuyu ağzı güvenlik kapısı otomatik olarak veya



asansörcü tarafından işletilebildiğinden yükleme operasyonu sırasında kapatmaya gerek kalmamaktadır (Köse ve ark.,1992).



Şekil 3.17. Güvenlik skipi (Cummins ve Given, 1973)

### 3.7.3. Yerüstü Ekipmanları

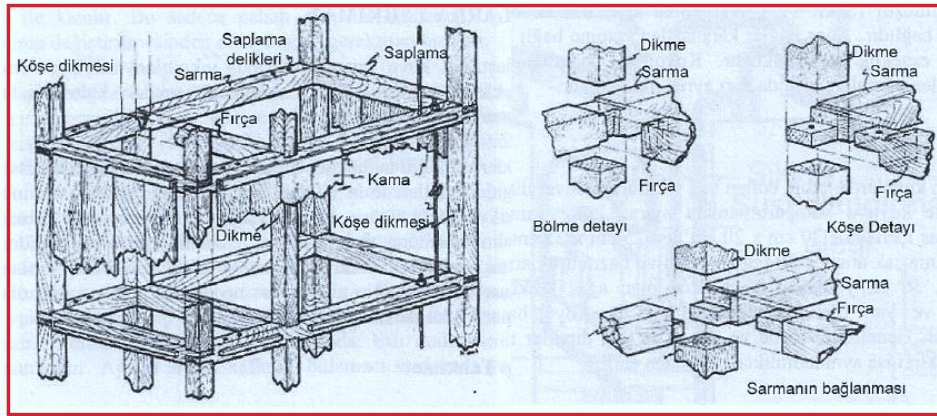
Yerüstü ekipmanları ile kuyu ağzından yükün taşınmasında yüzey zemini ve taşıma gücü en önemli etkenlerdir. Çoğu durumlarda yükleme işlemi sürerken, yükü kuyu ağzında yüzeye dökmek ve daha sonra kuyuda delme işlemi sürerken yükleyici veya dozer tarafından taşınması daha fazla yarar sağlar. Bir başka önemli etkende silonun boyutlarıdır (Köse ve ark.,1992).

### 3.8. Kuyularda Tahkimat

Kuyunun uzun ömürlü olabilmesi için tahkimat yapılması önem taşımaktadır. Bir tahkimat kuyunun ömrü boyunca işleyecek şekilde yapılır. Tahkimat, kuyunun maliyetini en çok etkileyen giderdir. Tahkimat seçiminde; kuyunun kesiti, şekli, büyüklüğü, formasyonun sağlam veya zayıf olması ve kuyunun derinliği gibi özelliklere bakılır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan tahkimat, uzun ömürlü olmasından dolayı beton tahkimatlardır (Köse ve ark.,1992).

#### 3.8.1. Ahşap Tahkimat

Son zamanlara kadar çoğu kuyularda yer desteği tahkimatı olarak, kare ağaç bağlar ve fırçalar kullanılmıştır (Şekil 3.18). Kullanılan ağaçların boyutları, karşılaşılan zemin koşullarına bağlıdır. Ağaç bağlar karşılaşılan zemine bağlı olarak yerleşimin değişebilirliğinde esneklik sağlayabilmektedir (Köse ve ark.,1992).

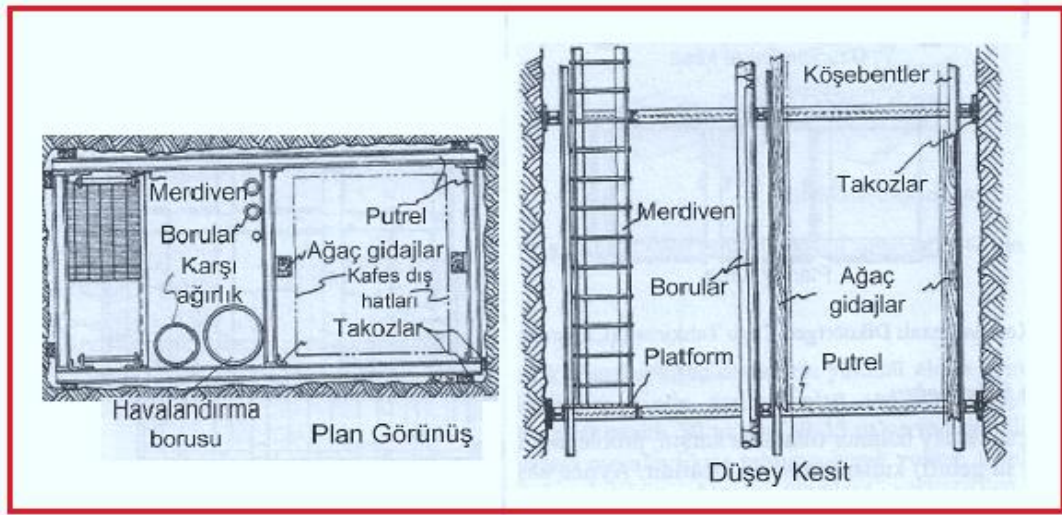


Şekil 3.18. Kuyuda ahşap tahkimat seti (Cummins ve Given, 1973)

Ağaç tahkimat, ucuz, kolay bulunur olmasına karşın, çok gevşek veya su gelirinin fazla olduğu formasyonlarda kullanılması pek fazla tercih edilmediği gibi havayı kirletmesi de ayrı bir dezavantajdır.

### 3.8.2. Çelik Tahkimat

Çelik tahkimat, ağaçların bulunmadığı ve çabuk çürüdüğü yerlerde, süreklilik istenilen durumlarda ağaç tahkimatın yerine kullanılır (Şekil 3.19). Çelik bağlar (H), (I) profilli çelikler veya raylardan yapılır (Birön ve Arıoğlu, 1985).



Şekil 3.19. Çelik tahkimatlı kuyu (Cummins ve Given, 1973)

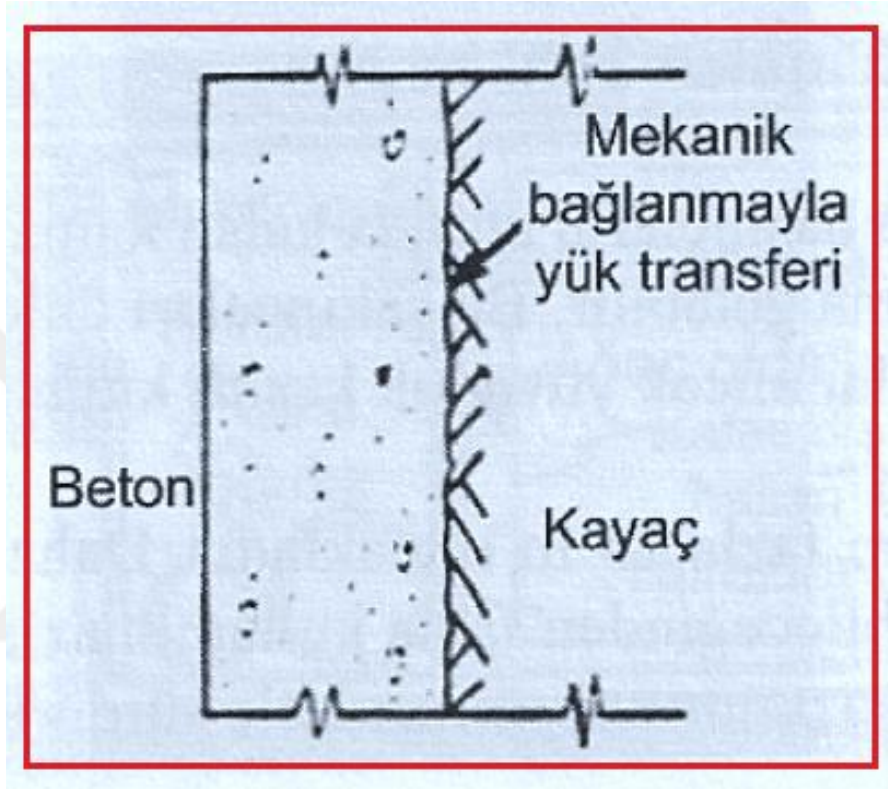
### 3.8.3. Beton ve Tuğla Tahkimat

Maden mühendisliği ve inşaat mühendisliği uygulamalarında, yaygın bir şekilde beton taşıyıcı malzeme olarak kullanılır. Genelde betondan oluşturulan taşıyıcı sistemler;

- Kuyu, galeri ve tünel kaplamaları
- Taban yolu desteklemesi
- Sun-i tavan
- Barajlar (yangın ve su )

Betonun çekme direnci düşük olduğundan basınç zorlanmalarına karşı kullanılan bir malzemedir. Donatı adı verilen demir çubuklar sistemin içinde oluşan çekme gerilmelerini karşılamak için yerleştirilir ve bu taşıyıcı malzeme, betonla donatı çubukların aralarında oluşturdukları bağlantı kuvveti sayesinde, beton basınç gerilmelerini, çekme gerilmelerini karşılamaya çalışır (Birön ve Arıoğlu,1985).

