

Yüksek Lisans Tezi  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

**T.K.İ. E.L.İ. EYNEZ YERALTI  
İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMASI  
VE MEKANİZASYON**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÖNDER UYSAL  
1995**

3985

T.K.İ. E.L.İ. EYNEZ YERALTI İŞLETMESİNDE ÜRETİM  
PLANLAMASI VE MEKANİZASYON

ÖNDER UYSAL  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

1995

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.K.İ. E.L.İ. EYNEZ YERALTI İŞLETMESİNDE ÜRETİM  
PLANLAMASI VE MEKANİZASYON

ÖNDER UYSAL  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Ahmet DEMİRCİ

Maden Müh. Böl. Prof. Dr.

**ÖZET**

**ABSTRACT**

**TEŞEKKÜR**

**İÇİNDEKİLER**

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

**TABLolar DİZİNİ**

**1. GİRİŞ**

**2. EYNEZ SAHASI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

2.1. Ocağın Konumu

2.2. Jeolojik Durum

2.3. Ocağın Mevcut Durumu

**3. EYNEZ OCAĞI İÇİN HAZIRLANAN MEKANİZE UZUNAYAK PROJESİ**

3.1. Genel

3.2. Pano Hazırlıkları

3.3. Kazı ve Tahkimat

3.4. Nakliyat

3.5. Havalandırma

3.6. Vardiyada Yapılan İşlemler ve Üretim Kapasitesi

**4. EYNEZ YERALTI İŞLETMESİ İÇİN ÖNERİLEN ALTERNATİF**

**KISAAYAK PROJESİ**

4.1. Kısaayak Üretim Yöntemi Genel Tanımı

4.2. Proje İçin Önerilen Hazırlıklar

4.3. Kazı ve Tahkimat

4.4. Üretim Kapasitesi

4.5. Nakliyat

4.6. Projenin Özeti

**5. PROJE MALİYETLERİNİN HESAPLANMASI VE MUKAYESESİ**

5.1. Hazırlık Maliyetlerinin Hesaplanması

5.2. Yöntemlerin Üretim Maliyetlerinin Hesaplanması

5.3. Uzunayak ve Kısaayak Üretim Yöntemlerinin Birim Maliyet

Karşılaştırması

5.4. Üretim Yöntemlerinin Kârlılıklarının Karşılaştırması

**6. ALTERNATİF YÖNTEMLERİN ÇOK BOYUTLU AMAÇLAR**

**DÜZENİNE GÖRE MUKAYESESİ**

**7. SONUÇ VE ÖNERİLER**

**KAYNAKLAR**

**ÖZGEÇMİŞ**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu çalışma, jürimiz tarafından Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan : Prof.Dr. Ahmet DEMİRCİ

Üye : Yrd.Doç. Atilla CEYLANOĞLU

Üye : Yrd.Doç.Dr. Birol ELEVLI

Üye :

*Dr. Demirci Ahmet*

*Atilla Ceylanoglu*

*Dr. B. Eleveli*

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



11.10.1995

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Fuat ÖNDER

*Fuat Önder*

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nce hazırlanan ve yayınlanan " Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Klavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### T.K.İ. E.L.İ. EYNEZ YERALTI İŞLETMESİNDE ÜRETİM PLANLAMASI VE MEKANİZASYON

Önder UYSAL

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

Bu çalışma kapsamında, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi'nde (ELİ) üretim ve randımanı artırmak için hazırlanan bir mekanize uzunayak projesinin tanıtımı ve bu yöntem alternatif olarak kömür kazısında birincil olarak sürekli kazı makinası kullanılan bir kısaayak (Shortwall) üretim projesinin planlanması gerçekleştirilmiştir.

Planlama aşamasını takiben 7.5 m. kalınlığında bir pano baz alınarak her iki yöntemin üretim maliyetleri hesaplanmıştır. Maliyet analizlerine ek olarak her iki yöntem "Çok Boyutlu Amaçlar Düzeni" ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede alternatif üretim yöntemlerinin amaç verim değerleri sentezi oransal skalalama metodu kullanılarak yapılmıştır.

Son olarak her iki üretim yönteminin avantaj ve dezavantajları yukarıda belirtilen kriterler yardımı ile ortaya konmuştur. Analizlerden elde edilen sonuçlar ışığında, kısaayak üretim yönteminin daha rasyonel sonuçlar verdiği tesbit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürekli kazı makinası, Kısaayak üretim yöntemi, Uzunayak üretim yöntemi

## ABSTRACT

MSc Thesis

### THE PRODUCTION PLANNING AND MECHANIZATION IN T.K.İ. E.L.İ. EYNEZ UNDERGROUND COAL MINE

Önder UYSAL

Cumhuriyet University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet DEMİRCİ

This study deals with the presentation of mechanized longwall project prepared to increase productivity and output of Aegean Lignites Colliery (ELİ) of Turkish Coal Enterprises (TKİ) and with the planning of an alternative new mining method called "Shortwall Mining" where continuous miners are employed as primary coal winning machines.

Following the planning phase, production costs have been calculated for both mining methods on the base of a panel having a height of 7,5 m. In addition to costs analyses, both methods have been evaluated using "multi-dimensional objective system". In this evaluation the value synthesis has been carried out according to scoring models.

Lastly, the advantages and disadvantages of both production methods have been stated by analyzing them with the above criteria. In the light of outputs gathered from analyses, it has been determined that shortwall mining method is producing more rational outputs.

Key Words: Continuous Miner, Shortwall Mining, Longwall Mining.



## TEŞEKKÜR

Bu alıŐmanın her aŐamasında, yardımları ve eleŐtirileri ile beni yÖnlendiren danışman hocam Sayın Prof.Dr.Ahmet DEMİRCİ'ye Őukranlarımı ve saygılarımı sunarım. Bu kapsamda, Mühendislik Fakóltesi Dekanı Sayın Prof.Dr.Mehmet CANBAZOĐLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca, Bölüm ÖĞretim Üyeleri, Sayın Yrd.Doç.Dr.Atilla CEYLANOĞLU, Yrd.Doç.Dr.Birol ELEVLI, Yrd.doç.Dr.Ali KAHRİMAN, Araştırma Görevlileri, Sayın Ercan ARPAZ, Kazım GÖRGÜLÜ, Y.Selim DURUTÜRK, Salih YÜKSEK, Bülent ERDEM ve Maden Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans ÖĞrencisi Yavuz GÜL'e teşekkür ederim.

Ege Linyitleri İŞletmesi'nde bu çalıŐmayı yapmama olanak sağlayan E.L.İ. Müessese Müdürü Sayın Rifat DAĞDELEN ve çalışma esnasında deneyimlerinden faydalandığım ELİ Maden Mühendisleri, Sayın Yavuz Selim İNCİ, Ali DERİN ve Sıtkı HALICIOĞLU'na teŐekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. EYNEZ SAHASI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	2
2.1. Ocağın Konumu	2
2.1.1. Coğrafi konum ve ulaşım	2
2.1.2. İklim ve bitki örtüsü	2
2.1.3. Hukuki durum	2
2.2. Jeolojik Durum	4
2.2.1. Stratigrafi-Litoloji	4
2.2.2. Tektonizma	8
2.2.3. Damar özellikleri	8
2.2.4. Metan emisyonu	9
2.3. Ocağın Mevcut Durumu	9
2.3.1. Bugüne kadar yapılan sondajlar ve rezerv durumu	9
2.3.2. Pazar durumu	12
2.3.3. Eynez yeraltı ocağında uygulanmakta olan üretim yöntemi	12
3. EYNEZ OCAĞI İÇİN HAZIRLANAN MEKANİZE UZUNAYAK PROJESİ	15
3.1. Genel	15
3.2. Pano Hazırlıkları	15
3.3. Kazı ve Tahkimat	15
3.4. Nakliyat	21
3.5. Havalandırma	21
3.6. Vardiyada Yapılan İşlemler ve Üretim Kapasitesi	21

4. EYNEZ YERALTI İŞLETMESİ İÇİN ÖNERİLEN ALTERNATİF KISAAYAK PROJESİ	23
4.1. Kısaayak Üretim Yöntemi Genel Tanımı	23
4.1.1. Yöntemin seçiminde gözönüne alınması gereken parametreler	23
4.1.1.1. Yatak boyutu	23
4.1.1.2. Damar kalınlığı	23
4.1.1.3. Damar eğimi	24
4.1.1.4. Tavan ve taban koşulları	24
4.1.1.5. Derinlik	24
4.1.1.6. İşgücü	25
4.1.1.7. Havalandırma	25
4.1.1.8. Hazırlıklar	25
4.1.2. Yöntemin avantajları	26
4.1.3. Kısaayakta kullanılan makina-ekipmanlar	26
4.1.3.1. Sürekli kazı makinaları	26
4.1.3.1.1. Sürekli kazı makina çeşitleri	27
4.1.3.1.2. Sürekli kazı makinalarının özellikleri	29
4.1.3.1.3. Uygulama alanları	35
4.1.3.1.4. Avantajları ve dezavantajları	36
4.1.3.2. Nakliye sistemleri	36
4.1.3.2.1. Kesikli nakliye araçları	37
4.1.3.2.1.1. Mekik Araba (Shuttle Car)	37
4.1.3.2.1.2. Pistonlu araba (Ramcar)	42
4.1.3.2.2. Sürekli nakliye araçları (Continuous haulage systems)	43
4.1.3.3. Tahkimat	48
4.2. Proje İçin Önerilen Hazırlıklar	48
4.3. Kazı ve Tahkimat	48
4.4. Üretim Kapasitesi	53
4.5. Nakliyat	55
4.6. Projenin Özeti	57

<b>5. PROJE MALİYETLERİNİN HESAPLANMASI VE MUKAYESESİ</b>	<b>58</b>
5.1. Hazırlık Maliyetlerinin Hesaplanması	58
5.1.1. Uzunayak hazırlık maliyetlerinin hesaplanması	58
5.1.1.1. Uzunayak tavanyolu maliyeti	58
5.1.1.2. Uzunayak tabanyolu maliyeti	66
5.1.1.3. Uzunayak ayak hazırlığı maliyeti	72
5.1.2. Kısaayak hazırlık maliyetlerinin hesaplanması	78
5.1.2.1. Kısaayak tavanyolu maliyeti	78
5.1.2.2. Kısaayak tabanyolu maliyeti	82
5.1.2.3. Kısaayak ayak hazırlığı maliyeti	86
5.1.3. Hazırlık maliyetlerinin mukayesesi	90
5.2. Yöntemlerin Üretim Maliyetlerinin Hesaplanması	91
5.2.1. Uzunayak yöntemi işletme maliyetleri	91
5.2.2. Kısaayak yöntemi işletme maliyetleri	98
5.3. Uzunayak ve Kısaayak Üretim Yöntemlerinin Birim Maliyet Karşılaştırması	103
5.4. Üretim Yöntemlerinin Kârlılıklarının Karşılaştırması	104
<b>6. ALTERNATİF YÖNTEMLERİN ÇOK BOYUTLU AMAÇLAR DÜZENİNE GÖRE MUKAYESESİ</b>	<b>105</b>
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>111</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>113</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>116</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Sahanın coğrafik konumu	3
Şekil 2. Soma havzası genelleştirilmiş sütun kesiti	5
Şekil 3. Damar stampı	10
Şekil 4. Doğrultuya dik yönde ilerleyen ayak	13
Şekil 5. Doğrultuya paralel ilerleyen ayak	14
Şekil 6. Galeri ve desandre kesitleri	16
Şekil 7. Yürüyen tahkimatla doğrultu boyunca yatay dilim çalışma metodu	18
Şekil 8. Yürüyen tahkimatlarla üretimin aşamaları	20
Şekil 9. Değişik modellerdeki tambur tipi sürekli kazı makinaları	28
Şekil 10. Ripper miner tipi bir sürekli kazı makinası	29
Şekil 11. Sürekli kazı makinalarında kullanılan çeşitli keski tipleri	30
Şekil 12. Bazı shuttle car tipleri	38
Şekil 13. İki shuttle car'ın kullanıldığı bir kısa ayak (shortwall) uygulaması	39
Şekil 14. Ramcar plan ve kesit görünüşü	42
Şekil 15. Köprü konveyör (Lastikli)	43
Şekil 16. Köprü konveyör (paletli)	44
Şekil 17. Bükülebilir (Flexible) konveyör	45
Şekil 18. Monoray konveyör	46
Şekil 19. Zincirli Konveyör	47
Şekil 20. Zincirli konveyörün kısa ayakta uygulanması	47
Şekil 21. Tipik bir kısaayak tahkimat ünitesi	49
Şekil 22. Kısaayak panosu kesit görünümü	50
Şekil 23. Sürekli kazı makinasının tabanyolu boşluğundan geçmesi	51
Şekil 24. Sürekli kazı makinasının yeni haveye başlaması	51
Şekil 25. Yürüyen tahkimat ünitesinin ilerleme aşamaları	53
Şekil 26. Amaçlar hiyerarşisi	107

## TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Kömür Analiz Sonuçları	6
Tablo 2. Sahada Yapılan Sondajlar, Kesilen Kömür Kalınlıkları ve Stamp Kalorileri	11
Tablo 3. Tek Tamburlu Kesicinin Teknik Özellikleri	17
Tablo 4. Değişik Continuous Miner Modelleri ve Bazı Özellikleri	32
Tablo 5. Değişik Yöntemlerle Üretilen Malzemelerin Elek Analizi Sonuçları	34
Tablo 6. Amaç Verimleri Yargı Şeması	108
Tablo 7. Alternatif Amaç Verimleri	109
Tablo 8. Alternatiflerin Amaç Verim Değerleri Sentezi	110

## 1. GİRİŞ

Günümüzde hava kirliliğine maruz kalan şehirlerin sayısı her yıl artmaktadır. Bu durum, bünyesinde az miktarda kükürt içeren kömürlere talebi yükseltmekte ve bu vesileyle kömür ithalatı her yıl artmaktadır. Kömürde hava kirliliğine sebep olan başlıca unsur, bünyesinde bulunan yanıcı kükürt olmaktadır. İthal kömürde bu oran %1 civarındadır. E.L.İ. müessesesine ait sahalarda bilhassa Eynez ve Işıklar kömürlerinde; toplam kükürt miktarı ortalama % 0,7'dir. Yanıcı kükürt içeriğinin az olması Müesseseye olan kömür talebini sürekli olarak artırmaktadır.

Müessese kömür rezervinin % 60'ı yeraltı işletmesine müsait olup, açık işletme ile üretilen rezervler tükendiğinde, tüm talebin yeraltı işletmelerinden karşılanması gerekecektir. İstenilen üretim seviyesini ise mevcut klasik yöntemlerle karşılamak mümkün değildir.

Eynez İşletmesinde, talebi karşılamak ve üretim artışı sağlayabilmek için ocak çalışanları tarafından +340 m kotunun üzerini kapsayan saha için tam mekanize uzunayak projesi hazırlanmıştır. Ancak öngörülen sistemde, arkadan göçertme nedeniyle % 20-30'lara varan bir üretim kaybı sözkonusudur.

Bu çalışmada, işletmedeki kayıpları minimuma indirmek ve üretimi yükseltmek amacıyla alternatif bir kısaayak projesi önerilmiş ve iki yöntemin maliyetleri karşılaştırılarak gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Daha sonra çok boyutlu amaçlar düzeni oluşturulmuş, oransal skalalama metodu kullanılarak alternatiflerin amaç verim değerleri sentezi yapılmıştır.

Son bölümde ise bu değerlendirmeler ışığında her iki yöntemin işletme için avantajlı ve dezavantajlı yönleri ortaya konulmuş bulunmaktadır.

## **2. EYNEZ SAHASI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Ocağın Konumu**

#### **2.1.1. Coğrafi konum ve ulaşım**

Soma ilçesi, Kırkağaç-Kınık-Savaştepe Devlet Karayolları kesim noktasındadır. İlçenin Manisa iline uzaklığı 93 km., en yakın ilçe olan Kırkağaç'a uzaklığı ise 14 km'dir. Ayrıca ilçeden İzmir-Bandırma ve İzmir-Ankara Demiryolu güzergahı geçmektedir. Ulaşım, Soma - Bergama karayoluna bağlanan, yaz-kış aylarında ulaşım elverişli asfalt bir yol ile rahatlıkla sağlanmaktadır (Şekil 1).

Eynez-I Maden sahası, genel olarak engebeli olup, Kuzey-Güney istikametinde uzanan Karanlıkdere'nin doğu yamaçlarını kapsamaktadır. Sahanın en düşük kotları kuzeyde 250 m civarında olurken, en yüksek nokta 1201 m kotundadır. Saha, X(26.400-29.200), Y(45.600-47.600) koordinatları içinde kalmaktadır.

#### **2.1.2. İklim ve bitki örtüsü**

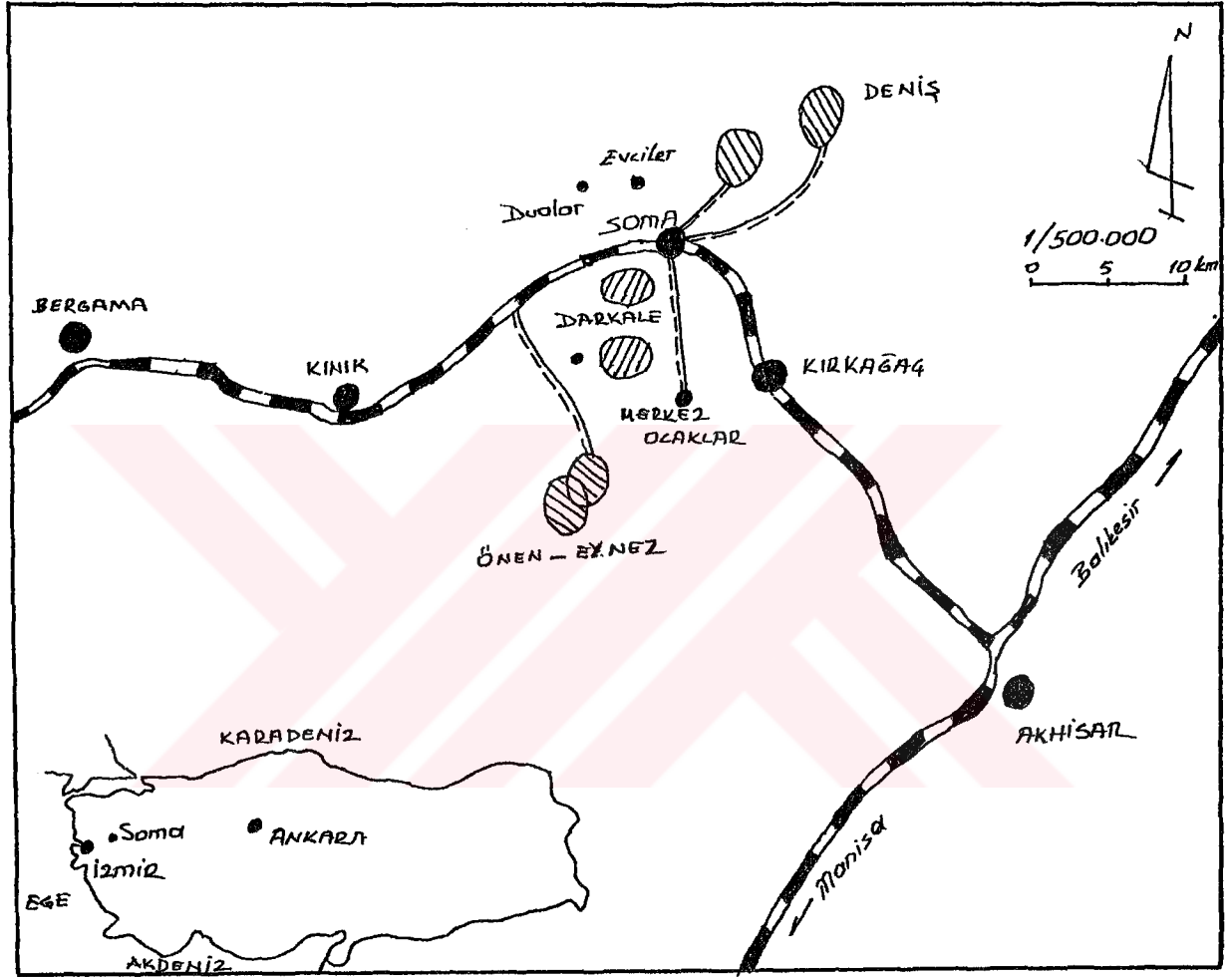
Soma havzası iklimi, genellikle yazları sıcak ve yağışsız, kışları soğuk ve yağışlı bir durum arz etmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 18-20° civarındadır. Üretim faaliyetleri yeraltında gerçekleştiğinden, iklim koşullarının faaliyetlere etkisi sınırlı ve önemsenmeyecek kadar azdır.

Yörenin büyük kısmı çam ormanı ile kaplı olup saha, yerleşim alanlarının dışındadır.

#### **2.1.3. Hukuki durum**

Çalışma bölgesi İİ 234 nolu ruhsat sahasının içinde olup ruhsat TKİ tarafından alınmıştır.





Şekil 1. Sahanın coğrafik konumu

## 2.2. Jeolojik Durum

### 2.2.1. Stratigrafi-Litoloji

Soma havzasında 1940'lı yıllardan bu yana yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan stratigrafik istif aşağıdaki gibidir (Şekil 2) (Eynez-I Yeraltı İşletme Tevsii Projesi, 1990).

#### A- Temel Kayaçlar

- 1- Grovak veya Kınık Birliği (Tmg)
- 2-Kristalize kireçtaşı (Tkçt)

#### B- Miyosen Kayaçlar (Soma Formasyonu)

- 1- Taban serisi (m1)
- 2- Ana linyit damarı (Km 1-2)
- 3- Marn (m2)
- 4- Kireçtaşı (m3) - Orta linyit damarı (km3)

#### C- Pliyosen Kayaçlar (Deniz Formasyonu)

- 1- Taban serisi (P1)
- 2- Üst linyit damarı (kp 1-2)
- 3- Tüf-marn, Aglomera, bazaltik tüf (P2)
- 4- Silisifiye kireçtaşı (P3)

#### D- Pleyistosen Kayaçlar

- 1- Kil, kum, çakıl, tüfit, kireçtaşı (Plt)
- 2- Aglomera (Pltv)

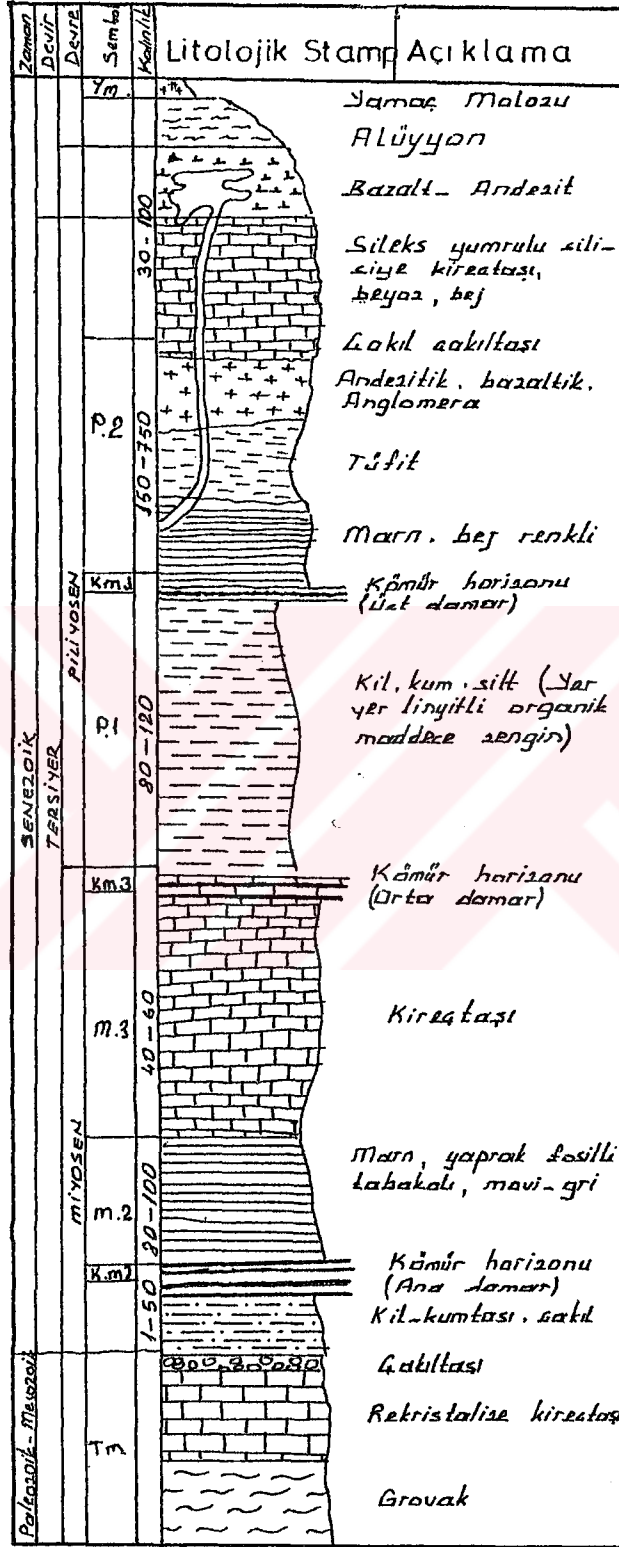
#### E- Holosen Seriler

- 1- Alüvyon (A1)
- 2- Yamaç molozu (Ymç)

#### *A- Temel Kayaçlar*

##### **1- Grovak (Tmg)**

Sarımsı, kahverengimsi, siyahımsı renkte olup, bileşenleri, kumtaşı, kil, silt ve killi şistlerdir. Grovak, havzada yüzlek veren enyaşlı kayaç olup bazı araştırmacılara göre Permo-Karbonifer (Brinkman-Mebert), bazılarına göre de orta triyas yaşlıdır.



Şekil 2. Soma havzası genelleştirilmiş sütun kesiti

## **2- Kristalize kireçtaşı (Tmk)**

Grimsi, beyazımsı ve mavimsi renkte, bol çatlak ve kırıklı olan kristalize kireçtaşı, yer yer karstik boşluklu ve şekillidir. Yaşı Kretase-Jura olarak düşünülmekte ve kalınlığının 300-400 m. civarında olduğu sanılmaktadır.

## ***B-Miyosen Kayaçlar***

### **1- Taban serisi (m1)**

Yeşilimsi, kahverengimsi ve gri-mavi renki olup bileşenleri, çakıltaşı, kumtaşı ve kildir. Kalınlığı havza kıyısından, havza ortasına doğru artış gösterir.

### **2- Ana linyit damarı (Km 1-2)**

Siyahımsı renkli, parlak, az mat görümlü konkoidal kırıklıdır. Kalınlıkları 5-30 m.ler arasında olup; ısıtma güçleri 2500-5500 kcal/kg arasındadır. Kömürle ilgili komple analiz Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Kömür Analiz Sonuçları (Halıcıoğlu, 1993)

Rutubet	% 14 - 16
Kül	% 26 - 28
Uçucu Madde	% 28 - 32
Sabit Karbon	% 27 - 29
Saf Kömür	% 56 -58
Toplam Kükürt	% 0.8 - 0.95
Yanabilir Kükürt	% 0.6 - 0.65
Alt Isı Değeri	3100 -3400 kcal/kg
Yoğunluk	1.5 ton/m <sup>3</sup> (yerinde)

### **3- Marn (m2)**

Bejimsi, mavimsi, gri renkli oldukça sert ve dayanımlı olup, laminalanmadan, çok kalın katmanlanmaya kadar tabakalanma sunar. Km1-2'ye yakın kısımlarında yaprak, karnıf fosil ve izleri mevcuttur. 80-100 m. arasında bir kalınlığa sahiptir.

#### **4- Kireçtaşı (m3)**

Sarımsı ve beyazımsı renkli, sert tabakalanma sunan bir yapıdadır. Bol kırık ve çatlaklıdır. Gastropodların çeşitli formlarını vermesi nedeniyle, diğer kireçtaşlarından kolayca ayırt edilebilir. Birimin üst seviyelerinde kalınlığı 1-10 m. arasında değişen orta damar (km3) yer almakta olup yer yer işletmeye elverişlidir. Birim üzerine pliyosen yaşlı kayalar diskordan olarak gelmektedir.

#### ***C- Pliyosen kayalar (Deniz formasyonu)***

##### **1- Tabaka serisi (P1)**

Sarımsı, yeşilimsi ve kahverengimsi renklidir. İnce bir çakıltası seviyesi ile başlar. Diğer bileşenleri, kumtaşı, çamurtaşı ve alacalı killerdir. Serisit pulları içerir.

##### **2- Üst linyit damarı (kp 1-2)**

Kahverengimsi ve siyahımsı renkli, pekleşmemiş görünümlüdür. 50-70 m' lere varan horizon kalınlığı vermesine karşın, çok ara kesmelidir. İşletmeye olanak sağlamaktadır. Isıl güçleri 1500-3000 kcal/kg arasında olup, kül içerikleri %40'ın üstündedir.

##### **3- Tüf-marn, aglomera, bazaltik tüf (P2)**

Bu birim bileşenlerine göre üç ast birime ayrılabilir:

- a) P2a Tüf marn
- b) P2b Andesitik tüf-bazaltik aglomera
- c) P2c Konglomera, varvarlı kil

##### **4- Silisifiye kireçtaşı, tüfit(P3)**

Havzada çok az yüzlek vermektedir. Beyazımsı bejimsi renkte olup silis yumruları içermesiyle belirgin olmaktadır.

#### ***D- Pleistosen Kayalar***

##### **1- Kil, kum, çakıl, tüfit, kireçtaşı (Plt)**

Özellikle sahanın kuzey ve kuzey batısında Bakırçay civarında gözlenir. Beyazımsı bejimsi renktedir. Tarım alanlarını oluşturur.

## **2- Aglomera**

Kırmızımsı, yeşilimsi, kahverengimsi renklidir. Bileşenleri bazalt, andezit ve trakit olup tuf ve tüfit çimentoyla bağlanmıştır.

## ***E- Holosen Seriler***

### **1- Alüvyon (A1)**

Dere boylarında özellikle Bakırçay civarında bol olarak gözlenir. Bloktan kil taneleri boyutuna kadar değişen boyutta ve çeşitli kayalardan türemiş bileşenler içerir.

### **2- Yamaç Molozu (Ymc)**

Sarp yamaçlarda gözlenmekte olup genel olarak temel kireçtaşı (tkm) parçalarından ve parçacıklardan oluşmuştur.

#### **2.2.2. Tektonizma**

Sahadaki mevcut fayların doğrultuları KB-GD, eğimleri 60-90° ve atımları 5-40 m arasındadır. Üretim yapılacak panoların sınırları bu faylar tarafından belirlenmektedir. Pano içlerinde atımları 2-5 m arasında değişen küçük faylar bulunmaktadır.

#### **2.2.3. Damar özellikleri**

Üretilen kömür kaliteli ve orta sert karakterli bir kömürdür. Stamp ortalama kalorisi 4500 kcal/kg civarındadır. Kömürün tek eksenli basınç dayanımı 250-300 kg/cm<sup>2</sup> dir. Damar kalınlığı tektonizmaya bağlı olarak 5-30 m. arasında değişmekte olup, ortalama 15 m'lik bir kalınlık göstermektedir. Damar eğimi 10-25° arasında değişmektedir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi damar kantağındaki tavantaşı marn; tabantaşı ise kildir. Taban kilinin kohezyonu 0-0.9 kg/cm<sup>2</sup> ve içsel sürtünme açısı 14-37 derecedir. Nem ve sudan kolayca etkilenmektedir. Taban kilinin bu özelliğinden dolayı araçlar, taban kiline batma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu nedenle taban kilinin su ve nem ile temas etmemesine özen gösterilmektedir. Tavantaşı marnın tek eksenli basınç dayanımı 900-1100 kg/cm<sup>2</sup> olup, büyük bloklar halinde

göçmektedir. Damar içinde kil ve tuf karakterli 6 adet ara kesme 0.1-0.7 m. kalınlıkta yer almaktadır (Şekil 3). Ayrıca damarın tavana yakın kısımlarında yer yer sileks oluşumlarına rastlanmaktadır.

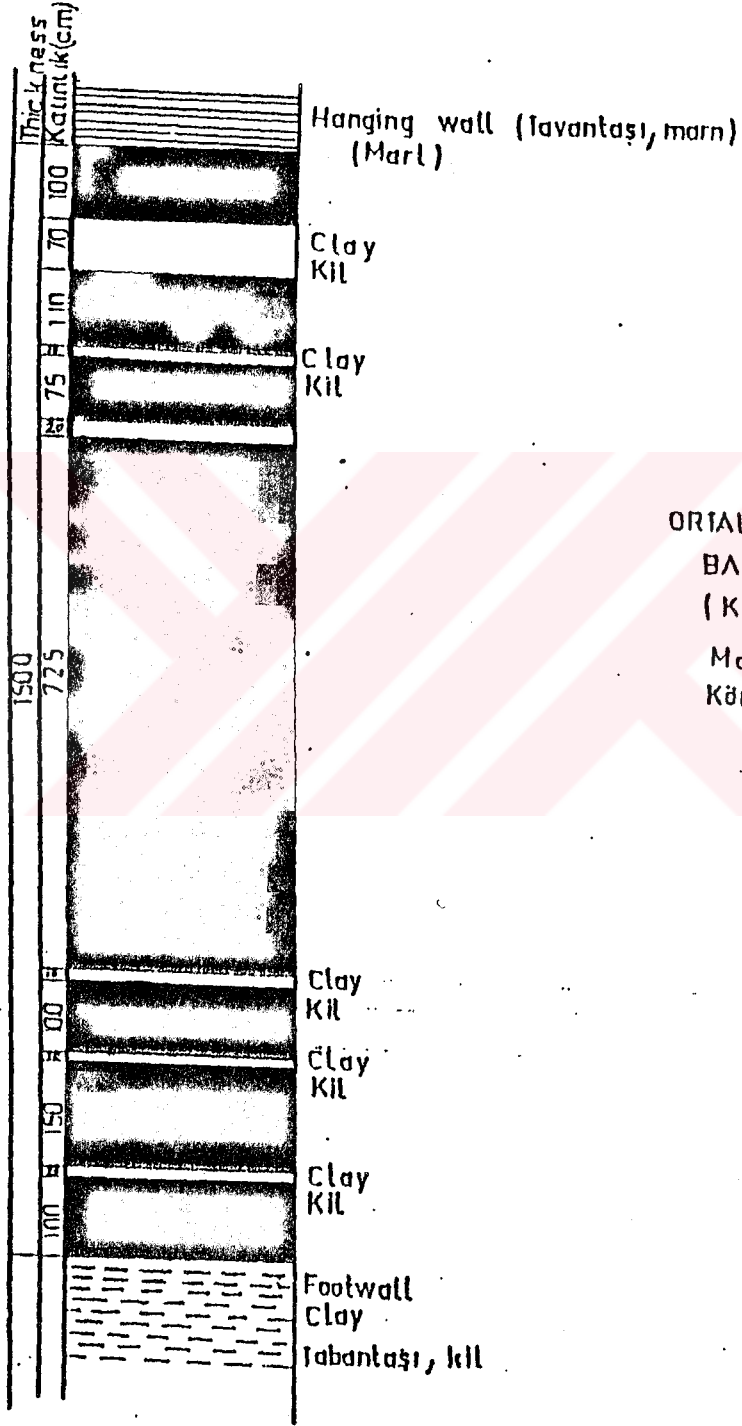
#### **2.2.4. Metan emisyonu**

Havzadaki ocaklar her ne kadar grizulu ocaklar olarak nitelendirilmiş ise de günümüze kadar bu ocaklarda önemli boyutta metan tespiti olmamıştır. Buna rağmen Müesseseye bağlı ocaklarda periyodik olarak metan ölçümü yapılmaktadır. Bu ölçümlerde zaman zaman eser miktarda metan gazına rastlanmaktadır.

### **2.3. Ocağın Mevcut Durumu**

#### **2.3.1. Bugüne kadar yapılan sondajlar ve rezerv durumu**

Eynez-I sahasında bugüne kadar, 47 adedi MTA ve 40 adedi TKİ tarafından olmak üzere toplam 87 adet sondaj yapılmıştır (Tablo 2). Bu sondajlardan yararlanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde 28.187.500 ton görünür rezerv tesbit edilmiştir. Mevcut üretim yöntemi kapsamında hesaplanan işletilebilir rezerv ise 23.270.900 ton olarak belirlenmiştir.