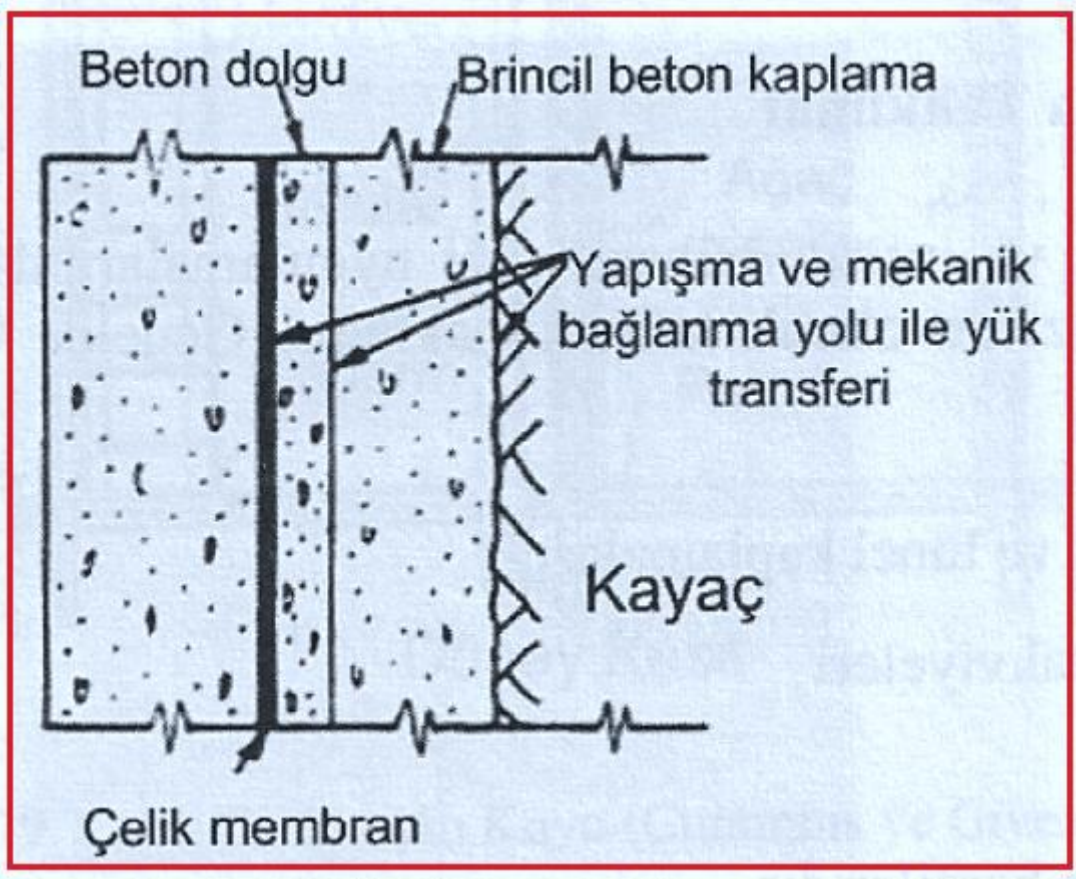
Zemine bağı olarak çeşitli kuyu kaplama yöntemleri bulunmaktadır. Şekil 3.20’de en yaygın kaplama şekli olan beton kaplama verilmiştir. Bu tip kaplamada beton doğrudan kayaç yüzeyine uygulanır ve yük transferide mekanik yolla sağlanır. Bu tip kaplama akifer içeren zeminlerde su geçirimsiz kaplama olanağı sağlar, ayrıca sadece hidrostatik karşılamak için uygulanabilmektedir.



Şekil 3.20. Kuyuda uygulanan beton tahkimat (Bell, 1994)

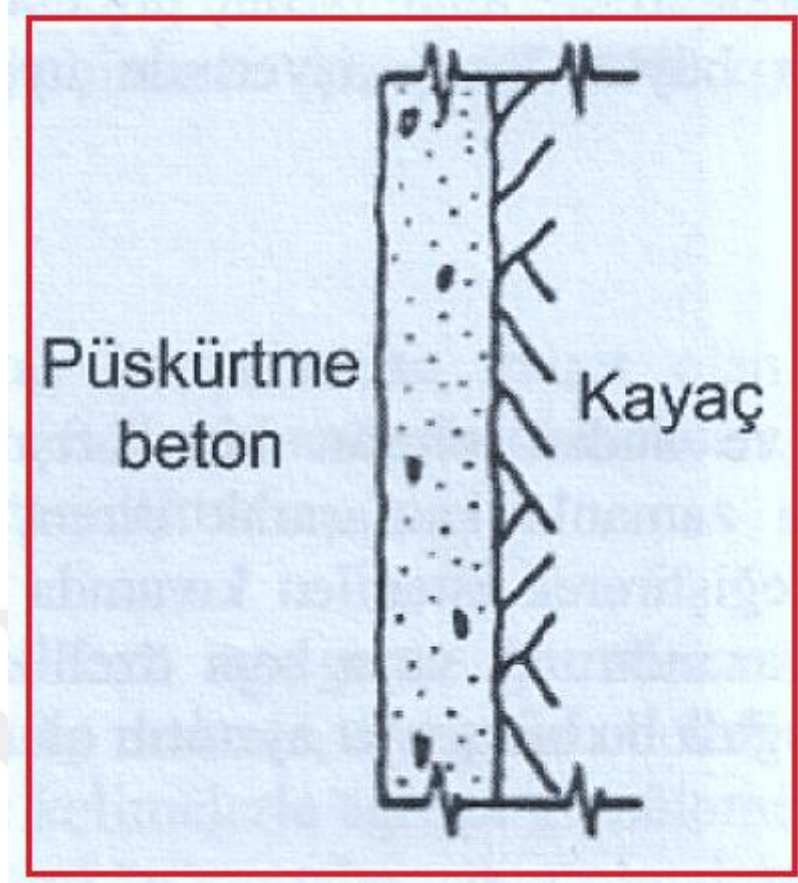
Kayaç ile temas halindeki beton kaplamanın geçirimsiz olduğu kabul edilmesine rağmen ek yerlerinden dolayı birincil kaplamanın üstüne kaynakla birleştirilmiş çelik bir membran ile % 100 sızdırmazlık sağlanır (Şekil 3.21). Bu yöntemde, kuyu derinleştirme işinde, çelik membrandan önce ön kaplama betonu uygulanır ve ön kaplama tamamlandıktan sonra iç kaplama aşağıdan yukarıya doğru inşaa edilir.





Şekil 3.21. Çelik membranlı beton kuyu tahkimatı (Bell, 1994)

Püskürtme beton, genelde geçici tahkimat olarak kullanılır (Şekil 3.22). Başlangıçta sağlam olan kayaç yüzeylerine beton ve hasır çelik uygulanır ve sonrasında püskürtme beton ile üstten gelecek olan parçaların önüne geçilerek emniyet sağlanmış olur.



Şekil 3.22. Püskürtme beton ile kuyu kaplaması (Bell, 1994)

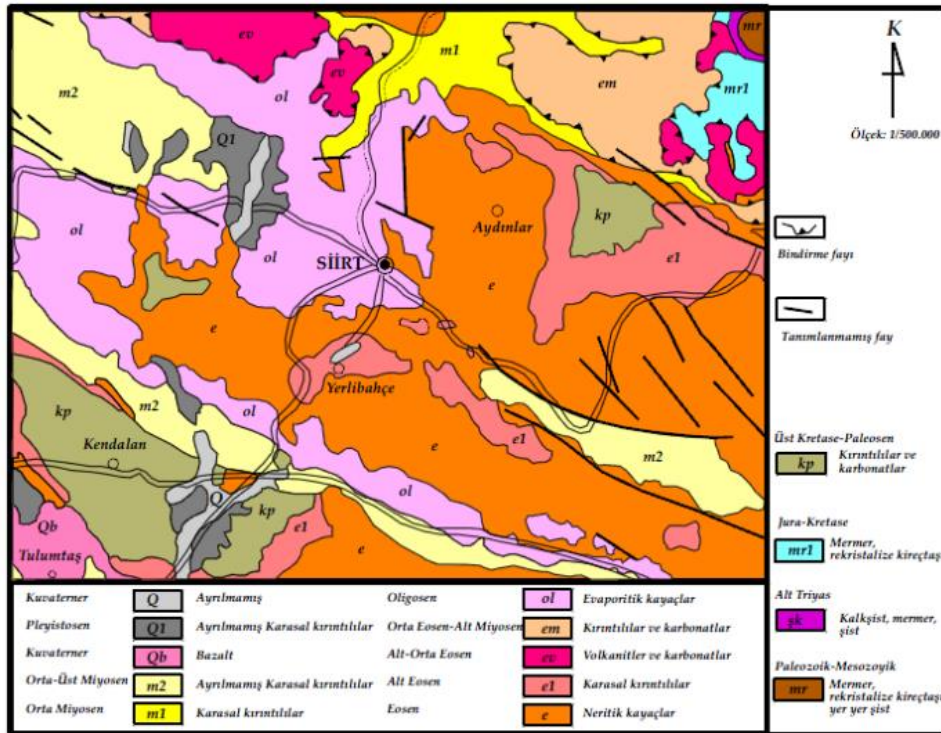
Betonun diğer tahkimat malzemelerine göre bir diğer avantajı, malzeme bileşenlerinin daha kolay temin edilmesidir. Sadece basınç gerilmelerinden kaynaklanan yükleme durumlarında işçilik ve malzeme bakımından oldukça ekonomiktir. Bileşim detayları oldukça basit olup, kuyu kesitine göre şekil verilmesi oldukça basittir. Yeraltı atmosfer koşullarına karşı direnci yüksek olduğundan uzun süren kuyularda tek taşıyıcı özelliğine sahiptir.

#### 4. TARTIŞMA ve BULGULAR

Bu tez çalışması kapsamında, Siirt Madenköy Bakır işletmesindeki maden projesi için açılan düşey (dikey ya da açılı) kuyu (şaft) çalışmasındaki Delme, Patlatma, Tahkimat, Nakliye, Havalandırma, Drenaj açısından maliyet değerlendirilmesi yapılmıştır.

##### 4.1. İnceleme Alanının Jeolojisi

Bölgede, Kambriyen ve daha yaşlı birimlerden, günümüze kadar değişik zamanları temsil eden kayaç türleri yüzeylemekte ve temeli Kambriyen yaşlı formasyonlardan oluşmaktadır. Bölgede Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı sedimanter ve mağmatik kayaçlar yer almaktadır. Şekil 4.1’de bölgenin 1/500.000 ölçekli genel jeoloji haritası görülmektedir (Alan ve Aksay, 2002).