ORTALAMA TEK EKSENLİ  
BASINÇ DAYINIMI  
(Kg / cm<sup>2</sup>)  
Marl = 900 - 1100  
Kömür = 250 - 300

Şekil 3. Damar stampı (Halıcıoğlu, 1993)



Tablo 2.Sahada Yapılan Sondajlar, Kesilen Kömür Kalınlıkları ve Stamp Kalorileri

SONDAJ NO	KOORDİNATLAR			Ana Linyit Damarı km2		İşletme Kalınlığı	Kcal/kg A.I.D.
	Y	X	Z	Tavan Kotu	Taban Kotu		
E-122	46538.8	28318.5	508.39	367.64	350.09	9.10	2824
Ö-16/87	46560.0	28440.0	520.41	360.41	347.41	13.00	3728
1011	46707.7	28418.6	532.61	364.86	350.36	14.50	3716
Ö-27/87	46370.0	28300.0	498.65	379.65	377.25	2.40	3919
E-325	46442.8	28466.5	505.66	369.56	SONDAJ ASKIDA		
Ö-28/87	46355.4	28574.0	509.06	393.06	380.06	10.00	3629
Ö-24/87	46550.0	28599.4	525.18	379.18	361.18	12.00	4333
1010	46473.4	28715.9	517.37	407.37	396.72	10.65	3869
E-120	46000.3	28630.0	518.31	411.91	397.61	10.80	3113
E-114	46150.1	28758.7	495.06	443.36	442.80	0.50	2701
E-102	46336.2	28785.3	511.04	431.70	430.65	1.05	1460
Ö-15/87	45979.0	26937.0	559.34	381.34	357.84	23.00	3229
E-113	46698.6	28654.8	542.35	391.00	379.00	11.75	2786
Ö-17A/87	46314.0	28660.0	536.80				
Ö-32/38	46736.0	28563.0	555.71	402.71	393.71	9.00	3555
Ö-33/88	46614.7	28865.6	546.33	439.83	428.83	11.00	3375
Ö-21/87	46819.1	28727.6	567.73	407.23	387.73	17.10	3460
E-129	46997.4	28241.6	587.31	437.61	410.46	23.45	2954
E-29	46560.0	27966.0	506.34	344.84	342.34	2.50	1790
Ö-10/86	46619.6	27927.5	524.00	332.50	327.90	4.60	4137
E-66	46821.1	27800.2	513.84	311.69	304.64	6.75	2634
EÖ-4	46760.0	27601.6	506.85	256.85	225.40	25.65	3482
E-134	46782.1	27959.5	543.23	334.63	309.38	24.30	2781
E-12	46150.0	27399.0	484.24	360.44	357.64	1.80	2977
Ö-14/87	47284.2	27230.5	592.98	418.88	399.98	18.50	4556
E-118	47421.2	27014.5	628.82	445.32	438.77	6.55	1817
E-101	47364.6	27373.1	615.02	418.80	400.70	17.00	4263
R-4	47280.0	27642.9	592.39	426.19	413.29	12.90	
E-61	47209.2	27719.5	580.53	403.43	389.58	12.00	3785
E-88	47196.0	27172.0	574.38	307.88	293.38	14.50	4318
E-152	47031.2	27339.5	532.19	294.99	271.19	23.80	2958
EÖ-5	47356.0	27328.0	587.82	351.77	321.32	22.85	4016
E-135	47077.4	27546.1	558.57	347.47	322.42	24.95	3577
EÖ-3	47001.0	27587.0	536.01	331.31	304.21	27.10	3828
EÖ-2	47002.2	27788.0	570.42	373.71	353.12	6.70	2260
E-136	46898.9	27739.3	544.24	356.84	322.54	27.60	3069
E-336	46939.7	27963.2	567.11	380.61	357.81	22.80	
Ö-29/87	46948.1	28107.5	579.50	403.50	306.50	17.00	3794
EÖ-1	46840.0	28110.0	567.70	366.00	320.50	17.30	2506
E-110/84	46671.9	29631.2	539.43	357.90	341.55	12.80	3962
E-130/84	46933.5	28308.5	577.28	410.09	391.19	16.95	3315

### 2.3.2. Pazar durumu

Eynez-I yeraltı ocağından üretilecek kömür kriblaj (eleme) tesisinde elendikten sonra piyasaya arz edilmektedir. Kriblajdan çıkan kömür, teshin, sanayii ve termik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Yüksek ısı gücülü ve toplam %0.7 gibi düşük kükürt içerikli kömürler, bilhassa teshin ve sinai amaçlar için tercih edilmektedir. Bu nedenle kömürün % 60'ı teshin ve sanayi amaçlı kullanılmakta, % 40'ı ise termik santrallere verilmektedir.

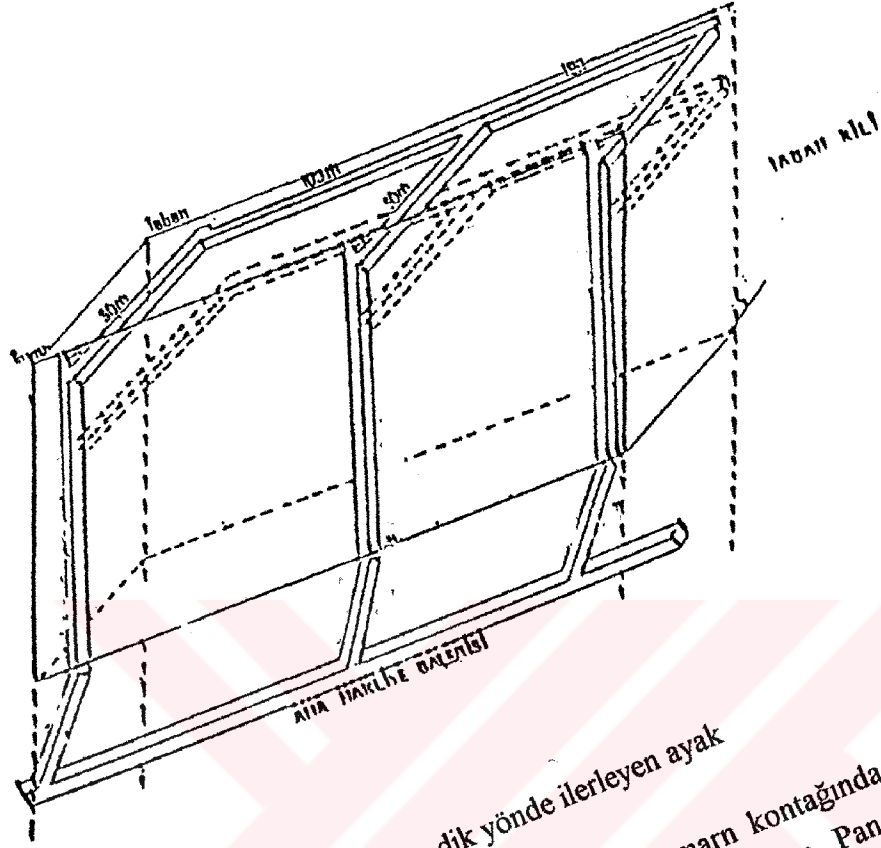
### 2.3.3. Eynez yeraltı ocağında uygulanmakta olan üretim yöntemi

Eynez Yeraltı Ocağında şimdiye kadar uygulanmakta olan üretim yöntemi, genel tanımı itibarıyla "Yatay Dilimli Ara Kat Göçertmeli Uzun Ayak" yöntemidir. Bu yöntemde damar yukarıdan aşağıya doğru 5'er metrelik yatay dilimler halinde üretilmektedir. Taban kilinin (m1) jeomekanik özelliklerinin son derece zayıf olması nedeniyle, ocak hazırlık boşlukları tavantaşını oluşturan marn içinde sürülmüştür.

Pano oluşturulması ve ayak ilerleme yönü bakımından klasik yöntemde iki farklı uygulama mevcuttur:

Birinci uygulama; ayak damar doğrultusuna paralel, ayak ilerleme yönü damar eğimi yönündedir. İki ayaktan oluşan bir panoyu teşkil etmek amacıyla, ana kat galerisinden, damara ulaşmak üzere üç adet yatay galeri (rekup) sürülür. Galerilerin, damarı kestiği noktadan itibaren, tavan taşı bacanın tavanında olacak şekilde, kömür içinde ve damar meylinde üç adet pano başyukarı çıkılır. Bu başyukarılardan ortadaki istihsalin alındığı, diğerleri hava giriş ve dönüş yollarıdır. Bu başyukarılar istenilen kota ulaştığında, tavadan tabana doğru yatay olarak ayak tabanyolları (rekuplar) sürülür. Bu taban yolları taban killerini bulduklarında, tabanı takiben birbirleriyle birleştirilerek ayaklar oluşturulur. Bu yöntemde, ayak boyları istenildiği kadar olabilmekte, fakat pano boyları damar eğimi ve kalınlığına bağımlı olmaktadır (Şekil 4).

İkinci uygulama ise; ayak damar doğrultusuna dik, ayak ilerleme yönü doğrultuya paraleldir. Ayak oluşturulacak kota kadar hazırlık amacıyla biri tavantaşı kantağında diğeri tabantaşı kantağında olmak üzere iki desandre (başyukarı) sürülür. İstenilen kota ulaştığında, damar doğrultusu boyunca tavan



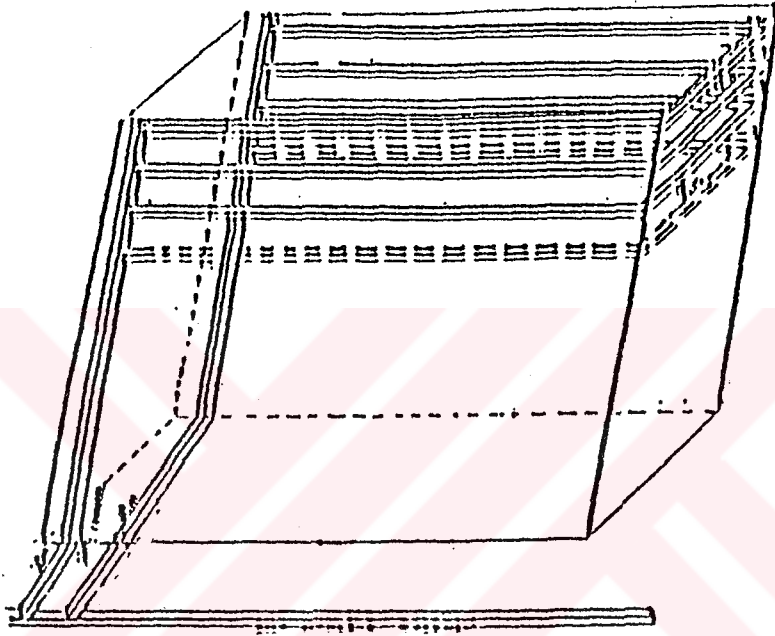
Şekil 4. Doğrultuya dik yönde ilerleyen ayak

ve taban yolları açılır. Tavanyolu kömür-marn kontağında, tabanyolu ise kil ile karşılaşmamak için 1-2 m. kömür içinden sürülür. Pano sınıma gelindiğinde, tavan-taban yolları birleştirilerek ayak oluşturulur. Bu şekilde oluşturulan ayak doğrultu boyunca, geri dönümlü olarak ilerler. Yöntemde ayak boyu, damar kalınlığı ve eğimine bağlıdır. Pano boyu ise, isteğe veya doğal sınırlamalara bağlıdır. Saha oldukça faylı bir bölge olduğu için, genellikle pano sınırları faylar tarafından belirlenmektedir (Şekil 5).

Her iki yöntemde de, dilim kalınlığı 5 m'dir. Bunun 2 m'si aynadan kazılarak, geri kalan 3 m ise arkadan göçertilerek kazanılmaktadır. Bir dilim tamamlandığında 5 m alttan yeni bir pano hazırlanarak üretime devam edilmektedir.

Son zamanlarda, yukarıda açıklanan yöntemlerden ikincisi daha çok uygulanmaktadır. Ayaklardaki kazı işleri delme-patlatma yöntemiyle yürütülmekte, tahkimat olarak hidrolik direk+mafsalli çelik sarma kullanılmakta, nakliyat ise çift zincirli konveyörler ile yapılmaktadır. Pano hazırlığı amacıyla sürülen galeri ve desandreler, delme+patlatma yoluyla kazılmakta ve kazılan malzeme elektro hidrolik kepçeli yükleyici araçlar tarafından zincirli konveyöre yüklenmektedir.

Klasik üretim yöntemi ile yeraltı faaliyetlerinde günde 1 have yani 1.25 m. ilerleme sağlanmakta ve bir ayaktan günlük 281 ton ve dolayısıyla yıllık 98.350 ton kömür üretilmektedir (350 iş günü) (Halıcıoğlu, 1993).



Şekil 5. Doğrultuya paralel ilerleyen ayak

### **3. EYNEZ OCAĞI İÇİN HAZIRLANAN MEKANİZE UZUNAYAK PROJESİ**

#### **3.1. Genel**

Eynez Yeraltı Ocağında projesi hazırlanan ve uygulanması düşünülen mekanize uzunayak yönteminde, pano ve ayakların hazırlanması uygulanmakta olan yöntem ile aynıdır, yani ayakların yatay ve ilerleme yönü doğrultu boyunca oluşturulması planlanmıştır. Bu şekilde oluşturulacak pano boylarının yaklaşık olarak 400 m, ayak boylarının ise 50-60 m. arasında olması ve ayaklarda kazının tek tamburlu kesici yükleyicilerle yapılması, tahkimat olarak ise yürüyen tahkimat kullanılması önerilmiştir. Bu bölümde yöntem ile ilgili yapılan açıklamalar ve kabuller ocağın mekanizasyonu ile ilgili çalışmalardan ve mekanize uzunayak projesinden alınmıştır.

#### **3.2. Pano Hazırlıkları**

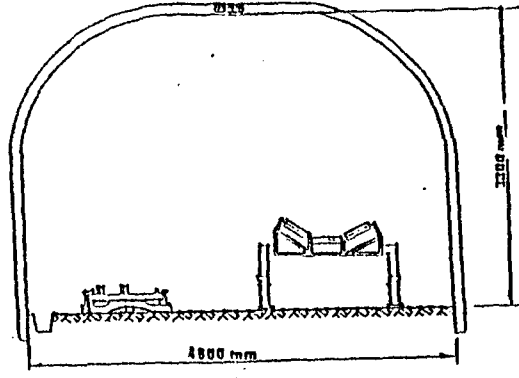
Bir pano oluşturabilmek için yapılacak hazırlıklar aşağıda belirtildiği gibidir:

**Temiz Hava Girişi ve Nakliyat Galerilerinin Hazırlığı:** Temiz hava girişi, kömür ve insan naklinin yapılacağı yollardır. Bunlar pano tavanyolu, panoyu ana nakliye galerisine bağlayan desandre ve galerilerdir. Ayaktan üretilen kömür bu galerilerden nakledileceği için, galeri boyunca konveyör ve bant gibi nakliye üniteleri konulacaktır. Bu yüzden yolların mümkün olduğunca düz olması gerekmektedir. Tavanyolu galerisi kesitleri 14 m<sup>2</sup> olacaktır (Şekil 6).

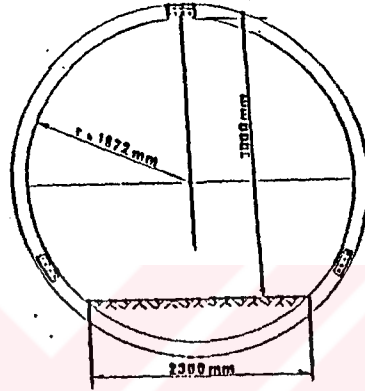
**Hava Dönüş Galerilerinin Hazırlığı:** Ayaktan geçen havanın dönüşü tabanyolundan sağlanacaktır. Daha önceden belirtildiği gibi tabanyolu, tabandaki kilden uzak kalmak için kömür içerisinde sürülecek ve kesiti 10 m<sup>2</sup> olacaktır (Şekil 6).

#### **3.3. Kazı ve Tahkimat**

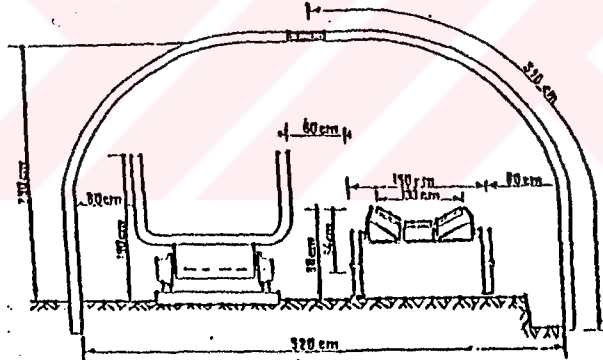
Hazırlanan projede, dilim kalınlığı 7.5 m olarak seçilmiş olup, bunun 2.8 m'si arından, Tablo 3'te teknik özellikleri verilen tek tamburlu kesici yükleyici tarafından, geri kalan 4.7 m'lik kısmı ise tavandan, şildin arka penceresinden göçertilmek suretiyle kazanılacaktır.



TAVAN YOLU KESİTİ

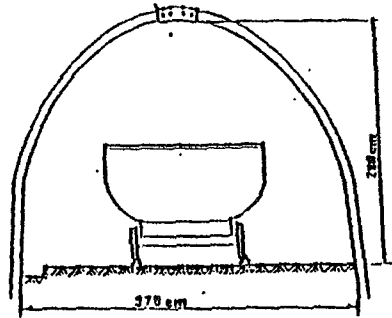


TAVAN YOLU KESİTİ



DESANDRE KESİTİ

ANA MAKİNE GALERİSİ



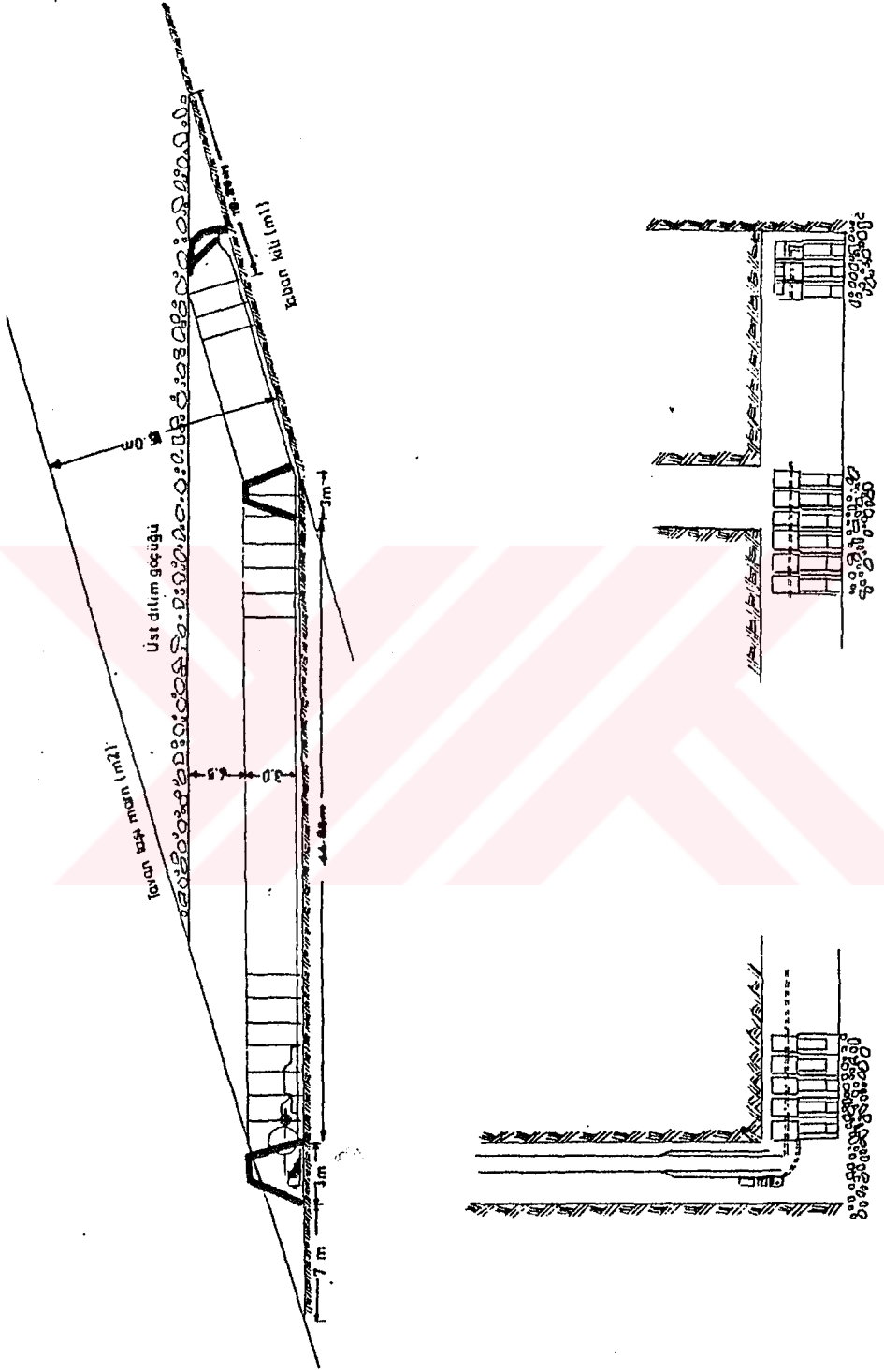
İNSAN VE MALZEME MAKİ GALERİSİ

Şekil 6. Galeri ve desandre kesitleri

Tabandaki köşe kömürünün alınabilmesi için, taban üzerinde bir miktar kömür tabakası bırakılarak kör ayak oluşturulacak ve böylece kömür zaiyatı asgari seviyeye indirilecektir (Şekil 7).

Tablo 3. Tek Tamburlu Kesicinin Teknik Özellikleri

Motor gücü	150 kW
Çalışma gerilimi	1000 V, 50 Hz.
Kesme yüksekliği	1.8 - 3.6 m
Tambur dönüş hızı	32 -39 rpm
Tambur çapı	1500 mm
Kesme derinliği	625 mm
Max. boş yürüme hızı	6.2 m/dak
Ağırlığı	16 ton
Makina gövde uzunluğu	3200 mm



Şekil 7. Yürüyen tahkimatla doğrultu boyunca yatay dilim çalışma metodu

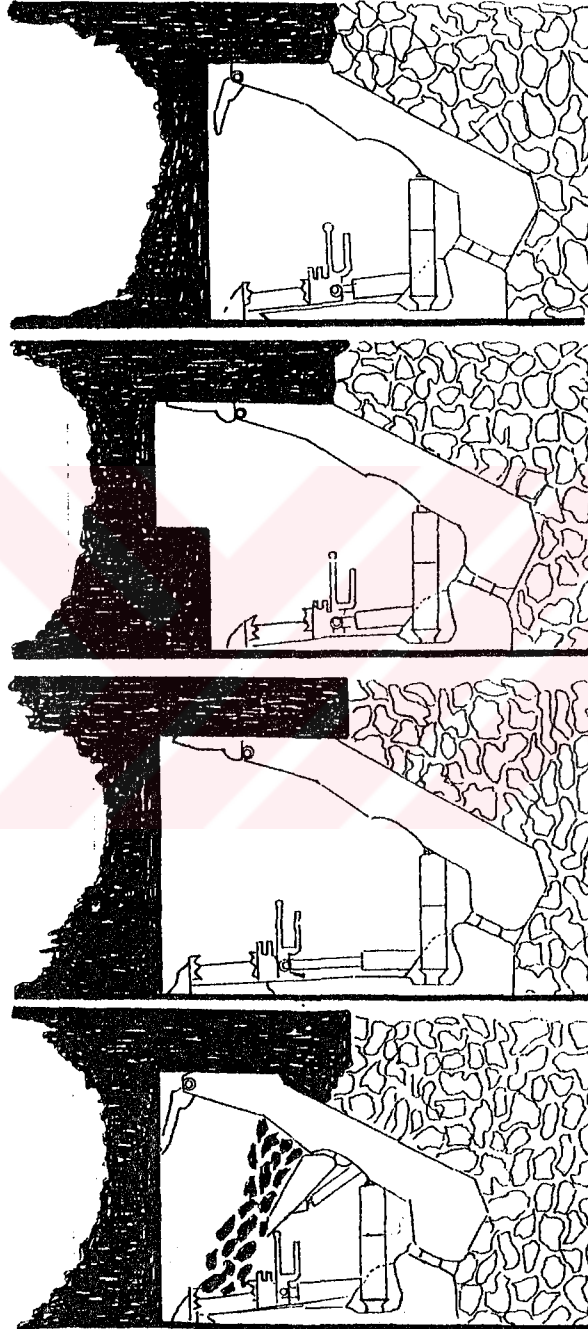


Tavantaşı altındaki köşe kömürü ise tavan yolu boyunca mümkün olduğunca alınacak, kalan kısım ise bir alt ayak göçüğünden kazanılacaktır. Marndan oluşan tavantaşının dayanımlı ve masif sayılabilecek yapıda olması nedeniyle tavanyolundan yapılacak göçertmeler patlatma yoluyla sağlanacaktır.

Tahkimat olarak, tavan pencereci, kalkan tipi yürüyen tahkimat kullanılması düşünülmektedir. Bu tip tahkimatın kullanılmasıyla, ayak içinde bir adet konveyör kullanılacak ve dolayısıyla ayak genişliği, diğer tip yürüyen tahkimatlara göre daha az olacaktır.

Bir havelik kısmın kazılması, tahkimatın ilerletilmesi ve tavan kömürünün alınması Şekil 8'de gösterilmiş olup aşağıdaki adımlardan meydana gelmektedir:

- Makinanın uzunluğu sadece 3200 mm. olduğu için ve tambur, kolu vasıtasıyla gövdeden daha ileride bulunabildiğinden, yeni haveye başlamak için ayak başında cep açmaya gerek duyulmayacak, makina tamburunu tavan yoluna çıkararak kazıya başlayabilecektir.
- Ayna kazısına tavan diliminin kazısı ile başlanacaktır. Makina tavan yolundan tabanyoluna doğru giderken tavan dilimini kesecektir. Tavan dilimi kazısı yapıldıkça, şildin uzatılabilir ön sarması açılan boşluğu geçici olarak tahkim etmek üzere uzatılacaktır.
- Makina böylece tabanyoluna geldiğinde, kesici tamburunu aşağıya indirecek ve tavanyoluna doğru yürüdükçe taban diliminin kazısını yapacaktır.
- Böylece bir kesim tamamlandıktan sonra şiltler aynaya ötelenecektir. Ötelenme sırasında şiltler alçaltılmayacak, sadece sıkılama yükü sıfıra düşürülüp ondan sonra çekme silindirleriyle çekilerek, tavana kontakt bir şekilde aynaya ötelenecektir. Şiltler aynaya ötelenirken, uzatılabilir ön sarma aynı hızla içeri alınacaktır. Böylece tavanda hiçbir zaman tahkimatsız alan kalmayacaktır.
- Bu şekilde iki kez ayna kesimi yapıldıktan sonra, 1.2 m eninde ve 4.7 m yükseklikte ayak boyunca uzanan tavan kömürünün üretimine geçilecektir.
- Bu iş için şiltin sarması üzerinde bulunan pencerelerden, delik delme makinası ile tavan kömürüne delik delinip lağımlama yapılacaktır.
- Tavan kömürü alınırken aynı anda iki şildin penceresinin açılması düşünülmektedir.



① Ayna konveyörü kömür aynasında hazır kesici kesime başlıyor.

② Kesici üst dilim kesimini yapınca flipper yerine geçer.

③ Kesici alt dilimi kesince konveyör aynaya yansır.

④ Tahkimat aynaya dayanır pencere açılır. Tavandaki kömür konveyöre akar.

Şekil 8. Yürüyen tahkimatlarla üretimin aşamaları

### 3.4. Nakliyat

Üretilen kömürün ayak içinden nakli, baştan ve kuyruktan çift tahrikli, ortadan çift sıra zincirli konveyörle yapılacaktır. Konveyör olarak, 400 ton/saat'lik bir kapasite yeterli olmasına rağmen, tavadan kömürün alınması sırasındaki aşırı yüklenmeleri karşılayabilmek için 800 ton/saat kapasiteli konveyör seçilmiştir. Bu konveyör kömürü tavan yolundaki, baştan çift tahrikli 800 ton/saat kapasiteli bir toplayıcı konveyöre (stage loader), toplayıcı konveyörde pano bantına boşaltacaktır. Pano bantı da yükünü, doldurma silolarına iletmek üzere ana nakliye galerisindeki bant konveyöre aktaracaktır. Doldurma silolarından sonraki nakliyenin ise elektrikli lokomotifler ile yapılması planlanmıştır. Trolley hattı işletmede şu anda mevcut olup uzunluğu 2200 m ve taşıma kapasitesi 4500 ton/gün'dür. Kullanılan lokomotifler 80 HP gücünde motorlara sahip olup, hızları 10 km/saat 'tir. Bu nakliye faaliyetinde 5 ton kapasiteli vagonlar kullanılmaktadır.

### 3.5. Havalandırma

Havalandırma şu andaki uygulanan sistemde olduğu gibi üfleyici vantilatör vasıtasıyla yapılacaktır. Hesaplamalar sonucu 100 kW'lık bir motorun havalandırma için yeterli olduğu bulunmuştur. Ocak için gerekli hava debisi  $34 \text{ m}^3/\text{saniye}$ 'dir

### 3.6. Vardiyada Yapılan İşlemler ve Üretim Kapasitesi

Ayakta iki vardiya üretim ve bir vardiya bakım olmak üzere günde üç vardiya çalışacaktır. Üretim faaliyetlerine yönelik genel büyüklükler aşağıdaki gibidir.

Ortalama ayak boyu	:	50 m
Dilim kalınlığı	:	2.8 m aynadan 4.7 m tavadan
Vardiyada kesme sayısı	:	2 kesme $\Rightarrow 2 \times 0.625 = 1.25$ m
Üretim kaybı	:	% 25 (Ayna kazısı, arka göçertme, üçgen topuk)
Tamburlu kesici kesme hızı	:	$2 \times 1.25 = 2.5$ m/gün
Manevra süresi	:	10 dakika (Her kesim arası)

Sözkonusu panoda yürütülen faaliyetlerle ilgili olarak bir kazı vardiyasındaki 480 dakikalık (8 saat) sürenin nasıl kullanıldığı aşağıda açıklandığı gibi hesaplanmıştır.

- a) Kesme süresi (Tamburlu Kesici): 140 dak
- b) Delik delme süresi : 130 dak.
- c) Sıkılama, ateşleme ve bekleme süresi : 30 dak.
- d) Parçalanmış tavan kömürünün kazanılması : 120 dak.
- e) Ocağa giriş, çıkış ve yemek zamanı : 60 dak.

Sonuç olarak; 50 m'lik bir ayağın 1.2 m. ilerleyebilmesi için gerekli süre:

$$140 + 130 + 30 + 120 + 60 = 480 \text{ dakikadır.}$$

### Günlük Üretim

Tamburlu kesicinin bir vardiyadaki kesme kapasitesi:

Ayak boyu x yükseklik x dilim kalınlığı x yoğunluk x % kayıp = kesme kapasitesi

$$50\text{m} \times 2,8\text{m} \times 1,25\text{m} \times 1,5\text{t}/\text{m}^3 \times 0,95 = 249,375 \text{ ton/ vard}$$

Arka kömürü ile birlikte toplam ayak üretimi:

$50\text{m} \times 7,5\text{m} \times 1,25\text{m}/\text{vard} \times 1,5\text{t}/\text{m}^3 \times 0,75 \times 2 \text{ vard}/\text{gün} \cong 1.050 \text{ ton/gün}$  olacaktır.

## **4. EYNEZ YERALTI İŞLETMESİ İÇİN ÖNERİLEN ALTERNATİF KISAAYAK PROJESİ**

### **4.1. Kısaayak Üretim Yöntemi Genel Tanımı**

Kısaayak üretim yöntemi (Shortwall Mining) dünya kömür endüstrisinin tanıştığı en son teknolojilerden birisidir. 1970'lere kadar kömür kazısı martopikör ve delme-patlatma yoluyla yapılmış, kazılan kömür elle veya yükleyici makinalarla yüklenmiştir. Altmışlı yılların sonunda tavan tahkimatında mekanizasyona geçilmesiyle kısaayak üretim yönteminin geliştirilmesi yönünde çalışmalar başlamış ve 1968 yılında Avustralya'da, 1973 yılında A.B.D.'de ilk kısaayak panoları oluşturulmuş ve üretime başlanmıştır.

Kısaayak üretim yöntemi, dikdörtgen şeklindeki bir kömür topuğundan, yürüyen tahkimatların koruması altında, kazı ve yüklemenin Sürekli Kazı Makinası (Continuous Miner) tarafından yapıldığı bir üretim yöntemidir. Bir kısaayak uygulamasının pano boyutları;

Pano uzunluğu : 2000-4000 ft (610-1219 m)

Pano genişliği (Ayak genişliği) : 100-200 ft (30-61 m)

arasındadır. Tavan tahkimatı dışında, havalandırma, üretim makinası ve nakliye araçları sürekli kazı makinasının kullanıldığı oda-topuk yönteminde kullanılanların aynısıdır (Trent, 1982).

#### **4.1.1. Yöntemin seçiminde gözönüne alınması gereken parametreler**

##### **4.1.1.1. Yatak boyutu**

Kısaayak yönteminin uygulanabilmesi için, yürüyen tahkimatların normal uygulama koşullarında etkin ömrü olan 8-10 yıllık bir hazır rezervin olması yeterlidir. Üretim panolarının birbirine bitişik olması tercih edilen bir durumdur.

##### **4.1.1.2. Damar kalınlığı**

Damar kalınlığı, sürekli kazı makinasının en yüksek parçasına bağlı olarak en az 1 ft (0.3 m) olmalıdır. Ayak boyunca dizilen yürüyen tahkimatların, tavan sarması kalınlıkları etkin çalışma yüksekliğini 6-8 inç (152-203 mm) azaltabilir.

Çalışılabilecek minimum damar kalınlığı hakkında değişik fikirler vardır, ancak makinanın manevra kabiliyeti, işçi ve malzemelerin optimum performansı için bu değer 1 ft (0.3 m) kabul edilmektedir. Maksimum çalışma yüksekliği ise, tavan tahkimatının stabilitesi ve arın akmasının kontrol edilebilirliği ile ilgilidir. Bugün, bu sistemin en çok kullanıldığı A.B.D.'de çalışılan en ince damar 3 ft. 8in. (1.12 m) ve en kalın damar 12 ft. 4 in. (3.76 m.) olarak bilinmektedir (Trent,1982).

#### **4.1.1.3. Damar eğimi**

Damar eğimi, sürekli kazı makinası ve mobil ekipmanların çalışabileceği değerden büyük olmamalıdır. Eğim arttıkça yürüyen tahkimatların stabilitesi azalacaktır.

#### **4.1.1.4. Tavan ve taban koşulları**

İdeal tavan ve taban koşulları uzunayak metodunda olduğu gibi çok sert olmayan tavantaşı ve sert tabantaşı şeklindedir. Eğer göçertmeli sistem uygulanıyorsa tavantaşının tahkimatların arkasından kendiliğinden göçmesi istenir. Aksi halde, ayak arkasında büyük boşluklar oluşur ve tavan aniden göçerek ayak için tehlikeli olabilir.

Taban taşının sert olması istenir. Çünkü yumuşak tabantaşı kazıcı makinanın, tahkimat ünitelerinin ve diğer hareketli ekipmanların hareketlerini kısıtlar. Yumuşak tabanda makina-ekipman sürekli batma tehlikesiyle karşı karşıyadır.

#### **4.1.1.5. Derinlik (Örtü tabakası kalınlığı)**

Kısaayak metodu, oda-topuk yöntemi ile birlikte uygulandığında, derin damarların üretiminde uygulanabilecek bir yöntem değildir. Günümüzde kısaayak yöntemi, oda-topuk yönteminde bırakılan topukların kazanılması amacıyla uygulandığında, 200-1700 ft. (70-592 m.) arasındaki derinliğe sahip damarlarda uygulanabilmektedir.