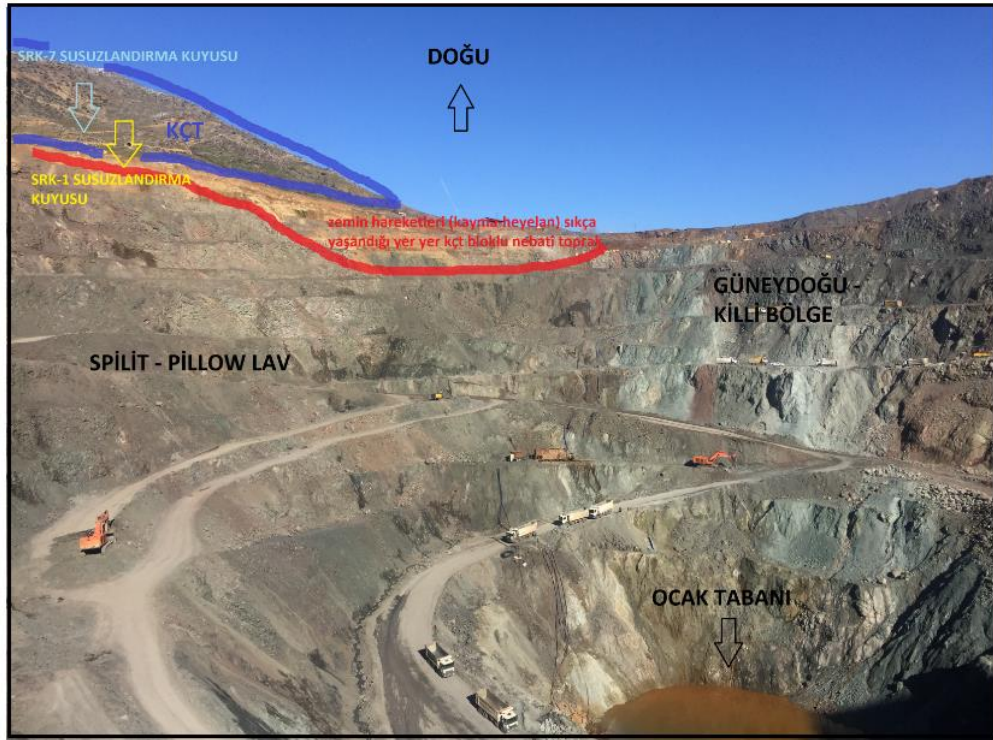
Şekil 4.1.Siirt ve civarının jeoloji haritası (Alan ve Aksay, 2002)

Siirt Madenköy Bakır Yatağı Güneydoğu Anadolu Kenar Kıvrımları tektonik birimleri ve Bitlis Metamorfik Masifi arasında şaryaj zonu üzerinde yer alır. 30-60 km



genişliğindeki bu şaryaj zonu 500 km'lik bir mesafe boyunca batıdandoğuya doğru uzanır. Bu kuşak boyunca batıdan doğuya Sivrice (Helezür)-Elazığ, Maden-Ergani Elazığ, Lice Mizak ve Karadere-Diyarbakır ve Madenköy-Siirt bakır yatakları yer alır.

Yatağın yer aldığı Siirt yöresinde birimler yaşlıdan gence doğru şöyledir: Paleozoik yaşlı Bitlis Metamorfileri, Eosen yaşlı Sason Filişi, Eosen yaşlı Toptepe Konglomeraları ve Eosen yaşlı Madenköy Spilitleri, Spilitik-porfiri spilitik lav akıntıları, Volkanik elemanlı çakıltaşı, Rekrystalize kireçtaşı elemanlı çakıltaşı Orta Eosen, Çamurtaşı Spilitik-porfiri spilit (yastık lavlı) Porfiri spilitik ve spilitik yastık lavlar arasında tedrici geçişler görülür ve porfiri spilitler arasında diyabazik dayk sokulumları izlenir. Rekrizistalize kireçtaşı elemanlı çakıltaşları ile çamurtaşları düşey ve yatay yönlerde devamlı geçiş gösterirler. Volkanik elemanlı çakıltaşları rekrizistalize kireçtaşı elemanlı çakıltaşlarının üzerine gelir. Etüd edilen sahanın hemen kuzeyinde yukarıda sözü edilen Orta Eosen yaşlı spilitik lav akıntıları tekrar izlenmektedir. Etüde yapılan sahada ana tektonik hatların yakınlarında farklı boyutlarda ve özellikle birçok fay gelişmiştir. Faylanmalardan dolayı güneyden kuzeye doğru kademeli olarak çökmüş bloklar izlenir (Yıldırım ve Alyamaç, 1976). Şekil 4.2'de inceleme alanının doğu bölgesinin jeolojisi, Şekil 4.3'de güney bölgesi ve Şekil 4.4'de kuzey bölgelerinin jeolojisi gösterilmiştir.

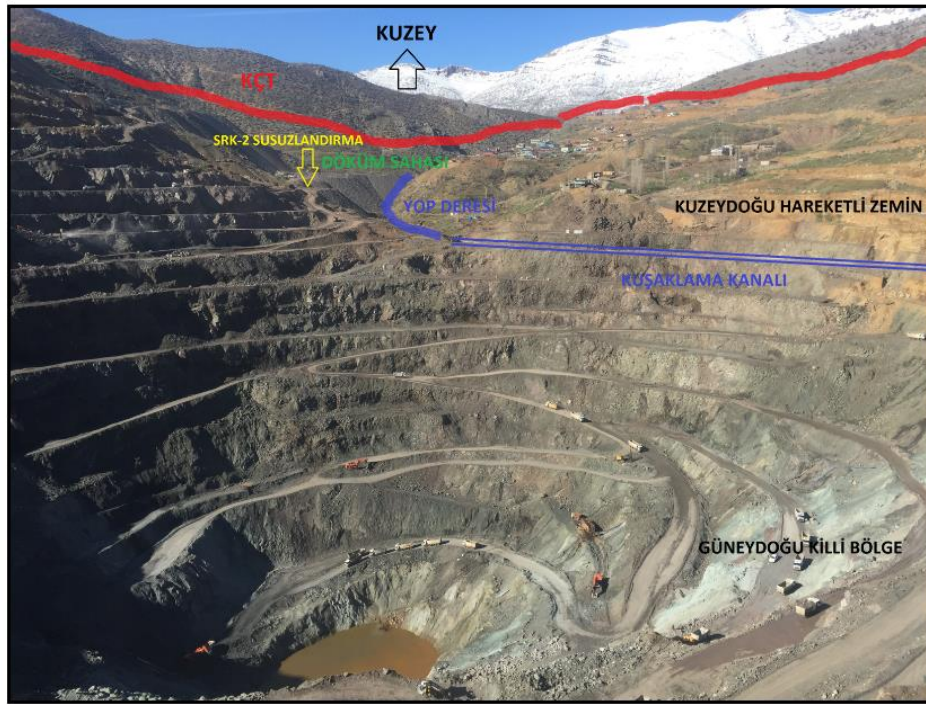


Şekil 4.2. İnceleme alanı doğu bölgesi jeolojisi





Şekil 4.3. İnceleme alanı güney bölgesi jeolojisi



Şekil 4.4. İnceleme alanı kuzey bölgesi jeolojisi

#### 4.1.1. Midyat Grubu (Tm)

Midyat Formasyonu Batman ili Gercüş, Hasankeyf, Sason ve Kozluk ilçeleri dolaylarında yaygın olarak görülmektedir. Batman ilinin batısındaki Raman dağında yüzeylemektedir. Formasyonun belirgin çökeltme ortamı; Akarsu-alüvyon yelpazesi-sınırlı/yarı sınırlı sığ epirik deniz-sığ, normal deniz-şelf kenarı/önü-yamaç/yamaç ötesi-derin denizdir (Duran ve ark., 1988 ve 1989).

#### 4.1.2. Germik Formasyonu

Siirt ili çevresinde konglomera ile başlayıp ince ve kaba detritiklerden sonra yer yer tavan konglomerasıyla biten bir çökeltme devresi göstermektedir. (bu formasyon denizel, karasal gibi birden fazla fasiyes değişikliği arz ettiği için Siirt serisi, Zap serisi, Baygur serisi olarak da isimlendirilir) (Özgen ve ark.,2005).

#### 4.1.3. Şelmo Formasyonu

Genelde karasal kırıntılı kayaçlardan oluşan formasyon Bolgi, (1961) tarafından adlandırılmıştır. Şelmo formasyonunda, etkin litoloji ayrışmış kıltaşı olup, bunun içerisinde, siltaşı, kumtaşı seviyeleri mercekler şeklinde bulunur. Adıyaman ovasında, palanlı, artan, halof yapılarının arasında ve güneyinde Midyat grubu; Diyarbakır ili Korudağ - Çermik Çüngüş dolaylarında, Hazro antiklinalinin güney kanadında, Silvan, Gölap - Belaşa ve Sason - Kozluk - Baykan yörelerinde, Hakkari ili dolaylarında Silvan grubunun Fırat formasyonu üzerinde açılı diskordansdır (Tuna, 1973; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1989 ve 1990; Savcı ve Dülger 1980; Biçer 1981; Yılmaz 1982).

#### 4.1.4. Gercüş Formasyonu

Bu formasyon, Germav formasyonunu kaplayarak yer yer mostralar vermektedir. Kırmızı ve regresif bir özelliğe sahip, bazen jipsli, kumtaşı ve konglomera

ara tabakaları koyu kırmızı marnlardan (şeyl) oluşan Gerçüş formasyonu, nemli ve sıcak bir iklimin hüküm sürdüğünü kanıtlamaktadır (Altınlı, 1952).