#### **4.1.1.6. İşgücü**

Uzunayakta söz konusu olan işgücü ile ilgili faktörlerin çoğu kısaayak içinde geçerlidir. Tipik bir kısaayak panosunda; bir sürekli kazı makinası operatörü, bir operatör yardımcısı, iki shuttle car (mekik araba) operatörü, bir mekanikçi, iki tavan tahkimatçısı, ve bir adet nezaretçi bulunmaktadır. Ancak pek çok halde shuttle car yerine zincirli veya band konveyör kullanılmaktadır.

#### **4.1.1.7. Havalandırma**

Kısaayağın havalandırma prensibi, uzunayak ile tamamen aynıdır. Panoya hava, cevher ve malzeme nakliyatının yapıldığı galeriden verilir ve ayak içinden geçtikten sonra diğer galeriden panoyu terk eder.

#### **4.1.1.8. Hazırlıklar**

Jeolojik koşulların uygun ve gerekli ekipman elde mevcut olduğu farzedilirse, kısaayak üretim yönteminin başarısında anahtar faktör, panoların planlaması ve hazırlık işleridir. En uygun planlama, yatağın mümkün olduğu kadar birbirine paralel ve yakın panolara ayrılmasıdır. Bu şekilde pano hazırlıkları büyük ölçüde kolaylaştırılır ve ekipman yer değiştirmesi (yeni panoya taşınması) o ölçüde azaltılmış olur.

Optimum pano uzunluğu; 2000-4000 ft. (610-1219 m.) ayak boyu ise 100-200 ft. (30-60 m.)dur (Trent, 1982). Pano uzunluğunu etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- İlave bir panonun hazırlanması için gerekli süre
- Yürüyen tahkimatların bakımı ve diğer panoya taşınması için gerekli süre
- Bakım yapılmaksızın yürüyen tahkimat sisteminin efektif çalışma süresi
- Çalışma bölgesinin değişmesinin çalışanlar üzerindeki psikolojik etkisi
- Pano yollarının ayakta kalma süresi
- Jeolojik faktörler
- Kayaç özellikleri
- Nakliye ve havalandırma olanakları
- Çalışma derinliği
- Hazırlık maliyeti

Ayak uzunluğu, bir kaç önemli faktörün değeriendirilmesi sonucu belirlenir. Bu faktörler, yürüyen tahkimat için yatırım maliyeti, kullanılan nakliye sisteminin tipi ve ana tavanın topuklar tarafından taşınabilirliğidir.

#### **4.1.2. Yöntemin diğer yöntemlere göre avantajları**

Kısaayak üretim yönteminin ilk akla gelen üstünlüğü ekonomikliğidir. İşçilik ve malzemeden tasarruf sağlarken, üretimi ve dolayısıyla kazancı artırır.

Kısaayağın, sürekli kazı makinası kullanılan bir oda-topuk bölümüne göre avantajları şu şekilde sıralanabilir.

- Havalandırma ve toz kontrolünde etkili bir yöntemdir.
- Kazanım yüzdesi daha büyüktür .
- Daha az ekipman hareketlidir, bu yüzden etkin çalışma zamanı daha fazladır.
- Tavan civataları, havalandırma perdeleri, ağaç gibi malzemeler ve bu malzemelerin yüklenmesi ve taşınmasını sağlamak için gerekli işçilikten tasarruf sağlanır.
- Emniyetli bir yöntemdir.

Sistemin uzunayak yöntemine göre olan üstünlükleri ise şöyledir:

- Kısaayağın ilk yatırım maliyeti, uzunayağın 1/3-1/4 'ü kadardır.
- Kısaayakta kullanılan ekipman, tavan tahkimatı dışında oda-topuk yönteminde kullanılan ile aynıdır. Bu sayede bu yöntemden diğerine geçiş yapmak kolaydır.

#### **4.1.3. Kısaayakta kullanılan makina-ekipman**

##### **4.1.3.1. Sürekli kazı makinaları**

Kısaayaklarda kazı sürekli kazı makinası (Continuous Miners) ile yapılmaktadır. Sürekli kazı makinaları uniform kalınlığa sahip yatay cevher yataklarında kullanılır. Bu tür yataklar en yaygın olarak kömürde görüldüğü için sürekli kazı makinaları en çok yeraltı kömür kazısında kullanılmaktadır.

Yeraltı kömür madenleri için ilk sürekli kazı makinası 1948 yılında üretilmiştir. Bir sürekli kazı makinası; bir delici(tavan civatalı sistemde), bir kesme



ünitesi ve bir yükleme ünitesinden oluşur. Makina cevheri kazar ve kazılan malzeme bir zincirli konveyör tarafından makina içinden geçirilerek arkaya doğru nakledilir. Konveyör, malzemeyi bir taşıma sistemine boşaltır, bu genelde lastik tekerli bir araç olan shuttle cardır. Sürekli kazı makinası genellikle 35 - 144 inç (890 - 3660 mm) yüksekliğindeki damarlarda kullanılır. 42 inç (1070 mm) veya daha alçak damarlarda, malzemenin nakliyesi için bridge (köprü) konveyör veya akümülatörlü araçlar kullanılabilir (Fitzgerald. 1982).

#### 4.1.3.1.1. Sürekli kazı makina çeşitleri

Sürekli kazı makinaları kullanım amaçlarına göre ekseriyetle iki tipte imal edilirler:

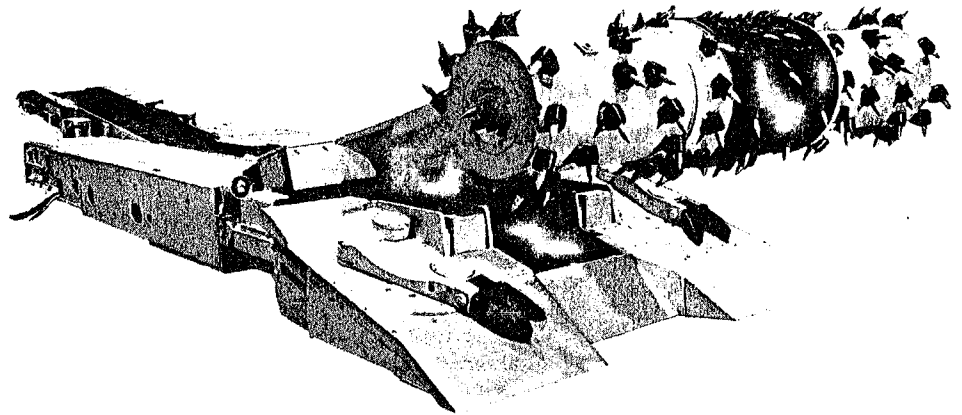
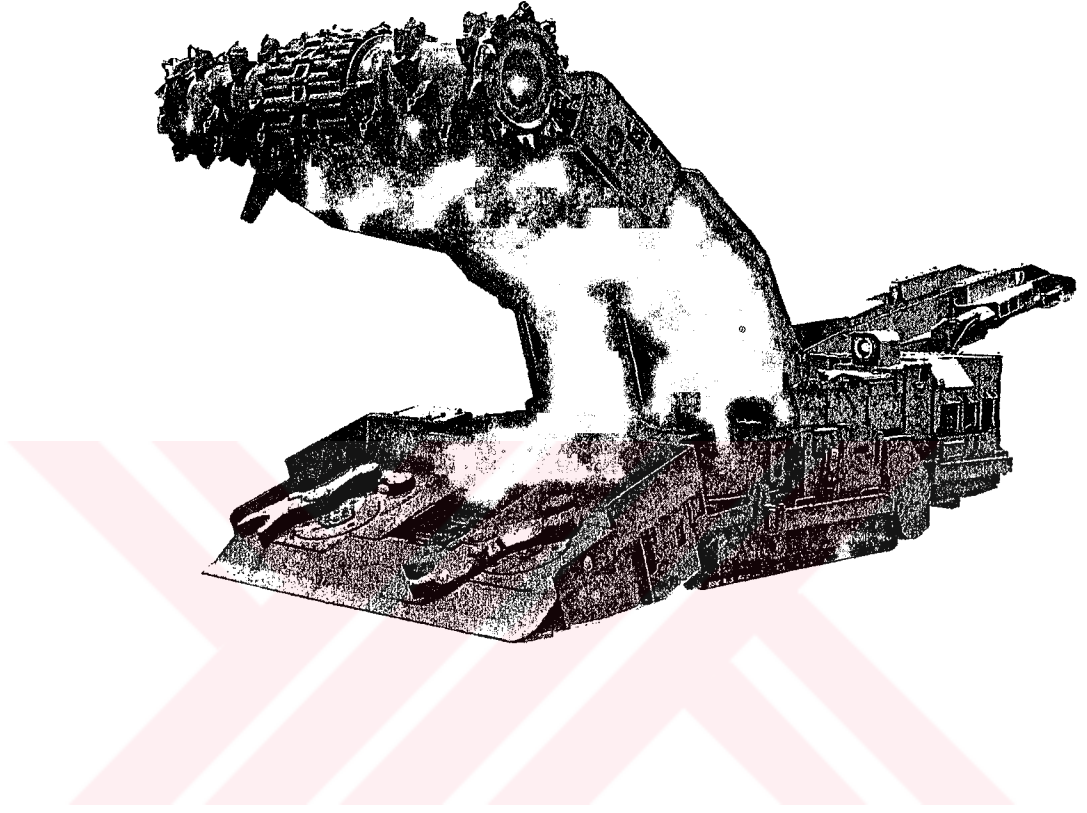
- 1) Tambur tipi sürekli kazı makinaları
- 2) Burgu tipi sürekli kazı makinaları

Burgu tipi sürekli kazı makinaları genellikle kısaayaklarda kullanılmazlar. Bu nedenle burada tambur tipi sürekli kazı makinalarları üzerinde durulacaktır.

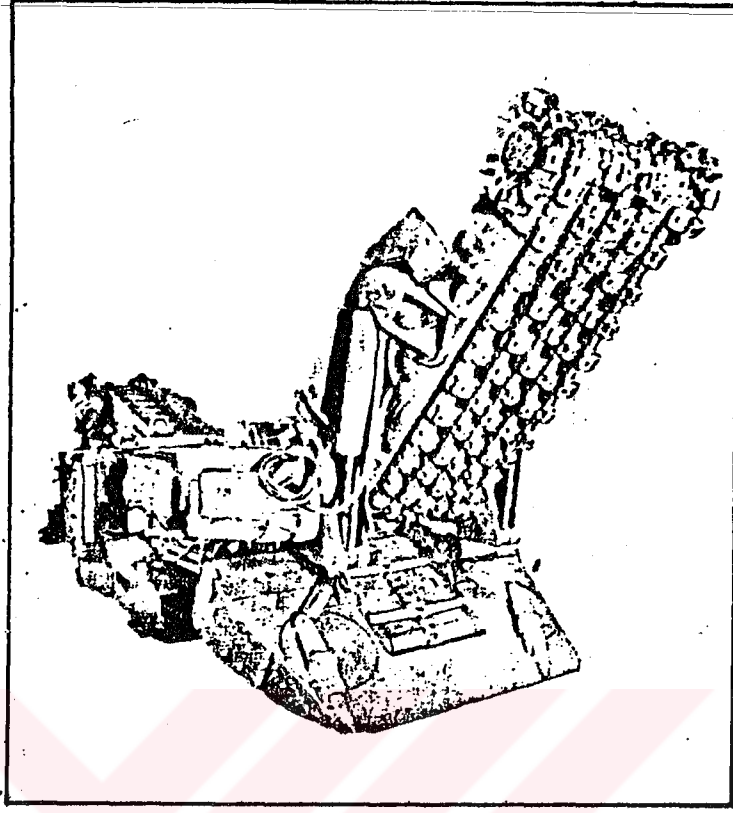
Tambur tipi makinalarda, kesme işini yapan tambur baştan başa kesici elemanlar (keski) ile donatılmıştır (Şekil 9). Genelde birden fazla A.C. elektrik motoru kullanılmakta olup, kazı tamburlarına iletilen hareketin hızı dişli sistemleri ile azaltılır.

Bazı tambur tipi makinalarda kesme işlemini kesici uçlarla (bits) donatılmış zincirler yapar. Bu tip sürekli kazı makinalarına Ripper Miner adı verilir (Şekil 10). Zincirler tambur üzerine belirli aralıklarla dizilmişlerdir ve tambur ile tahrik ünitesi etrafında dönerler. Bu makinalar genellikle ince damarlarda kullanılırlar.

Tambur dönüş yönleri genellikle yukarıdan aşağıya doğrudur. Bu nedenle önerilen uygun çalışma yöntemi, makinanın kazı kolunu maksimum yüksekliğe kadar kaldırmak, makinayı bir kazı dilimi kalınlığı kadar ileri alarak tamburu damara batırdıktan sonra, arını yukarıdan aşağıya doğru tabana kadar kazmak şeklindedir. Bir kazı dilimi kalınlığı (makina havesi), tambur çapına, kesilen malzemenin özelliklerine, taban koşullarına ve operatörün becerisine bağlıdır, ve normal olarak 18-30 inç (460-760 mm) arasındadır. Tambur çapları (kesici uçları arası mesafe) makina şasi yüksekliğine ve kesme yüksekliğine bağlı olarak 26 - 38 inç (660-965 mm) arasında değişir (Fitzgerald. 1982).



Şekil 9. Değişik modellerdeki tambur tipi sürekli kazı makineleri



Şekil 10. Ripper miner tipi bir sürekli kazı makinası

#### 4.1.3.1.2. Sürekli kazı makinalarının özellikleri

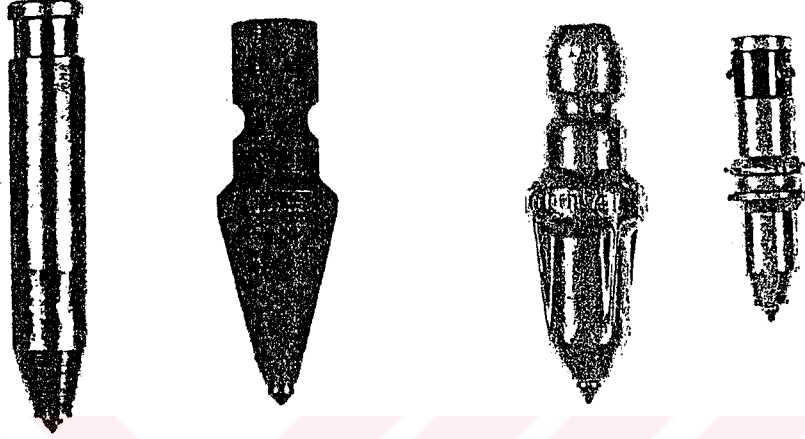
##### a. Keski dönme hızları

Sürekli kazı makinalarında genelde teğetsel tip keski kullanılır. Keski uçlarındaki çevresel hız 2-5.1 m/sn (400-1000 fpm) arasındadır, ancak uygun tane iriliği elde etmek ve toz kontrolü açısından genelde 2.8-3.3 m/sn (550-650 fpm) arasındaki hızlar tercih edilmektedir. Bu hız, makina yüksekliği, tambur çapı, seçilen motor hızı, makina genişliği ve kesilecek malzeme özelliği tarafından belirlenir (Ataman, 1987).

##### b. Keski tipleri

Kesilecek malzemeye bakılmadan, tüm sürekli kazı makinalarında tungsten - carbide keski kullanılır. En yaygın kullanılan keski tipi kendi kendini sivrilten tiplerdir ve bunlar konik bir vuruş (attack) açısına sahiptir. Şekil 11'de çeşitli tip ve boyutta keski görülmektedir.

Konik keskinin kendi kendine sivirtme özelliklerini sürdürebilmeleri için, tutucularda kolayca dönebilmeleri gerekir. Keskinler, tavanda ve tabanda kumtaşı v.b. sert malzemelerle ile temas ettirilmemelidir.



Şekil 11. Sürekli kazı makinalarında kullanılan çeşitli keski tipleri

#### c. Malzeme transfer mekanizmaları

Sürekli kazı makinalarında, aynadan kazılan malzeme, bir zincirli konveyör vasıtasıyla makinanın altından geçerek bir taşıyıcıya yüklenir. Kazılan malzemenin yüklenmesinde iki tip alet kullanılır. Birincisi ve en yaygın kullanılanı, toplayıcı kollar, diğeri ise dönen diskler üzerindeki ribler vasıtasıyla malzemenin yüklenmesidir.

Makinaların ekseriyeti, yanlara dönebilen bir arka konveyörüne sahiptir. Bu konveyör hidrolik silindirler yardımıyla her iki yöne doğru  $0.79$  rad ( $45^\circ$ ) lık bir dönüş sağlayabilir. Bu kuyruk konveyörü sayesinde makinalar, shuttle car, ramcar veya bir sürekli (continuous) taşıma sistemine yükleme yapabilirler.

Sürekli kazı makinalarında kullanılan tüm konveyörlerin yükseklikleri hidrolik silindirler yardımıyla ayarlanabilir. Bu sayede, sürekli kazı makinası değişik yükseklikteki nakliye araçlarına boşaltma yapabilir.

#### d. Yürüme sistemleri

Bütün sürekli kazı makinaları kendi yürüme mekanizmalarına sahiptir. Bu makinalarda değişik kontrol sistemleri ile, ileri ve geri düz yürüme, her iki paletin farklı hızlarda dönmesi ile hafif dönüşler ve paletlerin farklı istikamette dönmesi ile

de keskin dönüşler yapılabilir. Birkaç tip sürekli kazı makinası, kesici kafayı aynaya (arına) batırmak için hidrolik silindir kullanır. Buna zincirli kesici tipler (ripper-chain types) örnek olarak verilebilir. Diğer tip makinalar, cevhere kesici kafayı, paletler vasıtasıyla ilerleyerek arına batırır. Kesici kafa arın içinde yeterli derinliğe ulaşınca kadar, makina paletler üzerinde yavaş yavaş ilerler.