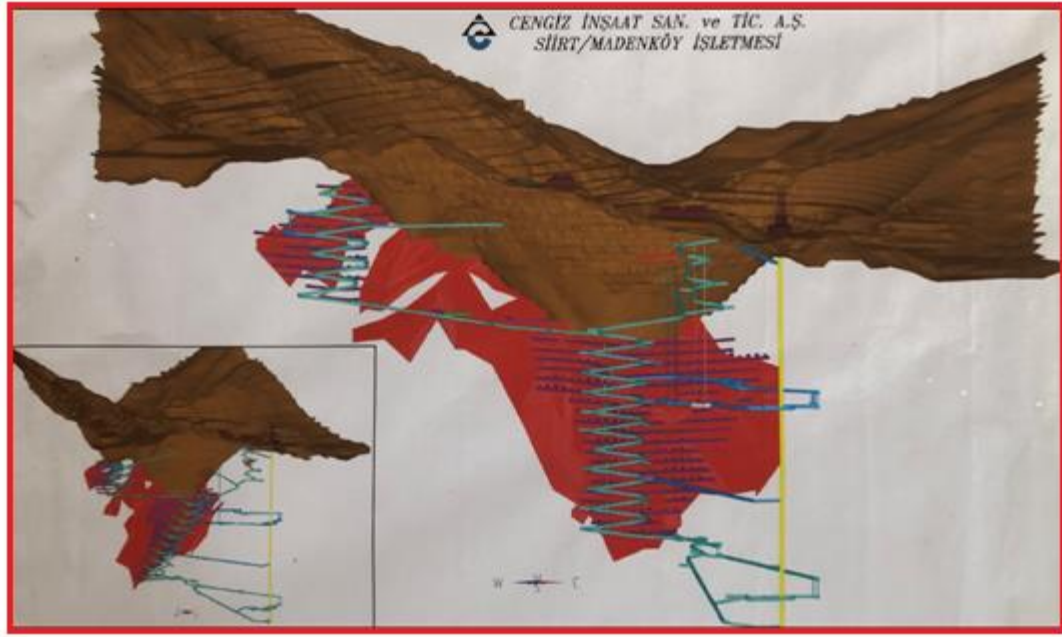
#### 4.1.5. Cevherleşme

Çalışma sahasında doğu- batı uzanımlı silisleşme, kloritleşme, serisitleşme ve killeşme gösteren bir alterasyon alanı izlenmektedir. Alterasyona uğramış yastık lavlar yer yer yastık lav yapılarını korumuşlardır. Pirit ve kalkopirit saçınımları içeren ve ayrışmaya uğrayan kayaç örneklerinin analizinde % 0,46-0,60 Cu bulunmuştur. Eski işletmeden kalan curufların analizinde ise % 1,5-3 Cu saptanmıştır (Borchert, 1958).

Cevherleşme tamamen yastık lavlar içerisinde gelişmiştir. Cevherleşmeye ilişkin olarak kloritleşme görülürse de çoğu zaman kılavuz olmaktan uzaktır (Erler,1980).

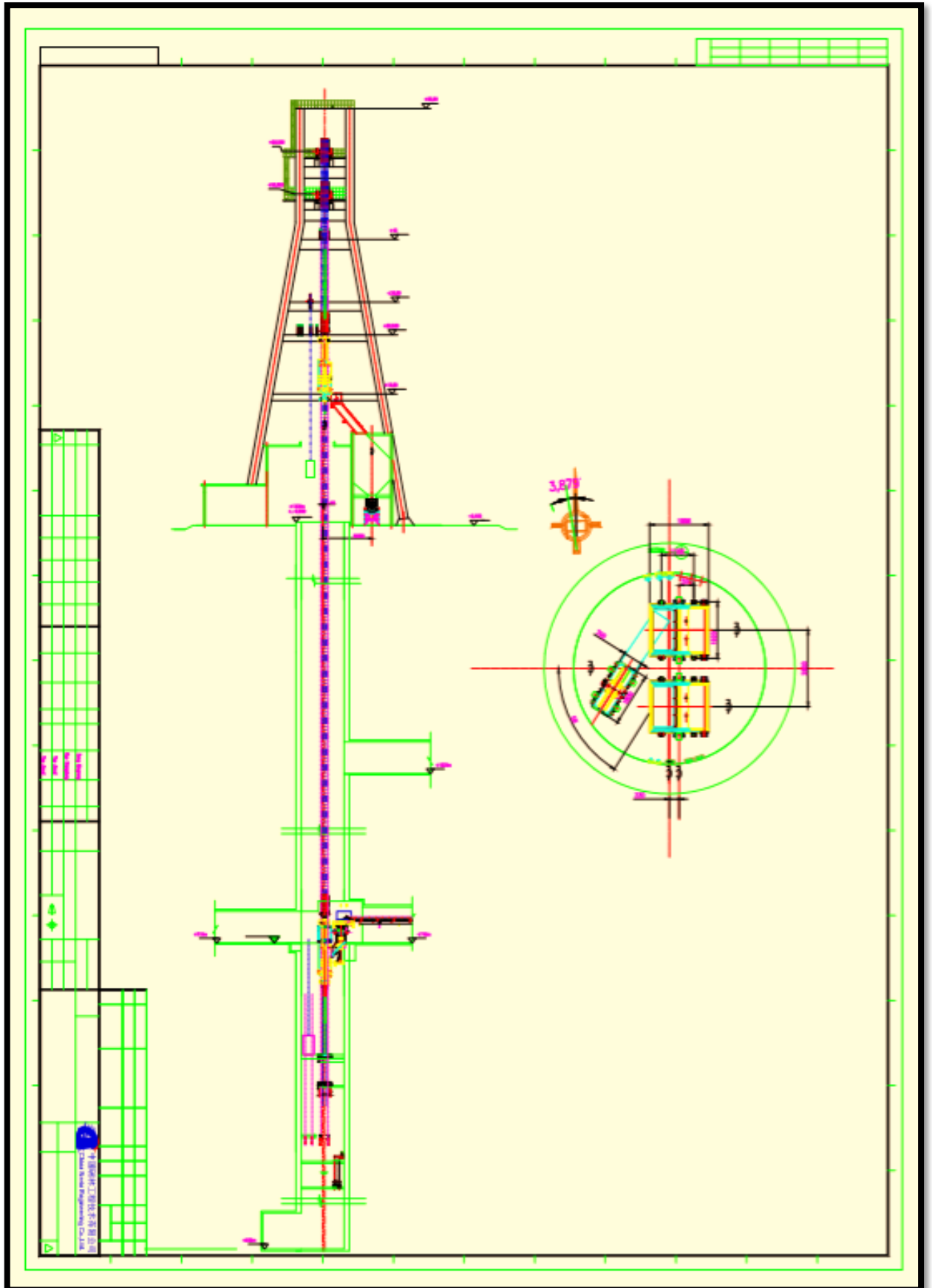
## 4.2. İnceleme Alanında Yapılan Kuyu Çalışmaları

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. Tez kapsamında çalışma alanı 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 ve fens (korkuluk) sistemi, 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 (<https://www.colakoglumakina.com>). Şekil 4.5'de inceleme alanındaki maden sahasında açılan kuyunun genel görünümü verilmiştir.



Şekil 4.5.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 (betonun sertleşmesini hızlandıran kimyasal madde ) bulunmaktadır. İkişer adetten oluşan enerji hatları, atık su, temiz su ve basınçlı hava için yedek olarak konulmuştur. Kuyu derinliği 661 metre ve çapı 7,5 metredir. Ancak kuyu çapının 0,5 metresini demir ve beton malzeme oluşturmaktadır. Toplanacak olan suyun dışarı atılması amacıyla kuyu dibinde bir havuz yapılmıştır. Kuyuda şovelman yüksekliği 65 metre olmakla birlikte kope sistemli vinç kullanılmıştır. Ssitemde ayrıca iki adet skip bulunmakta olup, skip kapasitesi tek seferde 12 ton olarak belirlenmiştir. Ayrıca her taşıma öncesi bantta tartma işlemi de uygulanmıştır. Şekil 4.6'da inceleme alanında inşa edilen kuyunun kesiti verilmiştir.



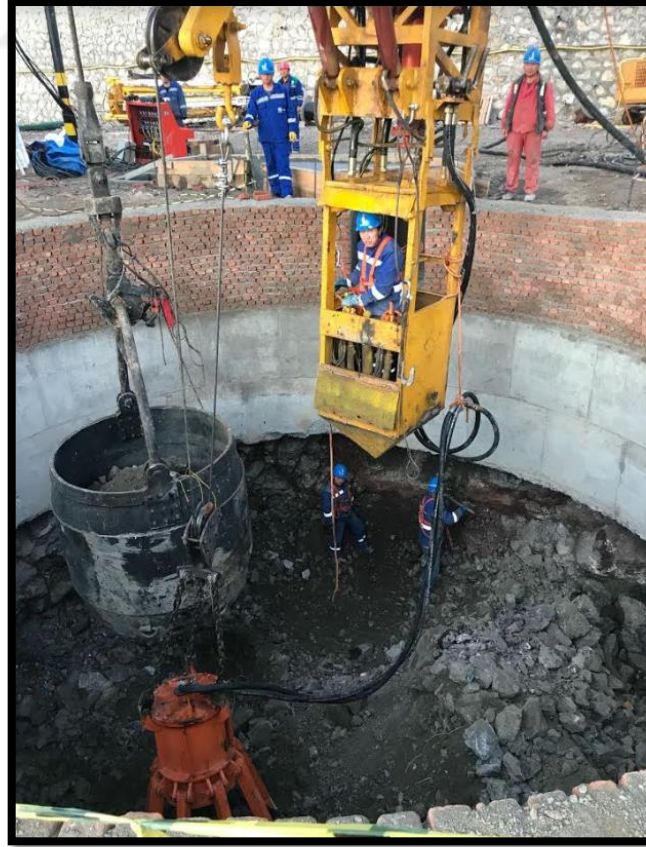
Şekil 4.6.İnceleme alanı kuyu kesiti



Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de inceleme alanında yapılan patlatma çalışmaları ve sonrasında yapılan pasa alımı görülmektedir.

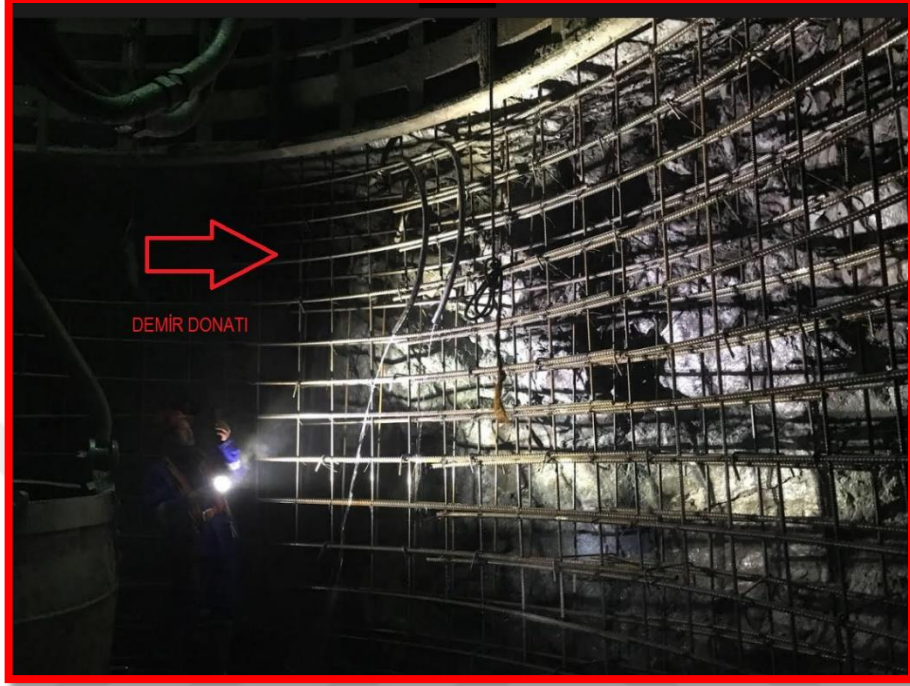


Şekil 4.7. İnceleme alanında yapılan patlatma çalışmaları



Şekil 4.8. Patlatma sonrası pasa alımı

Şekil 4.9’da inceleme alanında yapılan demir donatı çalışmaları görülmektedir. Şekil 4.10’da inceleme alanında yapılan tahkimat ve Şekil 4.11’de beton çalışmaları görülmektedir.



Şekil 4.9. Demir donatı çalışmaları



Şekil 4.10. Tahkimat çalışmaları





Şekil 4.11. Beton çalışmaları

### 4.3. Sondaj Çalışmaları

Araştırma çalışmaları kapsamında, şaft yapısı için bir adet 750.00 metre temel araştırma sondajı, şaft yapısı alanı (vinç, geri kazı şevleri, geçici veya kalıcı kontrol binaları vb.) için ise 350 metre temel araştırma sondajı yapılmıştır. Çizelge 4.1’de açılan temel sondaj kuyularının koordinat, SPT (Standart Penetrasyon Test), derinlik bilgileri görülmektedir. Şaft yapısının imal edileceği yerde öngörülen 750.00 metre derinlikteki temel araştırma sondajı 0.00 - 400.00 metre arası PQ çapta delinmiş, 400.00 - 750.00 metre arasında ise HQ çapta delinerek tamamlanmıştır.

Çizelge 4.1.İnceleme alanı temel sondaj kuyuları

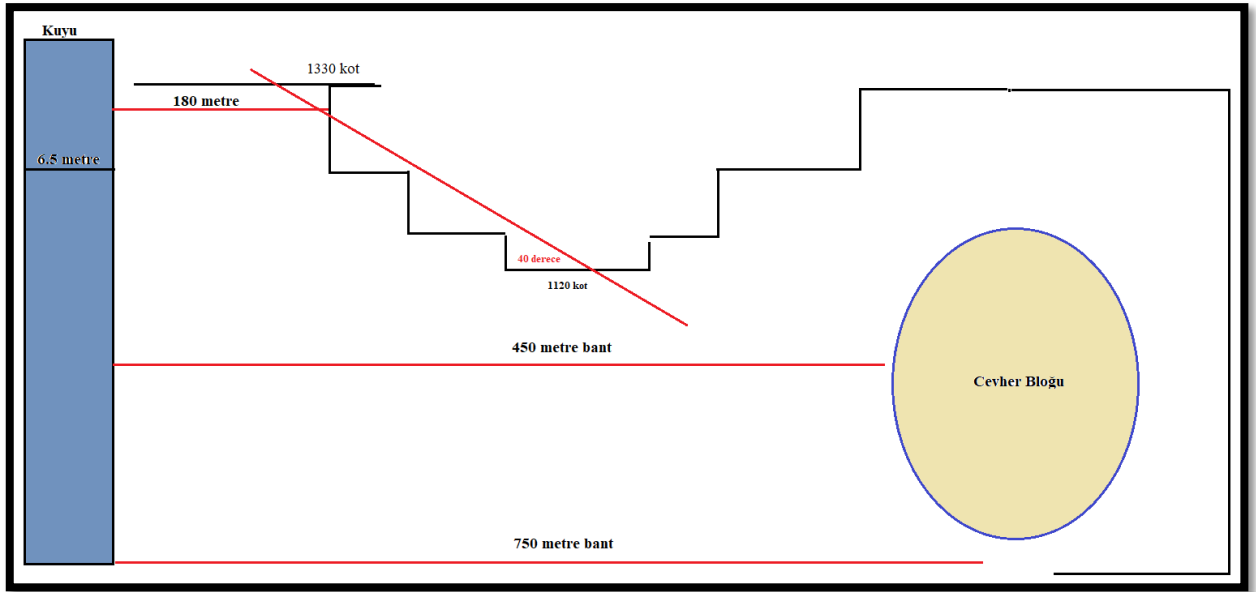
Sondaj No	Koordinatlar (TM36-ITRF96)			SPT	Press.	BST	Derinlik (m)
	N (X)	E (Y)	Kot (m)				
MSS-01	4.219 300.16	250 423 51	1 331.00	-	-	-	750.00
MSS-02	4.219 296.13	250 342.53	1 366.72	1	7	-	50.00
MSS-03	4.219 323.14	250 387.95	1 333.64		5	-	15.00
MSS-04	4.219 280.70	250 391.53	1 333.26		4	-	15.00
MSS-05	4.219 343.28	250 414.07	1 328.77	5	4	-	20.00
MSS-06	4.219 317.04	250 410.00	1 330.60	-	7	7	40.00
MSS-07	4.219 318.74	250 437.61	1 330.06	10	8	5	40.00
MSS-08	4.219 300.00	250 431.00	1 331.25	4	4	-	20.00
MSS-09	4.219 279.92	250 412.87	1 332.57	-	7	8	40.00
MSS-010	4.219 282.01	250 435.37	1 332.48	2	7	9	45.00
MSS-011	4.219 254.02	250 405.93	1 334.84		4	-	20.00
MSS-012	4.219 256 00	250 434.00	1 333.06	4	5	-	20.00

#### 4.4. Kuyu Maliyet Analizi

Bu tez çalışması kapsamında kuyu maliyet analiz incelenmesinde, delme-patlatma, tahkimat, havalandırma, drenaj ve hafriyat hesaplamaları değerlendirilmiştir.

##### 4.4.1. Kuyu yeri seçimi

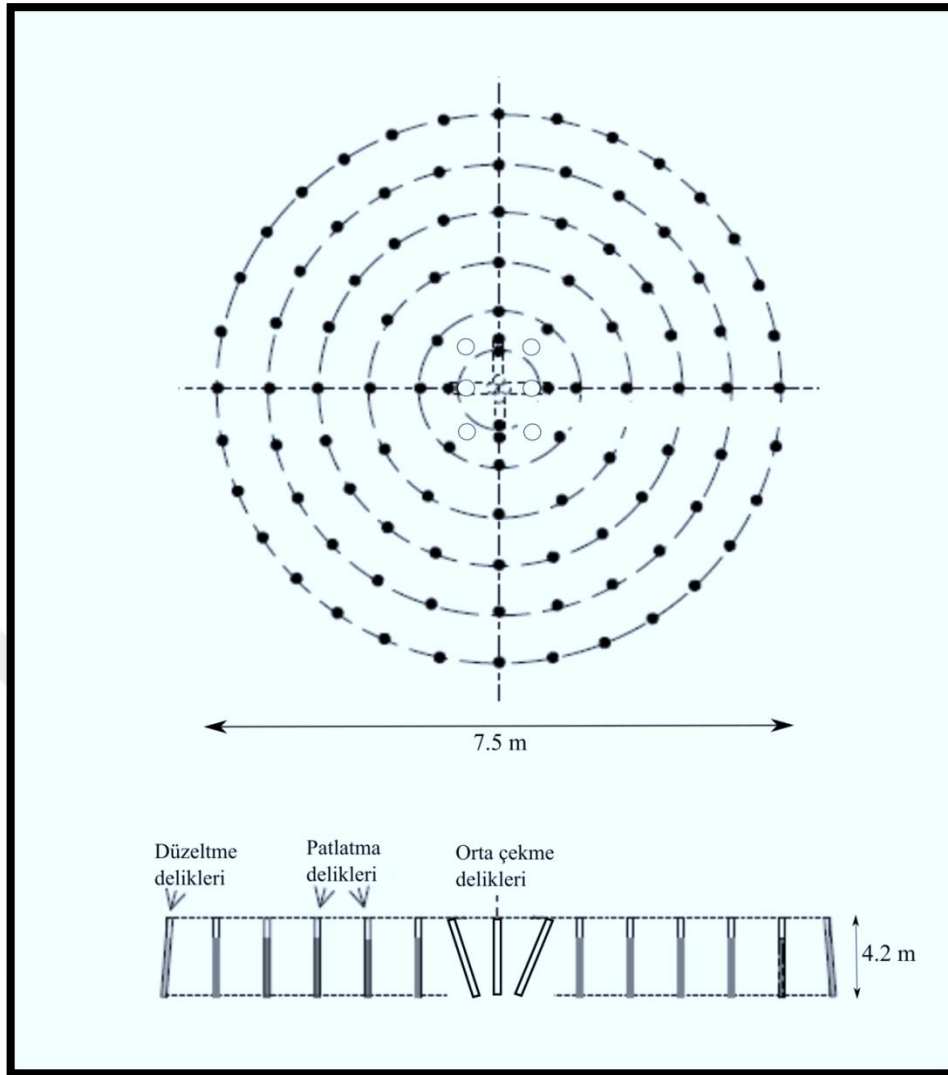
Kuyu yeri seçimi yapılırken maden cevherine en yakın ve sağlam kaya tespit edilmiş ancak mevcut açık işletmeden dolayı kuyu 180 metre cevherin gerisinde açılmıştır. İnceleme alanında kuyu yeri seçiminde kullanılan ölçüm değerleri Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12. İnceleme alanı kuyu yeri

#### 4.4.2. Delme ve Patlatma Maliyetlerinin Belirlenmesi

Delme işlemi maliyet çizelgesi Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te verilmiştir. Delik delme işlemi paralel delikler şeklinde yapılmış ve delme işlemi altı delikli jumbo kullanılarak uygulanmıştır. İnceleme alanındaki kuyuda yapılan patlatma tasarımı Şekil 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.13. İnceleme alanındaki kuyuda yapılan patlatma tasarımı