#### **e. Güç ve dönme momenti**

Çoğu zaman maden makinalarının performansları hakkında fikir edinmek için, elektrik motorlarının etiket güç değerlerine bakılır. Makina üreticileri bu değerleri bildirdikleri için, makina seçiminde karşılaştırma yaparken bu değerler rahatlıkla kullanılabilir. Fakat, bu karşılaştırma, her zaman sağlıklı sonuç vermez. Güç hesaplanmasında kullanılan metodlar sürekli farklılık gösterir. Bu hesaplama işlemlerinde üreticilerin kullandıkları ortak bir metod yoktur. İçten yanmalı motorlar (Internal combustion engine), maksimum güçlerine göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflama, sürekli kazı makinalarında kullanılan AC elektrik motorları için geçerli değildir. Bu motorlar, kısa süre için elde edilen maksimum güçlerine göre değil normal çalışmaları sırasında verdikleri ve etiketlerinde belirtilen güçlerine göre sınıflandırılırlar. Her elektrik motoru, etiketinde belirtilenden daha fazla güç verebilir. Fakat, bu kısa periyotlar için geçerlidir. Bir AC elektrik motorunun maksimum gücü nadiren belirtilir, fakat motorun meydana getirebileceği maksimum tork'un belirlenmesinde bu güç kullanılır. Sürekli kazı makinalarının esas işlevleri ve kesme prensibi gözönüne alındığında, motor tarafından verilen tork, güçten daha önemlidir.

#### **f. Ağırlıkları ve Boyutları**

Değişik amaçlar için, çok değişik ağırlıkta ve boyutlarda sürekli kazı makinaları üretilmektedir. Bu makinaların bazı modelleri ve özellikleri Tablo 4'de gösterilmektedir. Tablo'danda görüleceği gibi, 760-4270 mm arasında kesme yüksekliğine ve 2440-4720 mm arasında tambur genişliğine sahip sürekli kazı makinaları üretilmektedir.

Tablo 4. Değişik Continuous Miner Modelleri ve Bazı Özellikleri (Fitzgerald, 1982)

Model	Ağırlık (kg)	Şasi Yük. (mm)	Kesme Yük. (mm)	Boy (m)	Şasi Gen. (m)	Kesme Kafası Genişliği (m)	Kesici Uç Hızı (m/s)	Toplam Güç (kW)	Tutunma Basıncı (kPa)	Yerden Yük. (mm)
101MC	20480	610	760-1220	9.69	2.60	3.05	2.59	210	165	152
120L	36000	710	970-1980	10.03	2.74	3.35-4.72	3.84	330	181	127
120M	43000	940	1190-2340	10.05	2.56	3.29-4.57	2.87-3.89	410	207	178-229
120H	46000	1170	1420-3050	9.98	2.65	3.29-4.57	2.87-3.89	450	207	229
120HR	59100	1520	1780-2970	10.18	2.77	3.29-4.57	1.86	450	248	279
11CM-1A	36000	810	1070-2290	10.49	2.51	3.29	3.02	400	172	152
11CM-2A	37300	910	1170-2440	10.55	2.51	3.29	2.97	400	176	254
12CM3	41000	910	1170-3050	10.00	2.59	3.29-4.72	3.02	400	172	229-330
12CM4	43000	1270	1520-3660	10.00	2.97	3.29-4.72	3.02	400	186	330
12CM5	36000	910	1170-3050	10.00	2.44	2.62-3.05	2.99	280-340	152	229-330
12CM11	39700	910	1170-3660	10.00	2.59	3.29-4.72	2.87	400	169	229-330
14CM3	35000	660	890-1830	9.94	2.83	3.35	2.27	260	157	152
14CM4	35000	640	890-1830	9.94	2.83	3.35	2.97	260	157	152
14CM5	35000	690	940-2290	-	-	3.29	2.97	330-390	157	152-229
15CM	28300	560	810-1830	-	2.19	2.63-3.05	3.23	250-280	152	152
12HM	46000	1120	1370-3660	10.24	2.44	2.59	3.36	400	193	318
CM245	24000	610	860-1370	9.65	2.54	3.05	3.18	220	124	152
CM285	30000	710	970-1980	10.03	2.66	3.05	2.97	320	138	152
CM285E	30000	710	970-1980	10.03	2.66	3.05	2.97	290	138	152
HH265	31000	790	1040-1930	9.89	3.12	3.28	2.65	220	141	165
HH386	37000	970	1220-2970	10.08	2.21	2.44 min.	2.54	340	172	178
HH106	38500	970	1220-3070	10.06	2.51	2.94	2.54	340	179	178
HH115	39500	1240	1500-3580	10.13	2.44	2.94	2.54	340	186	279
HH455	44000	1350	1600-3250	10.73	2.62	3.15	2.77	340	196	279
HH606	46000	1780	2030-4270	10.69	2.68	3.12	2.77	340	210	279
3080LP	39400	970	1220-2440	10.12	2.68	3.35	2.74-3.07	370	193	152
3080HP	39600	1300	1550-2440	10.12	2.68	3.35	3.18	370	193	229
5012N	50000	1100	1350-3660	10.18	2.59	2.59	3.18	370	193	229-305
5012S	45000	1300	1550-3660	10.21	2.38	2.59	3.18	370	172	229



### **g. Uygulanabilen formasyon tipleri**

Ekonomik bir aşınma oranı ile kırılmaksızın, malzemeyi vurma ve çarpma yoluyla kıran kesici uçların yeteneğine bağlı olarak basma dayanımları, 10000-15000 psi (68950-103420 kPa) arasında değişen kömürlerden kumtaşlarına kadar değişik malzemeler, sürekli kazı makinaları tarafından kesilebilir. Üretimde kullanılacak sürekli kazı makinasını seçerken, kazılacak malzemenin sertliği ve aşındırıcılığı gözönüne alınmalıdır. Bazı zamanlar fizibilite çalışmalarında, yüksek keski maliyetleri ve kısa ömürlerine bakılmaksızın, o anki ihtiyaçlar göz önünde tutulur. Örneğin; önceden kullanılmış olan yolların ocağın genişletilmesi ve yeni ekipman yerleştirilmesi amacıyla, boyutlarının büyütülmesi gerektiğinde; sürekli kazı makinasının hızlı bir şekilde ilerlemesi, artan keski maliyetleri ve bakım masrafından daha ağır basar.

### **h. Üretim ve yükleme kapasiteleri**

Maksimum (uç) üretim miktarı, tambur tipi bir sürekli kazı makinasının kesme periyodu boyunca olan kısa süreli bir yüksek üretim miktarıdır. Maksimum miktarı; damar yüksekliği, malzemenin sertliği, yabancı madde miktarı, sump derinliği (dilim kalınlığı) ve operatörün yeteneğine göre değişir. Maksimum miktarı, kısa süreli devamlılıklar için 13.6-18.1 ton/dakika değerleri arasında ölçülmüştür. Sonuçta, bu maksimum üretim miktarı, vardiya başına gerçek üretimi vermez. Vardiya başına ortalama üretim makina tipine bağlı olarak 90-900 ton arasında değişmektedir (Fitzgerald, 1982). Gerçek üretim; damar yüksekliği, istenmeyen malzeme miktarı, tavan-taban koşulları ve operasyon randımanına bağlıdır. Üretim miktarının ölçülmesinde en doğru metod, konveyörün boşalttığı malzemenin zamana göre ölçülmesidir. Bu ölçümler, malzemenin konveyörden taşıma sistemine yüklenme zamanını esas alır. Zaman çalışmaları ve kaydedilen veriler saatte yaklaşık 180-360 ton malzemenin konveyörle nakledildiğini göstermiştir (Fitzgerald, 1982). Damar yüksekliği, makina boyutu ve malzeme tipi, üretimdeki değişikliklerin başlıca nedenleridir. Bu değerlerden anlaşıldığı üzere, sürekli kazı makinaları bir vardiyada 1.5 saat veya daha az sürede malzeme yükler. İdeal koşullar altında bir kömür madeninin, en verimli vardiyalarında, 1800 ton'un üzerinde kömür üretilmiştir. Ama bu değer aynı ideal koşullar altında bile sık sık tekrarlanamaz.

Sürekli kazı makinaları, daima ürettiğinden daha fazlasını yükleyebilecek şekilde tasarlanırlar. Konveyör yükleme kapasitesi; konveyör genişliğine, yüksekliğine ve zincir hızına bağlı olarak değişir. Bu oran; 9.1-22.7 ton/dak (10-25 st per min) arasında değişmektedir. Sürekli kazı makinası seçiminde, makinanın yükleme kapasitesi gözönünde tutulmalıdır (Fitzgerald, 1982).

#### i. Kesilen malzeme boyutları

Sürekli kazı makinaları, büyük boyutlu malzeme üretmek için uygun değildir. Makinaların yapısı gereği, kestikleri malzeme ufalanmaktadır. Tablo 5'de farklı yöntemlerle üretilen malzemeler üzerinde yapılan laboratuvar elek analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 5. Değişik Yöntemlerle Üretilen Malzemelerin Elek Analizi Sonuçları (Fitzgerald, 1982)

Boyut (inç)	Ripper Miner (%)	Tamburlu Sürekli Kazı Mak. (%)	Klasik Yöntem (%)
+2	25.0	7.0	37.0
2-1	20.0	15.0	21.0
1-1/2	18.0	20.0	17.0
1/2-3/8	6.0	8.0	5.0
3/8-1/4	7.0	10.0	5.5
1/4-1/8	10.0	14.0	6.5
1/8-1/50	11.0	21.0	6.8
1/50-1/100	1.0	2.0	0.6
1/100-0	1.5	3.0	0.6
Toplam	100.0	100.0	100.0

#### j. Kesme boyutları

Herhangi bir madencilik uygulaması için uygun sürekli kazı makinasının seçiminde gözönüne alınan parametrelerden çalışma yüksekliği ve genişliği aşağıda açıklanmıştır.



### **1) Kesme Yüksekliği**

Tablo 4'den görüldüğü gibi her makina damar kalınlığındaki değişimleri karşılayabilecek şekilde değişken bir kesme yüksekliğine sahiptir. Yeni açılacak bir ocak için bölgede yapılan sondajlardan elde edilen karot örnekleri fizibilite çalışmalarının önemli bir bölümünü oluşturur. Bazı zamanlar makina-ekipman seçiminde özellikle sürekli kazı makinası seçiminde, faal durumda olan komşu ocaklardaki deneme ve tecrübelerden yararlanılabilir. Bu şekilde, bir yada iki işletmeden alınan veriler, kesme yüksekliği bakımından sürekli kazı makinası seçimi için yeterlidir. A.B.D'de yatay ve sert tabantasına sahip bir kaç ocakta, 30 inç (760 mm) kalınlığındaki damarlarda başarı ile çalışıldığı gözlenmiştir. Ancak, pek çok çalışmada, çalışma yüksekliği 35-240 inç (890-6100 mm) arasında değişmektedir. Genellikle 144 inç (3660 mm) üzerindeki damar yüksekliklerinde çok katlı çalışmak gerekmektedir (Fitzgerald, 1982).

### **2) Kesme Genişliği**

Kesme genişliğinin belirlenmesindeki en önemli faktör tavantaşının sağlamlığıdır. Diğer faktörler ise damar yüksekliği ve havalandırma koşulları ile ilgidir.

Sürekli kazı makinalarının çoğu, 8-11 ft (2.4-3.4 m) arasında bir kesici kafa genişliğine sahiptir. Arın genişliğinin daha fazla olması gereken durumlarda, makina birden fazla kesim yapar. Kanunlara göre, makina operatörü tavan tahkimatından ileride bulunamaz. Yani mutlaka bir tahkimat ünitesinin altında çalışmalıdır. Son zamanlarda geliştirilen uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen sürekli kazı makinaları sayesinde, makina tahkimattan daha ileride çalışabilir ve operatör tahkimat ünitesi altında aracı kontrol eder.

#### **4.1.3.1.3. Uygulama alanları**

Sürekli kazı makinalarının başlıca üç uygulama alanı vardır. Bu makinalar, ana yolların hazırlanmasında, uzunayak yöntemine ait taban yollarının sürülmesinde ve kısaayak uygulamalarında kullanılmaktadır.

#### 4.1.3.1.4. Avantajları ve dezavantajları

Sürekli kazı makinalarının diğer sistemlere göre bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Aşağıda bu avantaj ve dezavantajlar sıralanmaktadır.

##### Avantajları

1. Sürekli kazı makinaları daha az personel gerektirir.
2. Üretim/yevmiye oranı yüksektir.
3. Eşit miktarda malzeme üretmek için diğer sistemlerden daha az kazı arını gerektirirler. Dolayısıyla üretilen malzemenin naklinde kullanılan araç sayısı azalır ve dolayısıyla verim artar.
4. Daha az çalışma yüzeyi olduğu için yönetim ve idare buralara yoğunlaştırılabilir (Üretim Konsantrasyonu).
5. Sistemde patlatma işlemi olmadığı için, tavan kontrolü konusunda problem yaşanmaz.
6. Shuttle carlar ve benzer taşıma araçları için, taşıma mesafesi diğer sistemlere göre daha kısadır.
7. Sürekli kazı makinalarının kullanıldığı sistemlerde havalandırma kolaydır.

##### Dezavantajları

1. Makinanın arızalı kalma süresi, üretim miktarını direkt olarak etkiler. Bu sürenin en aza indirilmesi için bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekir.
2. Tabanın yumuşak ve ıslak olması çalışmanın verimliliğini düşürür.
3. Çalışma yerinin eğimli olması sump hızını ve derinliğini azaltır. Buda üretim miktarını etkiler. Çalışma tabanı eğimi 10-12° nin üzerinde olmamalıdır.

#### 4.1.3.2. Nakliye sistemleri

Sürekli Kazı Makinalarından (Continuous mining machine) malzeme taşıma sistemleri daima tartışma konusu olmuştur. Sürekli kazı makinasının bekleme yapmadan nasıl çalışacağı önemli bir sorundur. Bu sorunu halletmek için öncelikle nakliye işleminin halledilmesi gerekmektedir. Nakliye sistemleri kesikli ve sürekli nakliye olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Kesikli taşımaya; shuttle car ve akü ile çalışan diğer taşıyıcılar örnek verilebilir (Ramcar v.s). Sürekli nakliye

kapsamında ise çeşitli modifikasyonlardaki band taşıyıcılar ve zincirli konveyörler sayılabilir. Aşağıdaki bölümlerde bu nakliye sistemleri ayrı ayrı incelenecektir.

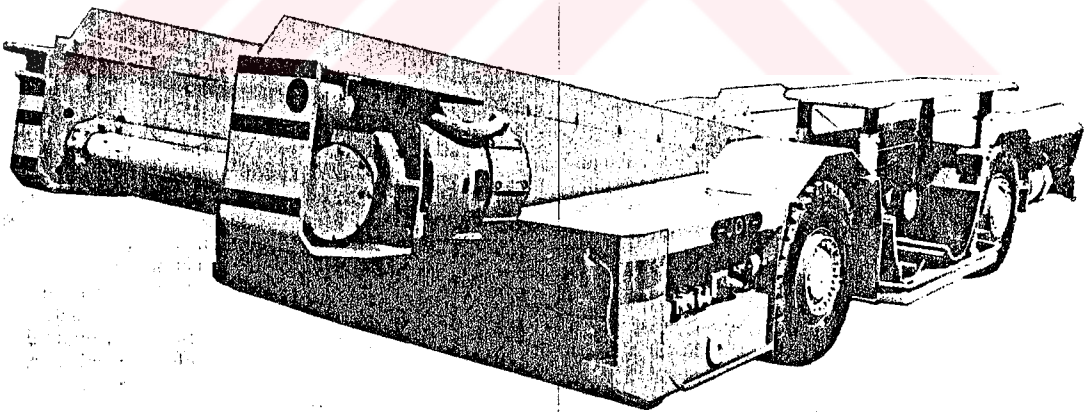
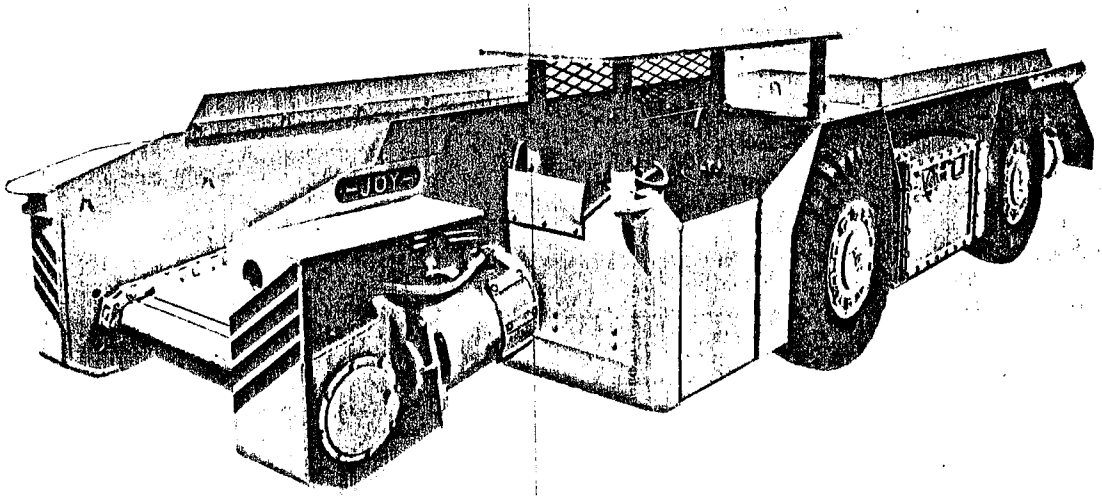
#### **4.1.3.2.1. Kesikli nakliye araçları**

##### **4.1.3.2.1.1. Mekik araba (Shuttle car)**

Shuttle car, yeraltı kömür madenleri için özel olarak dizayn edilmiş, kendi güç ünitesi bulunan, uzun, alçak, tabanında zincirli konveyörü olan, ray üzerinde veya serbest olarak lastik tekerlekler üzerinde hareket eden bir arabadan ibarettir (Şekil 12). Shuttle car, bir yeraltı işletmesinde ilk olarak 1938 yılında Joy Firması tarafından geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Yürüme mekanizması, aracın yanlarına yerleştirilmiş olup yük merkezde taşınır. Araba, bir yükleme makinası veya sürekli kazı makinası tarafından yüklenirken ve bir bant konveyöre veya bir arabaya (Mine car) yükünü boşaltırken, yük orta kısımdaki zincirli konveyör tarafından hareket ettirilir. Shuttle car, çalışma bölgesi ve boşaltma noktası arasında, dönmesi gerekmeden ileri geri hareket edebilir. Shuttle car'ın yürüme ve konveyör motorları eşzamanlı olarak üç bilgisayar tarafından kontrol edilen, elektrik kesiciler (Stoppers) tarafından kontrol edilir.