Çizelge 4.2. Her bir atım için hesap edilen delme maliyetleri

İşi Yapan	Delik Çapı	Delik Sayısı Adet	Patlayıcı Cinsi	Kapsül Sayısı Adet	İnfilaklı Fitol (yüzey bağlama)	Elektrikli Kapsül Sayısı Adet	1 m ilerleme dekapaj miktarı	Delik Şarj Oranı
Yüklenici firma	51 mm	250	Emulite 38*40mm	250	5gr/m : 50 m	2 Adet Patlatma İlerleme Boyu:2,7 m	45 m <sup>3</sup> pasa	1/3
Ana firma	51 mm	90 adet	Emulite 38*40mm	90	5gr/m : 50 m	1 Adet Patlatma İlerleme Boyu:3,9 m	45 m <sup>3</sup> pasa	3/4

Çizelge 4.3. Her bir atım için hesap edilen delme maliyetleri

İşi Yapan	ATIM YERİ	ATIM NO	Delik Boyu (m)	Toplam delik sayısı	Patlayıcı Miktarı 1 Atımda	Delici Makina Çalışma Süresi (h)	1 m ilerleme dekapaj miktarı	1m Başına Delme Enerji Maliyeti (\$/m)	1 m Başına Delme Sarf Malz. Maliyeti (\$/m)
Yüklenici firma	KUYU	1	3	250	350	5,95	45 m <sup>3</sup>	61,11 \$	9,72 \$
Ana firma	KUYU	4	4,2	90	360	3	45 m <sup>3</sup>	22 \$	3,5 \$

### **Yüklenici firmanın delme maliyeti : 1. Patern**

Delici makinanın çalışma süresi : 5,95 saat

1 metre Başına Delme Enerji Maliyeti (\$/m) : 61,11 \$

1 metre Başına Delme Sarf Malz. Maliyeti (\$/m) : 9,72 \$

1 metre delme maliyeti :  $61,11 + 9,72 = 70,83$  \$

1 Atımdaki delme maliyeti :  $3m \times 70,83$  \$ = 212,49 \$

Toplam 3 atım yapıldı.

Toplam 3 atımın delme maliyeti :  $3 \times 212,49$  \$ = 637,47 \$

### **Ana firmanın delme maliyeti : 2. Patern**

Delici makinanın çalışma süresi : 3 saat

1 metre Başına Delme Enerji Maliyeti (\$/m) : 22 \$

1 metre Başına Delme Sarf Malz. Maliyeti (\$/m) : 3.5 \$

1 metre delme maliyeti :  $22 + 3,5 = 25,5$  \$

1 Atımdaki delme maliyeti :  $4,2 \times 25,5 = 107,1$  \$

Toplam delme maliyeti :  $163 \times 107,1 = 17457,3$  \$

Yüklenici ve ana firmanın toplam delme maliyeti :  $637,47$  \$ +  $17457,3$  \$ = 18094,77 \$

### **Yüklenici firmanın patlatma maliyeti : 1. Patern**

Kuyu çapı: 7,5 metre

Delik uzunluğu: 3 metre

Delik çapı: 51 mm

Sıkılama boyu: 1/3

Patlayıcı türü: Emulite 38\*40mm

250 delik için : 350 kg patlayıcı kullanıldı.

$350 \text{ kg} \times 1,5$  \$ = 525 \$ patlayıcı

1 adet nonel kapsül : 3,5 \$

210 adet nonel kapsül  $\times 3,5$  \$ = 735 \$ ( 40 adet delik çürütme deliği olarak bırakılmaktadır.

50 metre infilaklı fitil : 30 \$

2 adet elektrikli kapsül : 4 \$

1 Atım maliyeti :  $525 + 735 + 4 + 30 = 1294$  \$ olarak hesaplandı.



1 metre patlatma maliyeti :  $1294 \$ / 2,7 \text{ m} = 479,26 \$$

Toplam 3 atımın patlatma maliyeti :  $3 \times 1294 = 3882 \$$

### **Ana firmanın patlatma maliyeti : 2. Patern**

Kuyu çapı: 7,5 metre

Delik uzunluğu: 4,2 metre

Delik çapı: 51 mm

Sıkılama boyu: 3/4

1 delik patlayıcı miktarı: 8 adet x 0,5 kg patlayıcı = 4 kg

Patlayıcı türü: Emulite 38\*40mm

90 delik x 4 kg = 360 kg 1 atımdaki toplam patlayıcı miktarı

$360 \text{ kg} \times 1,5 \$ = 540 \$$

1 adet nonel kapsül : 3,5 \$

90 Adet nonel kapsül x 3,5 \$= 315 \$

50 metre infilaklı fitil : 30 \$

Elektrikli kapsül : 2 \$

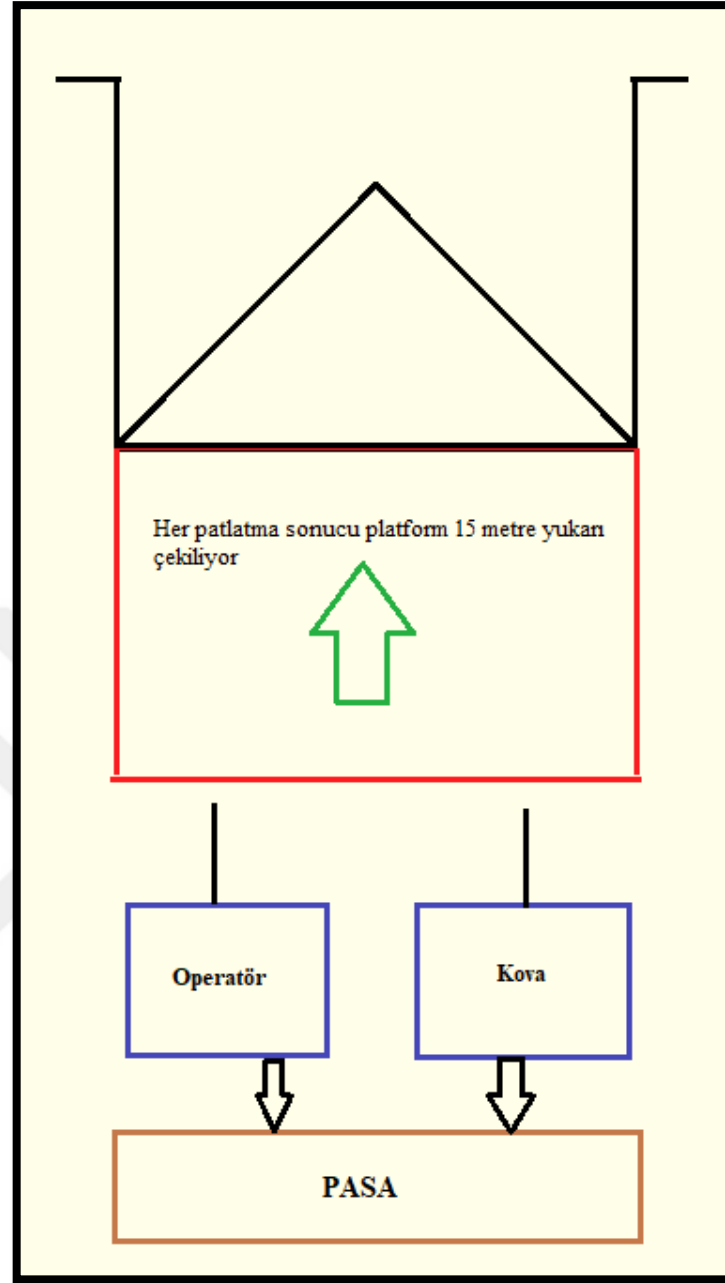
1 Atım maliyeti : 887 \$ olarak hesaplandı.

1 metre patlatma maliyeti :  $887 / 3,9 \text{ m} = 227,44 \$$

Toplam maliyet :  $163 \times 887 \$ = 144581 \$$

Yüklenici ve ana firmanın toplam patlatma maliyeti :  $144581 + 4302 = 148883 \$$

Her delme-patlatma sonucu platform 15 metre yukarı kaldırılarak (Şekil 4.14) kepçe aşağı indirilmiş ve pasa temizliği yapılmıştır. Temizleme sonucu 4 metrelik alan oluşmuş ve sonrasında jumbo makine indirilerek işlem devam ettirilmiştir. Her bir patlatma için ortalama 90 adet delik delinmiş, delik başına patlayıcı ağırlığı 0.5 kg olan 8 adet patlayıcı kullanılmıştır. Her bir delik için alınan kapsül boyu 5 metre ve bağlantı 5 gr/cort (yüksek gramaşlı infilaklı fitil ) ile uygulanmıştır. Burada yapılan hesaplamada 1 atımda kullanılan patlayıcı miktarı 360 kg dır.



Şekil 4.14. Platform çalışma sistemi

#### 4.4.3. Yükleme ve Taşıma Maliyetlerinin Belirlenmesi

Yükleme ve Taşıma işleminde, patlatma sonucu kuyuda oluşan 3,9 metrelik alanda çıkan pasa temizliği, kaktüs kepçe ve 12 tonluk kova ile yapılmıştır.

1 atımda toplam çıkan pasa  $189 \text{ m}^3$  tür.

Kuyu boyunca 166 atım yapılmıştır.

$166 \text{ atım sayısı} \times 189 \text{ m}^3 = 31374 \text{ m}^3$  pasa çıkarılmıştır.

$1 \text{ m}^3$  malzeme enerji sarfiyatı : 0,75 \$

1 atımda  $189 \text{ m}^3 \times 0,75 \$ = 142,80 \$$

1 m Başına nakliye Sarf Malz. Maliyeti (\$/m) : 4 \$

$3,9 \times 4 = 15,6$  \$ 1 atım için sarf malzeme maliyeti

1 atımdaki toplam nakliye maliyeti :  $142,80 + 15,6 = 158,4$  \$

Kuyu içinde çıkarılan pasa daha sonra 100 metre ilerideki konkasör tesisine taşınmıştır.

Bunun maliyetini hesapladığımızda,

Pasanın taşınma işi  $21 \text{ m}^3$  hafriyat kamyonu ve loder yükleyici ile yapılmıştır.

Hafriyat kamyonu 1 atım boyunca 9 sefer yapmıştır.

Loder ve kamyonun 1 atımlık maliyeti toplamda : 100,1 \$

Toplam 1 atımdaki nakliye maliyeti :  $100,1 + 158,4 = 258,5$  \$

Toplam maliyet :  $166 \times 258,5 = 42911$  \$ olarak hesaplanmıştır.

#### 4.4.4. Kule Maliyeti Belirlenmesi

Kuyu yapımı için inşa edilen 65 metre boyundaki kulenin kurulum maliyeti

Toplam : 4000000 \$

Amortisman hesabı yapacak olursak; Kule maliyetinin toplam kullanım ömrüne bölünmesidir. Kuyu kazısı kule kurulumuyla birlikte bir yıl sürmüştür.

Kuyunun ömrü 25 yıldır.

$4000000 / 25 = 160000$  \$ (Kuyu kazısı 1 yıl devam ettiğinden)

#### 4.4.5. Havalandırma Maliyetlerinin Belirlenmesi

Havalandırma 55 kw fan ve 80 kw lık fantüplerle yapılmıştır.

Enerji maliyeti : günlük enerji sarfiyatı : 48 \$ ortalama 5 saat çalışmaktadır.

Kuyu yapımı 11 ay devam ettiği için  $48 \times 330 = 15840$  \$

#### 4.4.6. Drenaj Maliyetlerinin Belirlenmesi

Drenaj 11 kw ve 30 kw lık pompalarla işlem yapılmaktadır.

Günlük enerji maliyeti : 10\$

Ortalama günlük 1 saat çalışmaktadır.

Enerji maliyeti :  $10 \times 330 = 3300$  \$

#### 4.4.7. Personel maliyeti

Kuyu çalışması boyunca çalışan işçi sayısı 101 tanedir. Çizelge 4.4'de inceleme alanındaki kuyuda çalışan personel dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.4. İnceleme alanındaki kuyuda çalışan personel dağılımı

Demir	Beton	Patlatma	Pasa	Nakliye + Beton	Destek Elemanı
21 kişi	18 kişi	12 kişi	10 kişi	17 kişi	23 kişi

İşçi maaşı: 1000 \$

Toplam işçi sayısı:  $101 \times 1000 = 101000$  \$

Toplam 11 ay çalışma olmuştur.

Toplam işçi maliyeti :  $101000 \times 11 = 1111000$  \$

#### 4.4.8. Tahkimat maliyeti belirlenmesi

Kuyuda tahkimatta, demir donatı ve beton kullanılmış, Kuyu kazısı boyunca ilerleme sağlam kayada yapıldığı için çelik hasır, blon ve püskürtme beton tercih edilmemiştir. Sadece 335 ile 345 metreleri arasında yeraltı suyuna rastlanması ve formasyonun zayıf olması nedeniyle çelik hasır, blon ve püskürtme beton kullanılmıştır. Demir donatı bağlantıları yapıldıktan sonra platforma bağlı vinçlerle üç bölmesi 3,6 metre uzunluğundaki pistonlu çelik kullanılarak tahkimat yapılmış ve 12 tonluk kovayla beton dökümü uygulanmıştır.

Betonun prizlenme süresi 8 saattir. Toplam kuyu boyunca 800 ton demir ve 17186 m<sup>3</sup> beton dökülmüştür.

1 metre tahkimatın maliyeti : 13941 \$

Kuyunun toplam boyu: 661 metre

Toplam maliyet : 661 x 13941 \$ = 9215000 \$

#### 4.4.9. Diğer Maliyetlerinin Belirlenmesi

Tahkimat işlemi toplam 800 ton demir ve 17186 m<sup>3</sup> beton kullanılarak uygulanmıştır. Tahkimat işleminde kullanılan demir ve beton sınıfı (Çizelge 4.5)'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tahkimat işleminde kullanılan beton ve demir sınıfları

Beton sınıfı	Demir sınıfı (Ø)		
C=55	24	28	32

1 metrede 26 m<sup>3</sup> beton dökülerek toplamda 661 metrelik kuyuda 17186 m<sup>3</sup> beton kullanılmıştır.

Beton fiyatı yaklaşık 100 \$ olarak alındığında,

100 x 17186 \$ = 1718600 \$ harcama yapılmıştır.

1 metrede 1.21028 ton demir kullanılarak toplamda 661 metrelik kuyuda yaklaşık 800 ton demir kullanılmıştır.

Demir fiyatı : 1000 \$ ( nakliye dahil )

800 ton x 1000 = 800000 \$ harcama yapılmıştır.

#### 4.4.10. Toplam Maliyet Belirlenmesi

Siirt Madenköy maden ocağında açılan üretim kuyusunun maliyet kalemleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Toplam maliyet, 10715028,8 \$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Toplam maliyet tablosu

Maliyet Kalemi	Miktarı - \$
Tahkimat	9215000
İşçilik	1111000
Kule	160000
Patlatma	148883
Nakliye	42911
Delme	18094,77
Havalandırma	15840
Su drenajı	3300



#### 4.4.11. Delme-patlama maliyetlerinin karşılaştırılması

1. Paternin delik sayısı 250 adet, delik delme boyu 3 metre ve 1 atımdaki ilerleme boyu 2,7 metredir. 2. Paternin delik sayısı 90 adet, delik delme boyu 4,2 metre ve 1 atımdaki ilerleme boyu 3,9 metredir.

1. Paternin 1 metrelik delme maliyeti : 70,83 \$

1. Paternin 1 metrelik patlatma maliyeti : 1294 \$ / 2,7 m = 479,26 \$

1. Paternin 1 metrelik delme patlatma maliyeti : 70,83 \$ + 479,26 \$ = 550,09 \$

Toplam kuyu maliyeti : 661 x 550,09 \$ = 363609 \$

2. Paternin 1 metrelik delme maliyeti : 25,50 \$

2. Paternin 1 metrelik patlatma maliyeti : 887 \$ / 3,9 m = 227,44 \$

2. Paternin 1 metrelik delme patlatma maliyeti : 25,50 \$ + 227,44 \$ = 252,94 \$

Toplam kuyu maliyeti : 661 x 252,94 \$ = 167190 \$

Çizelge 4.7’de iki paternin delme patlatma maliyet tablosu verilmiştir.

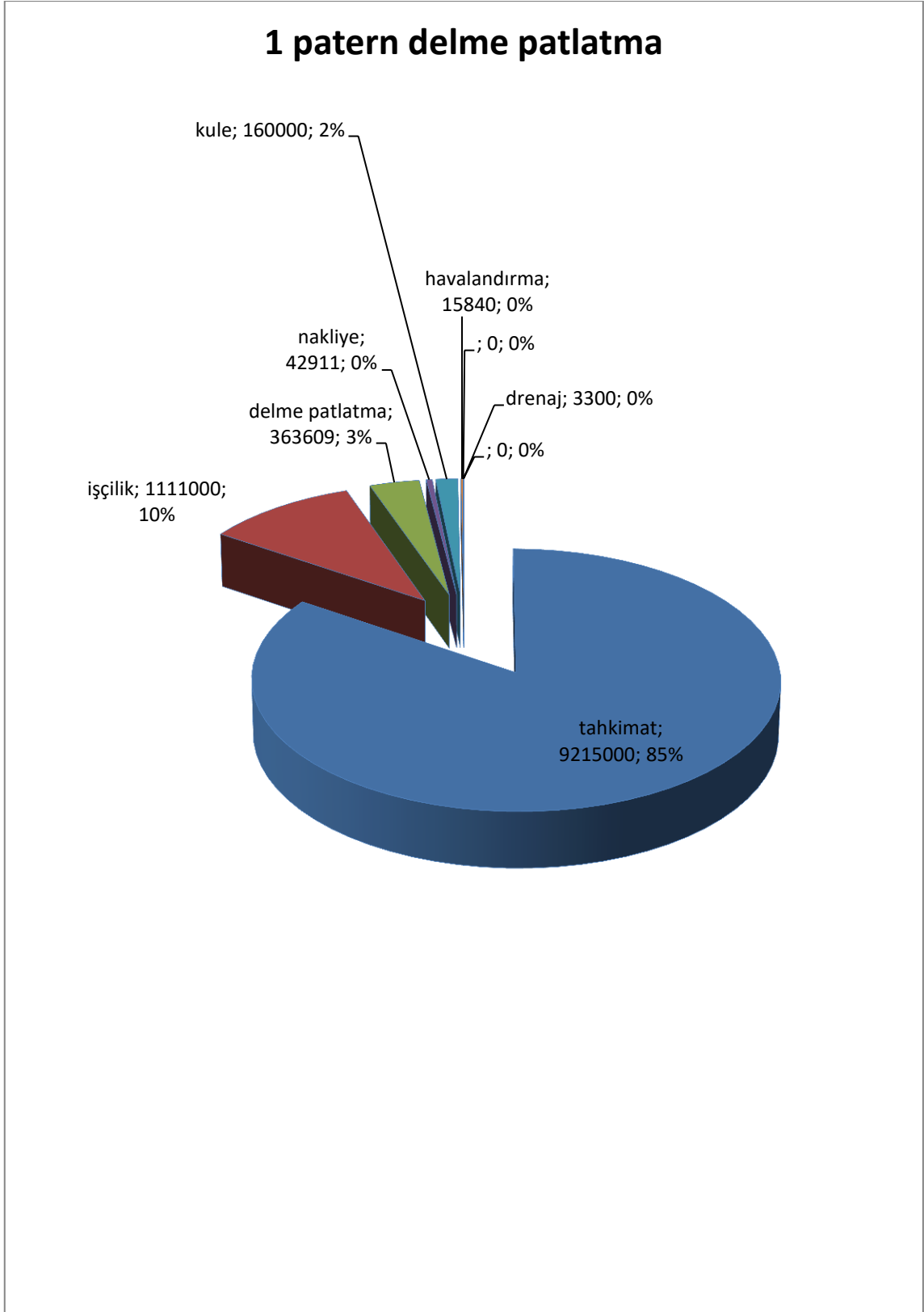
Çizelge 4.7. İki paternin delme patlatma maliyet tablosu

<b>Delme Patlatma Maliyeti</b>	<b>1. Patern</b>	<b>2.Patern</b>
1 metre delme	70,83 \$	25,50 \$
1 metre patlatma	479,26 \$	227,44 \$
1 metre delme patlatma	550,09 \$	252,94 \$
Toplam delme patlatma	363609 \$	167190 \$