Çekme (yürüme) motorlarının herbiri shuttle carın bir tarafına monte edilmiştir. Her motor, hidrolik güç sağlayan bir hidrolik pompa ile kendi tarafındaki iki tekere direkt olarak bağlıdır. Bu araçlar 4 tekerden çekişlidir ve 4 tekerde dümenle döndürülebilir.

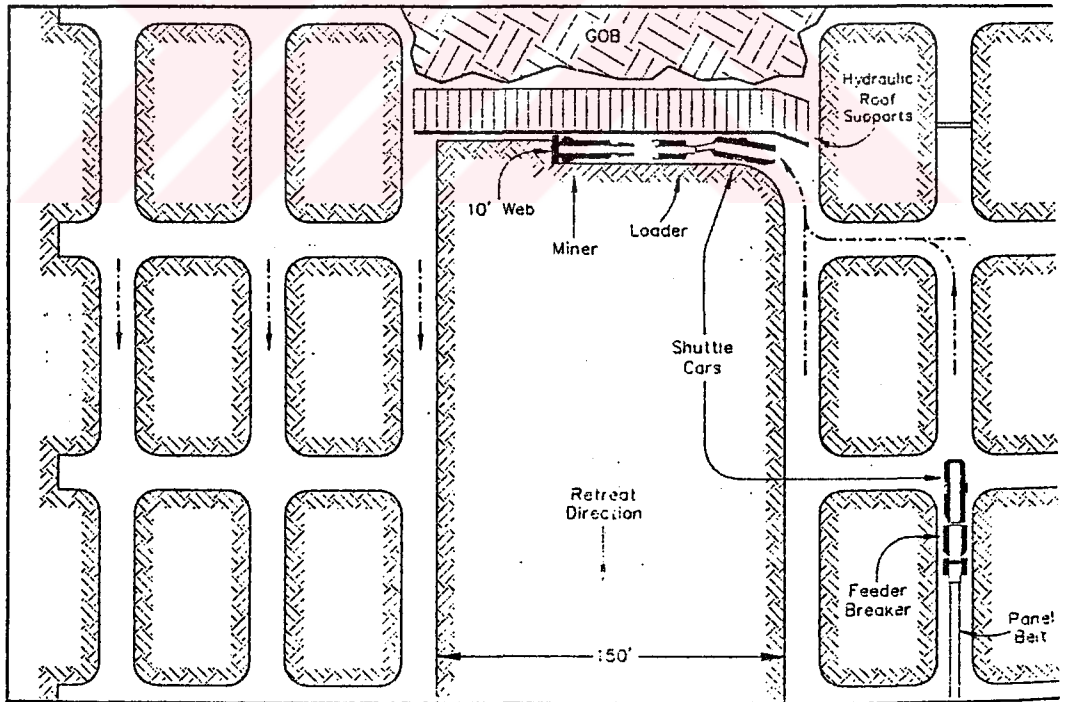
Tipik bir shuttle car, kendi uzunluğunun 1,3 katından az olmayan bir kurp (dönme) yarıçapına sahiptir. 710 -2030 mm yüksekliğinde ve 7600 - 8800 mm uzunluğundaki bir araçta nakliye kapasitesi 7-25 ton arasında değişebilir (Walker, 1992).



Şekil 12. Bazı shuttle car tipleri

Kısa ayak üretim yönteminde, bu araçlar ile yapılan taşıma sistemlerinin en yaygın olanı iki shuttle carın kullanıldığı sistemdir (Şekil 13). Shuttle carlardan birisi yükleme noktasına boşaltma yaparken, diğeri arın boyunca kazıcıyı takip eder. Araba arında yüklendikten sonra ayak boyunca gelir ve 90° lik bir açı yaparak taban yoluna döner, ve boşaltma noktasına doğru ilerler. Aynı anda ikinci araba ayak başında, birinci arabanın geçmesini bekler ve birinci araba ayaktan çıktıktan sonra ayak içine girer, kazıcının arkasında yükleme pozisyonu alır. Burada arın (ayak) uzadıkça ölü zaman artar (Erickson, 1982).

Shuttle carın eğimli yollarda kullanılması zordur, üretimde duraklamalar meydana gelir. Yapılan araştırmalara göre 12° den büyük eğimlerde shuttle carın kullanılmasının uygun olmadığı, performansının düştüğü gözlenmiştir (Erickson, 1982).



Şekil 13. İki shuttle carın kullanıldığı bir kısa ayak (shortwall) uygulaması (Hynes, 1989)

### ***Seçim Kriterleri:***

Bir madende, shuttle car uygulamasında gözönüne alınacak ilk nokta, emniyetli bir şekilde en büyük shuttle carın kullanılabilmesidir. Tüm üretici firmalarda, araçların, boyutları ve kapasitelerine göre çalışabilecekleri alanın sınırları mevcuttur (Dönme açısı, çalışma yüksekliği v.s.). Shuttle car için sağlanacak gücün tipi, eğim koşullarına ve madenin elektrik güç sistemine göre belirlenir. Yatay damarlarda, AC/DC modeller için 250 V DC veya 440-550 V AC, eğimli damarlarda ise 440-550 V AC gerilim ile çalışan çekme motorları en ideal seçimdir. Çekme motorları için gerekli güç aşağıdaki formüllerden ve örnekten yararlanarak kolayca hesaplanabilir (Breithaupt, 1982):

**Sürtünme Direnci (Rolling Resistance) (RR):** 50 kg/t (100lb per st) shuttle car için sürtünme direnci olarak kullanılabilir.

**Eğim Direnci (Grade Resistance) (GR):** Eğim direnci, eğimli bir çalışmada, shuttle carın yerçekimi kuvvetine karşı koyabilmesi için gereken kuvvettir. Eğim direnci, her yüzde bir eğim için 10 kg/t (20 lb per st) olarak alınabilir.

**Çekme Kuvveti (Tractive Effort)(TE):** Çekme kuvveti, tekerlerin döndürülebilmesi için çekme motorlarına verilen güçtür. Bu güç RR ve GR toplamından daha büyük olduğunda araba hareket edecektir.

**Verimlilik (Efficiency) (E):** Bu faktör de çekme motorları için gerekli gücün hesaplanmasında mutlaka gözönüne alınmalıdır.

Çekme motorları için gerekli gücün hesaplanması aşağıda kuramsal bir örnek üzerinde gösterilmektedir.

- Aracın yüklü ağırlığı (W) : 27.2. ton (30 st)
- Hız (km/h) : 4 km/h (1,11 m/s)
- (mph) : 2.5 mph
- Eğim (G) : % 10
- Sürtünme Direnci (RR) : 50 kg/t (100 lbperst)
- Verim (E) : % 85

$$\text{Motor Gücü (kW)} = \frac{\text{TE} \times \text{m/s}}{102 \times \text{E}} \quad \text{Güç (hp)} = \frac{\text{TE} \times \text{mph}}{375 \times \text{E}}$$

$$TE = RR + GR = 50 \text{ kg/t} \times 27.2 \text{ t} + 10 \text{ kg/t} \times \%10 \times 27.2 \text{ t}$$

$$TE = RR + GR = 100 \text{ lbpst} \times 30 \text{ st} + 20 \text{ lbpst} \times \%10 \times 30 \text{ st}$$

$$TE = 1360 \text{ kg} + 2720 \text{ kg} = 4080 \text{ kg}$$

$$TE = 300 \text{ lb} + 600 \text{ lb} = 9000 \text{ lb}$$

$$\text{Güç (kw)} = \frac{4080 \times 1,11}{102 \times 0,85} = 52.2 \text{ kW}$$

$$\text{Güç (hp)} = \frac{9000 \times 2.5}{375 \times 0.85} = 70.6 \text{ hp}$$

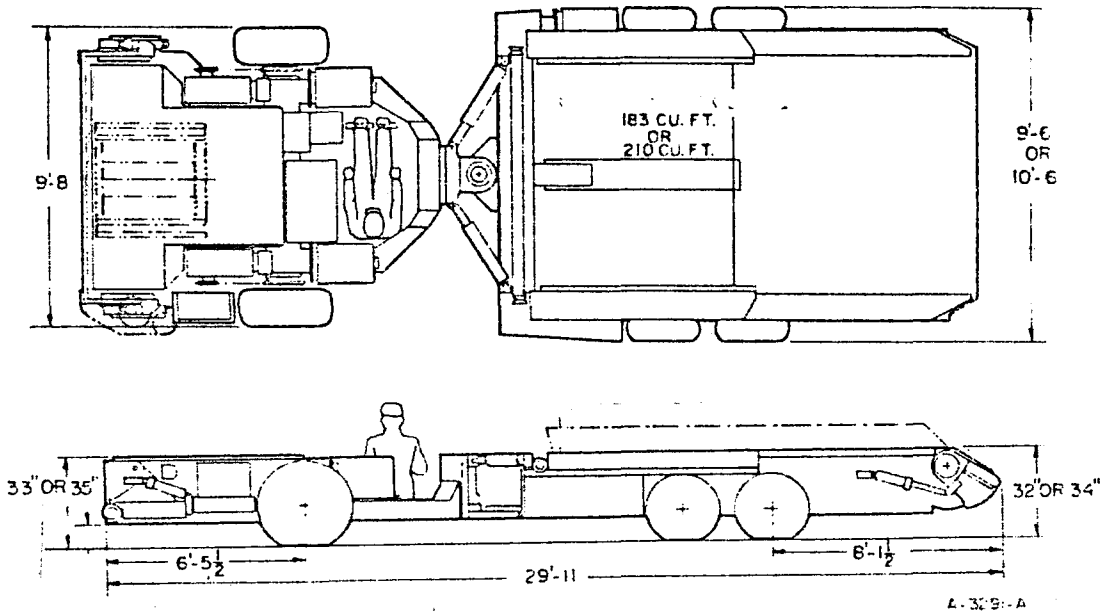
Bir shuttle car, iki çekme motoruna sahiptir. Yukarıdaki örneği ele alırsak, her motor için gerekli güç, 25 kW (35 hp) olacaktır.





#### 4.1.3.2.1.2. Pistonlu araba (Ramcar)

Ramcar, bir taşıyıcı ve bir çekici ünitenin birbirine bağlanmasından oluşan bir araçtır. Her bir ünite iki tekerere sahiptir. Aracın yönlendirilmesi iki hidrolik pistonun çalıştırılması ile gerçekleştirilir (Şekil 14). İki bölüm arasındaki max. açı  $110^\circ$  dir ki bu oldukça zor bir dönme açıdır. Ramcarın uzunluğu eşit kapasiteli bir shuttle cardan daha uzundur. Ama manevra kabiliyeti daha yüksektir. 12.7 ton kapasiteli, 10.3 m uzunluğunda bir ramcar, 4.24 m genişliğinde bir yolda  $90^\circ$  lik bir dönüş yapabilir. Ramcarın shuttle cara karşı başlıca iki avantajı vardır. Birincisi; yük boşaltma hızı yüksektir, ikincisi ise, oldukça yüksek olan manevra kabiliyetidir. Malzeme, yaklaşık 1 ton/saniye civarında bir hızla boşaltılabilir. Bu miktar, normal boyutlarda ve iyi dizayn edilmiş bir skip (asansör) kapasitesine eşittir ve eşit kapasiteli bir shuttle cardan oldukça yüksektir. Bu hız, malzemenin, aracın gövdesinde taşınan bir teleskoplu bölüm tarafından boşaltılması ile elde edilir. Aracın tekerleri, Caterpillar ve MWM firmaları tarafından üretilen 2200 - 2300 dev/dak ve 75-113 kW'lık 6 silindri dizel motorlar tarafından tahrik edilir. İleri ve geri yöne doğru üç farklı hıza sahiptir. Dizel araçların, yeraltında kullanılmasının yasak olduğu ülkelerde, akü ile çalışanları oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Walker, 1992).



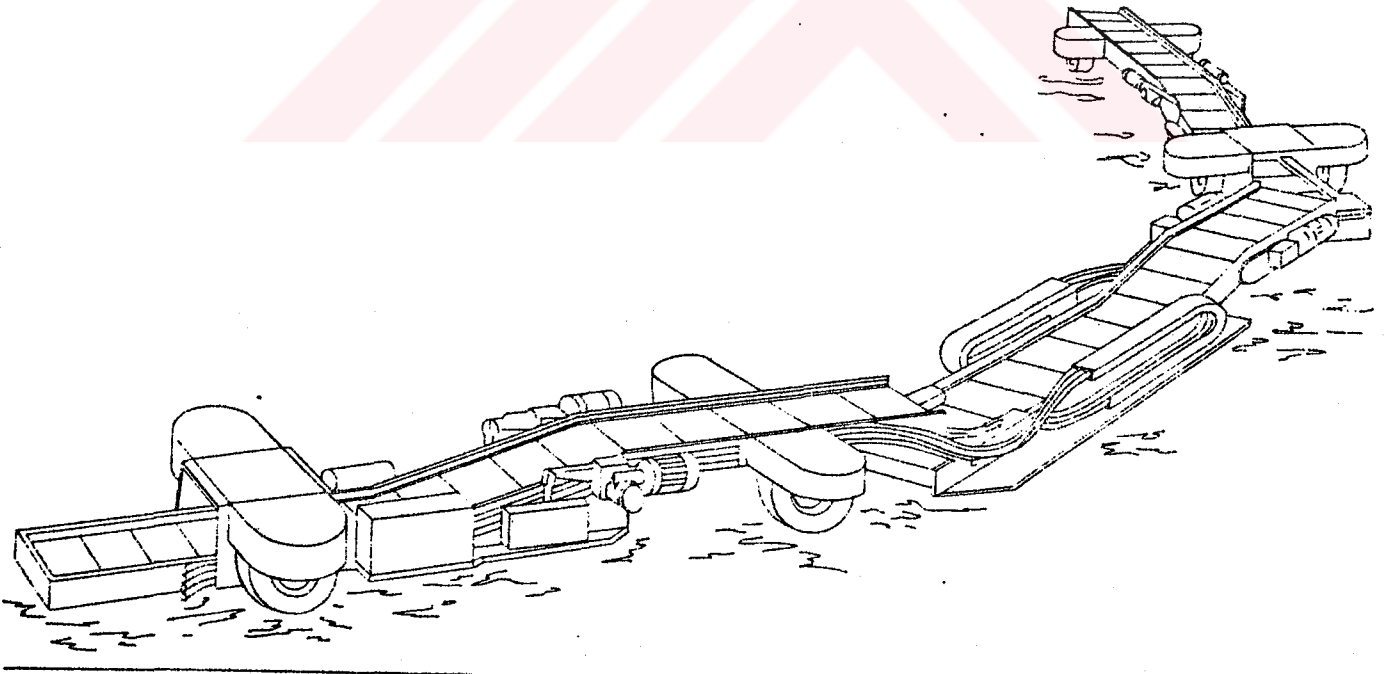
Şekil 14. Ramcar plan ve kesit görünüşü (Walker, 1992).



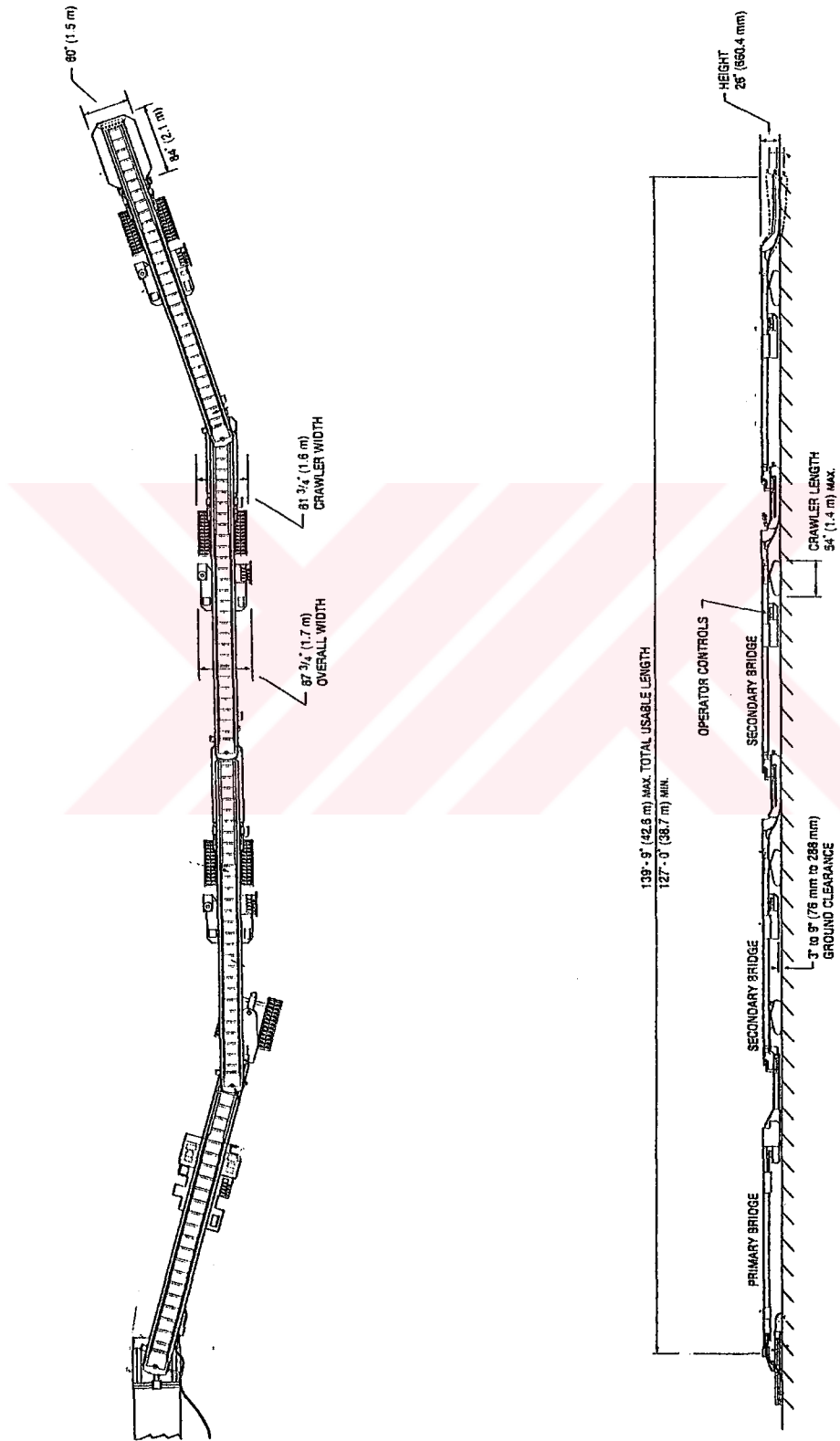
#### 4.1.3.2.2. Sürekli nakliye araçları (Continuous haulage systems)

Bu araçlara, uzayabilir konveyör, bükülebilir konveyör, köprü konveyör ve uzunayaklarda kullanılan arın boyunca uzanan panzer konveyörleri örnek olarak verebiliriz. Sürekli kazı makinasından malzeme nakliyesinde shuttle car kullanımının meydana getirdiği doğal duraksamaların önem kazanmaya başlamasından sonra, sürekli taşıma sistemlerinin geliştirilmesi için çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Köprü (bridge) konveyör bu sistemlerin ilk kullanılanıdır. Bu, pano bantından sürekli kazı makinasına kadar uzanan uzun bir zincirli konveyörden ibarettir (Şekil 15-16). Konveyör, yaklaşık 9-10 m'lik bölümlerden meydana gelen ve birbirine bağlı olan köprülerin üzerine yerleştirilmiştir. Sistem, köprü eklenerek veya çıkartılarak, uzatılıp kısaltılabilir (Chironis, 1981).