Delme-patlatma, 1. Patern ile devam etseydi toplam maliyet : 363609 \$

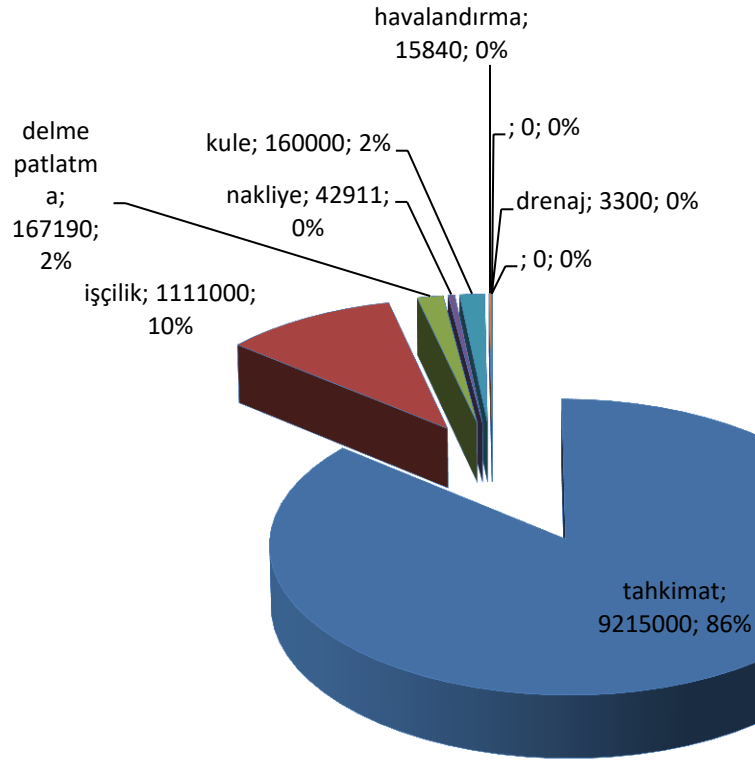
2.patern ile devam ettiği için toplam delme-patlatma maliyeti : 167190 \$

İki maliyeti karşılaştıracak olursak 2.paternin uygulanmasıyla beraber yaklaşık % 54’a kadar bir kar elde edilmiştir (Şekil 4.15 ve Şekil 4.16).



Şekil 4.15.1. patern delme patlatma

## 2. patern delme patlatma



Şekil 4.16. 2. patern delme patlatma

## 5. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, Siirt Madenköy Bakır işletmesinde yeraltı maden projesi kapsamında açılan 661 metrelik dikey kuyunun kazı ve destekleme açısından maliyet analizi yapılarak değerlendirilmelerde bulunulmuştur. Kazı ve desteklemenin maliyet unsurları olarak; Delme patlatma, havalandırma, tahkimat, su drenajı ve nakliye faaliyetleri ana kriterler alınmıştır.

1-) Kuyu toplam maliyetinde en büyük payı yaklaşık % 86 oranıyla tahkimat uygulaması oluşturmaktadır.

2-) Kuyu açımı sırasında sadece 335 - 345 metresi arasında su geliri olayı yaşandığı için su geliri kuyu açma maliyetinde önemli bir yer tutmamıştır.

3-) Kuyunun ilk açımı sırasında uygulanan 1. Paternde delme-patlatma faaliyetinin maliyeti, toplam maliyetteki oranı yaklaşık % 3 civarındadır.

4-) 2.Patern uygulamasıyla birlikte delme-patlatma maliyetinde yaklaşık % 54'lük bir kar sağlanmıştır. Toplam kuyu maliyetinde, delme-patlatma faaliyetini oranı % 2'ye düşürülerek % 1'lik bir kazanç elde edilmiştir.

5-) Havalandırma, drenaj ve nakliye faaliyetlerinin maliyeti, toplam maliyetteki oranı yaklaşık % 0,6 civarındadır.

6-) İşçilik faaliyetlerinin maliyeti, toplam maliyetteki oranı yaklaşık % 10'a tekabül etmektedir.

7-) Çalışma sahasında uygun kuyu yerinin belirlenmesi amacıyla jeoteknik sondajlar yapılmış olup kuyunun sağlam formasyon içerisinde açılmasına özen gösterilmiştir.

8-) 2. Patern ile birlikte delme-patlatma maliyetlerinin azaltılmasının yanı sıra kuyu ilerleme hızı artmış olup makine ekipman sarfiyatı azalmıştır.

9-) Kuyuda uygulanan çelik kalıp uzunluğunun 3,6 metre olması ve 1. Paternde bir atım sonrası 2,7 metre ilerleme yapılması nedeniyle her patlatma sonrası tahkimat uygulaması yapılamamıştır. 2.Paternin uygulanmasıyla birlikte bir atım sonucu 3,9 metre ilerleme sağlanması nedeniyle çelik kalıp kurularak tahkimat yapılması mümkün kılınmıştır. Buda kuyu ilerleme hızını önemli ölçüde arttırmıştır.



## 6. KAYNAKLAR

Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975, V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji Raporu ve petrol olanakları, TPAO Arama Grubu, Rapor no. 917, 45 s., Ankara.

Alan, İ., ve Aksay, A., 2002, 1:1000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Siirt, Diyarbakır, Van ve Cizre Paftaları. No 28. MTA. Jeoloji Etüdleri Dairesi

Altınlı, İ., E., 1952, Siirt Güneydoğusunun Jeolojik İncelenmesi, MTA Rapor No: 1977, Ankara

Bell, F.G., 1994, 'Engineering in Rock Masses', Paperback Edition, Great Britain by Thomson Litho, Butterworth-Heinemann (April 2, 1994), ISBN-10: 0750619651

Biçer, Z., 1981, Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde Tersiyer sürüklenim örtüleri altındaki otokton istifin fasiyes özellikleri ve petrol olanakları, TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1605, 22 s., Ankara.

Birön, C, Arıoğlu, E., 1985, Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı, *Birsen Yayınevi*

Cummins ve Gıven, 1973, SME Mining Engineering Handbook, Cut 1, AIME Publication, New York, U.S.A.

Çalgın, R., 1978, Siirt Madenköy Bakır Yatağının Jeolojisi ve Mineralizasyonu, MTA Genel Müd. Arşiv No: 5651

Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. Ve Perinçek, D., 1988, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve petrol potansiyeli: TPJD Bülteni, cilt ½, 99-126 s., Ankara.

Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. Ve Perinçek, D., 1989, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve paleocoğrafyası, paleontolojisi, jeoloji tarihi, rezervuar ve diyajenez özellikleri ve olası petrol potansiyeli: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2563, 78 s., Ankara.

Erkoç, Ö.Y., 1990, Kaya Patlatma Tekniği, Çelikler Matbaacılık, İstanbul.

Erler,A.,1980,Madenköy-Siirt Masif Sülfid Bakır Yatağı Çevresindeki Hidrotermal Alterasyonunun Kimyasal Özellikleri,TÜBİTAK,ProjeNo. TBAG-449, 449s

Esen, S., Onederra, I., Bilgin, H.A., 2003, Modelling the size of crushed zone around a blasthole, International Journal of Rock Mechanics & Mining Science.,Australia, 485-495

Fernberg, H., 2008, Surface Drilling, Atlas Copco, 9-13

Geniş, M., Gerçek, H., 2000. Yeraltı açıklıklarının dinamik tasarımı. V. *Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, S. Saraç vd. (ed.), Türk Ulusal Kaya Mekaniği Derneği, Ankara, 65-72.

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

Köse, H, Gürgen S, Onargan T., 1992. Tünel ve kuyu açma Dokuz Eylül Üniv.Mimarlık-Mühendislik Fak.Yayımları

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

Outokumpu,1981, Madenköy (Şirvan-Siirt) Piritik Bakır Yatağı Fizibilite Raporu. MTA-Maden Etüt D.Arşiv No:1820.

Özgen Nurettin,Tonbul Saadettin,Karadoğan Sabri 2005, Siirt ve Yakın Çevresinde Jura Tipi Kıvrımlı Yapı Reliefi. *Ulusal Coğrafya Kongresi*, 621-630. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:4292169)

Perinçek, D. 1979, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman) alanının jeolojik incelemesi, TPAO Arama Grubu, Rapor No.1395.



- Perinçek, D., 1989, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, yapısal özellikleri, petrol imkanları, TPAO Arama Grubu. Rapor No:2545.127s.
- Perinçek, D. 1990, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi. GDA Türkiye: TPJD Bülteni, C.2/1, s. 21-68.
- Reuther, E.U.,1989.Lehrbuch der Bergbaukunde, mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaus. 11 th ed.Essen: Glückauf
- 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.
- Savcı, H. ve Dülger, S. 1980, Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması, TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1442,41 s.,Ankara.
- Tuna, D. 1973, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. TPAO Arama Grubu, Arşiv No.813.
- Ulutürk Y., 1999, "Siirt Madenköy Bakır Yatağı-Derleme", MTA, Ankara.
- Unrug, K. F.,(1992), "Constraction of Developments Openings", SMA Mining Engineering Handbook, 2nd Editor, Volume 2, Chapteter 17.4, (Editör; Hartman, H. L. ), Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Colorado
- Yıldırım, R., Alyamaç, F. 1976. Siirt ili Madenköy-Hürmüz yöresi jeoloji etüdü. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 5851, Ankara
- Yılmaz, Y., 1982, Amonos dağlarının tektoniği, TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1653, 91 s., Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Muhammed Eşref SEVGİLİ  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : SİİRT -13/11/1985  
**Telefon** : 0 545 417 33 22  
**Faks** :  
**e-mail** : [esrefsevgili@gmail.com](mailto:esrefsevgili@gmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Anadolu Lisesi, Merkez, Siirt	2004
Üniversite	: İnönü Üniversitesi, Merkez, Malatya	2011
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi, Merkez, Batman	Devam Ediyor
Doktora	:	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-Halen	Tsc Enerji İnşaat Ltd.Şti	Şirket Ortağı
2013-2014	Karpa Elektrik	Şantiye Şefi
2012-2013	Özak İnşaat	Vardiya Mühendisi
2011-2012	Vefa Mermer	Şantiye Şefi

### UZMANLIK ALANI

Madencilikte Dekapaj, Mermer

### YABANCI DİLLER

İngilizce

### YAYINLAR