Şekil 15. Köprü konveyör (Lastikli) (Chironis, 1981)

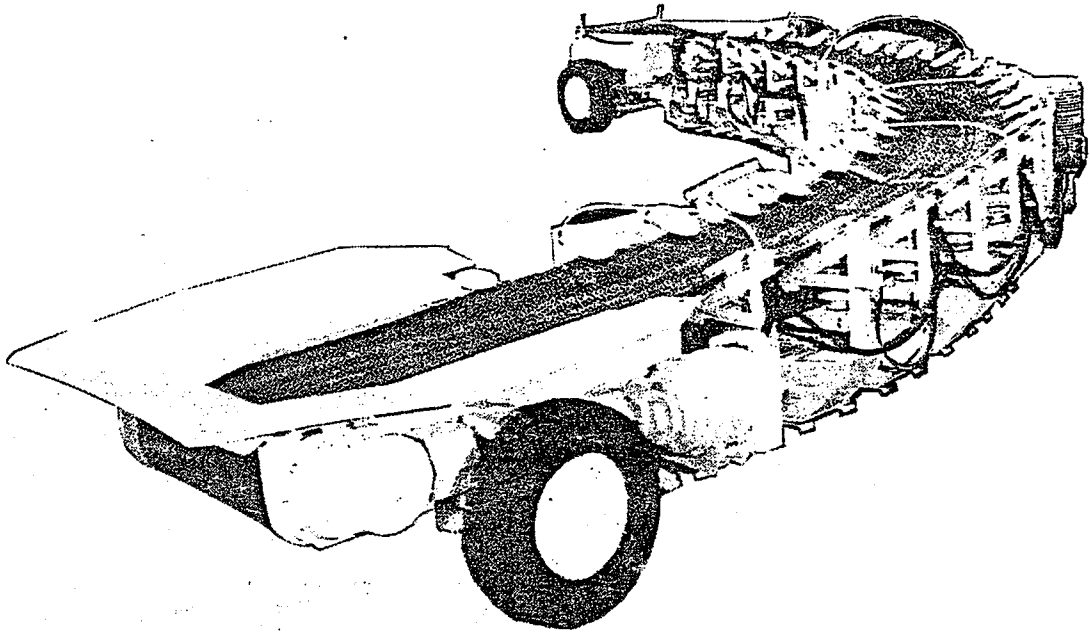


Şekil 16. Köprü (Bridge) konveyör (Paletli)

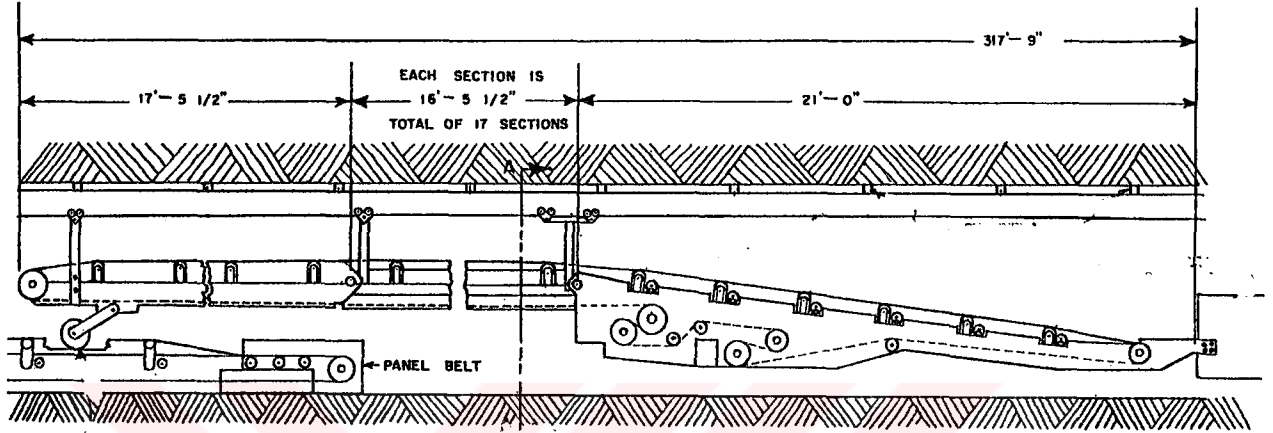
Arın nakliyesi için, köprü konveyör görüşünden, uzayabilir bantlar geliştirilmiştir. Bu sistemin temeli, bir ucu sürekli kazı makinasına bağlı, diğer ucundan uzayabilen bir bant sistemidir. Her ne kadar uzayabilir konveyörler, köprü konveyörlerin gelişmiş şekli ise de kullanımında bir takım kısıtlamalar vardır. Örneğin dalgalı bir zeminde kullanımı zordur.

Köprü konveyörler, dalgalı zeminlerde de kullanılabilirler, bu sistemde tek kısıtlama köprü uzunluğunun seçimindedir. Köprü uzunlukları 10.4-11-14 ve 15.2 m (34-36-46 ve 50 ft) olabilir. Bu kısıtlamanın nedeni de konveyörün, köşeleri rahat bir şekilde dönebilmesini sağlamaktır. Köşeler 60° ve daha küçük açılarla dönülebilir. Ayrıca, köprü taşıyıcıların hızları sürekli kazı makinasının yürüme hızına eşit olmalıdır.

Diğer bir sürekli taşıma sistemi, bükülebilir bant konveyördür. Bant konveyör, sıra halindeki lastik tekerlekli arabaların üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 17). Konveyörün bir ucu kazıcıya bağlıdır ve onunla birlikte hareket eder. Diğer ucu pano bantının üzerinde hareket eder ve malzemeyi pano bantına boşaltır veya bir shuttle cara yükleme yapar. Sistemin hareketi her tekere yerleştirilen motorlar vasıtasıyla sağlanır. Ayak başında 90° lik bir açı yapabilir. Lastik tekerlekli modeller yerine tavana asılarak monoray şeklinde çalışan modelleri de vardır (Şekil 18) (Fiscor, 1994).

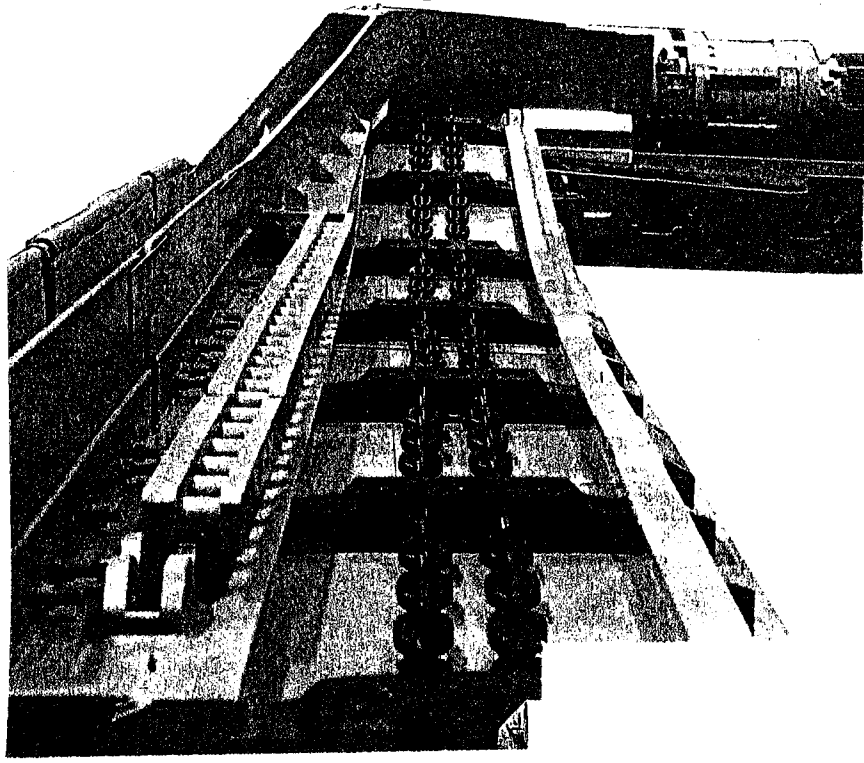


Şekil 17. Bükülebilir (flexible) konveyör (Fiscor, 1994)

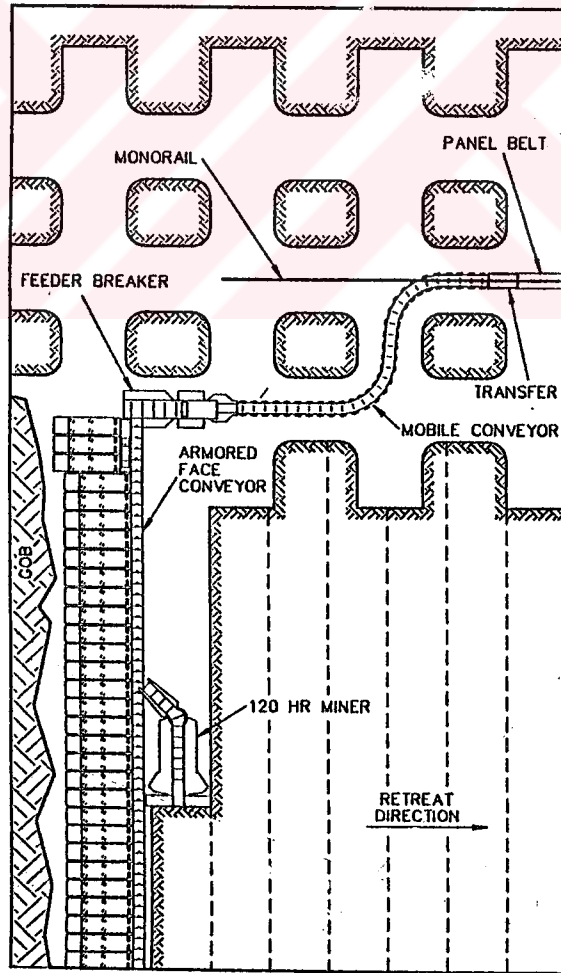


Şekil 18. Monoray konveyör (Erickson, 1982)

Sürekli taşıma sistemi olarak bahsedilebilecek son sistem ise; tahkimat üniteleri ile kazıcı makina arasında, arın boyunca uzanan, uzunayak tipi zincirli arın konveyörüdür (Şekil 19). Bu konveyörün uzunluğu genellikle ayak boyuna eşittir ve kazıcı makina bir sonraki kesime geçtiğinde tahkimat ünitelerine bağlı pistonlar yardımıyla arına yaklaştırılır. Kazıcı makina kazdığı malzemeyi arka kısmındaki L tipi bir olukla direkt olarak zincirli konveyörün içine boşaltır. Zincirli konveyörde malzemeyi ayak başında ya bir kırıcıya yada bir monoray banta boşaltır. Buradan da malzeme pano bantına boşaltılır (Şekil 20) (Erickson, 1982).



Şekil 19 Zincirli Konveyör



Şekil 20. Zincirli konveyörün kısa ayakta uygulanması (Pritchard, 1990)

#### 4.1.3.3. Tahkimat

Kısaayakta kullanılan yürüyen tahkimatının ünitelerinin yük taşıma kapasiteleri 500-600 st. (453.5-544.3 t.) arasındadır. Bununla beraber bu değerlerden daha yüksek dayanım değerleri de elde edilebilir. Efektif çalışma yüksekliği, damar kalınlığından tavan sarması kalınlığının çıkartılması ile elde edildiği için, ince damarlarda tavan sarması kalınlığı önemlidir. Tavan sarmasına, sürekli kazı makinası geçtikten sonra tavanı tutacak şekilde uzayabilir sarmalar yerleştirilmelidir. Genellikle dört direkli olarak imal edilirler. Şekil 21'de tipik bir kısaayak tahkimat ünitesi görülmektedir.

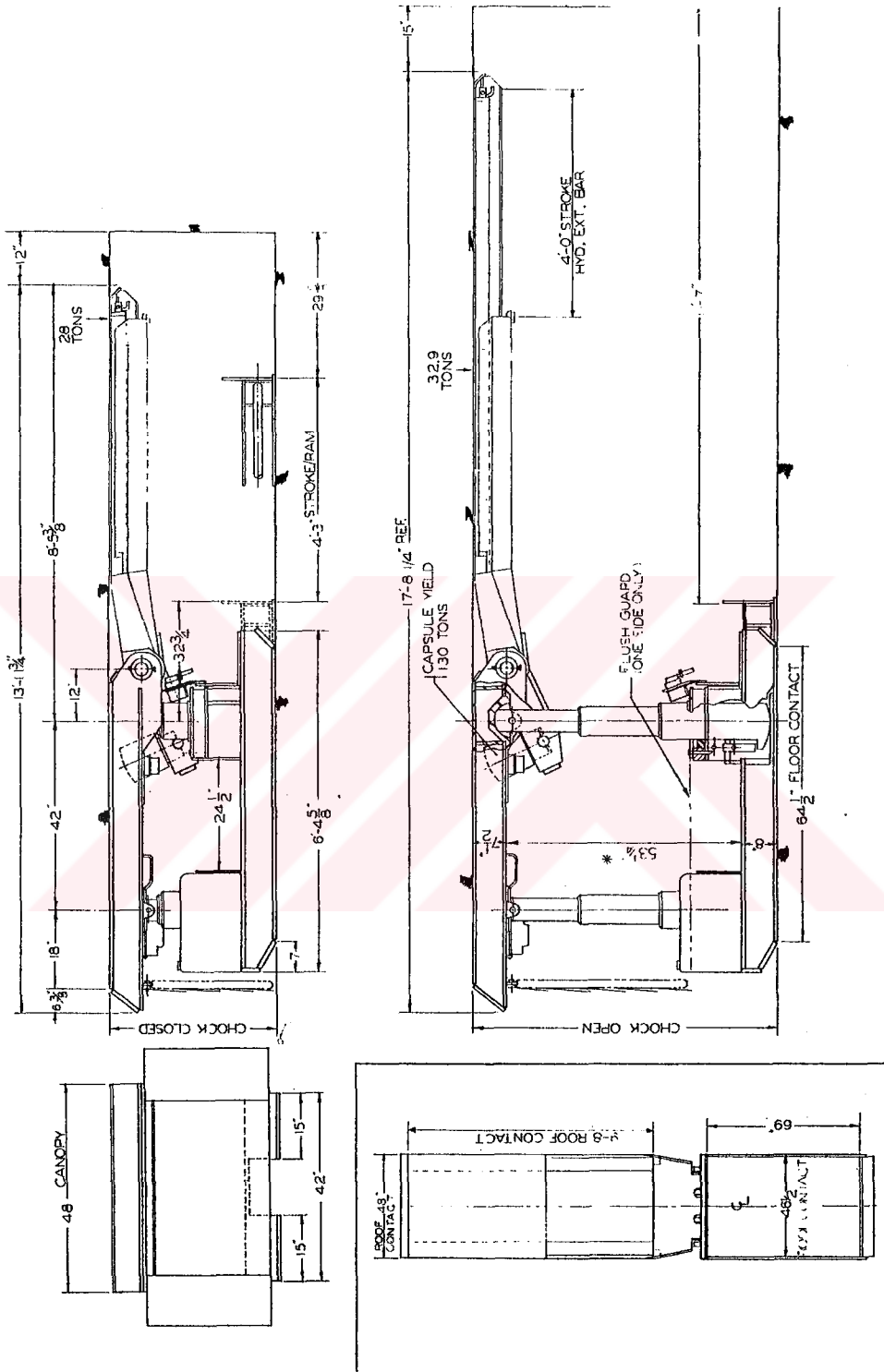
#### 4.2. Proje İçin Önerilen Hazırlıklar

Pano yollarına kadar olan hazırlıklar, mevcut uzunayak projesi ile aynıdır. Farklılık pano tavan ve taban yollarının hazırlanmasında olmaktadır. Tavanyolu 14 m<sup>2</sup> kesitli ve sürekli kazı makinası tarafından açılacaktır. Tahkimat olarak GI profil kullanılacaktır. Taban yolu 10 m<sup>2</sup> kesitli olacak ve yine sürekli kazı makinası tarafından açılacaktır. Tahkimatı ise ağaç tahkimat ile yapılacaktır. İlk ayak oluşturmak için açılan ayak galerisi yaklaşık 6 m genişliğinde ve 2,5 m yüksekliğinde olup kazı işlemi sürekli kazı makinası ile yapılacaktır. Ayak, yürüyen tahkimat üniteleri yerleştirilinceye kadar ağaç tahkimat ile tahkim edilecektir.

#### 4.3. Kazı ve Tahkimat

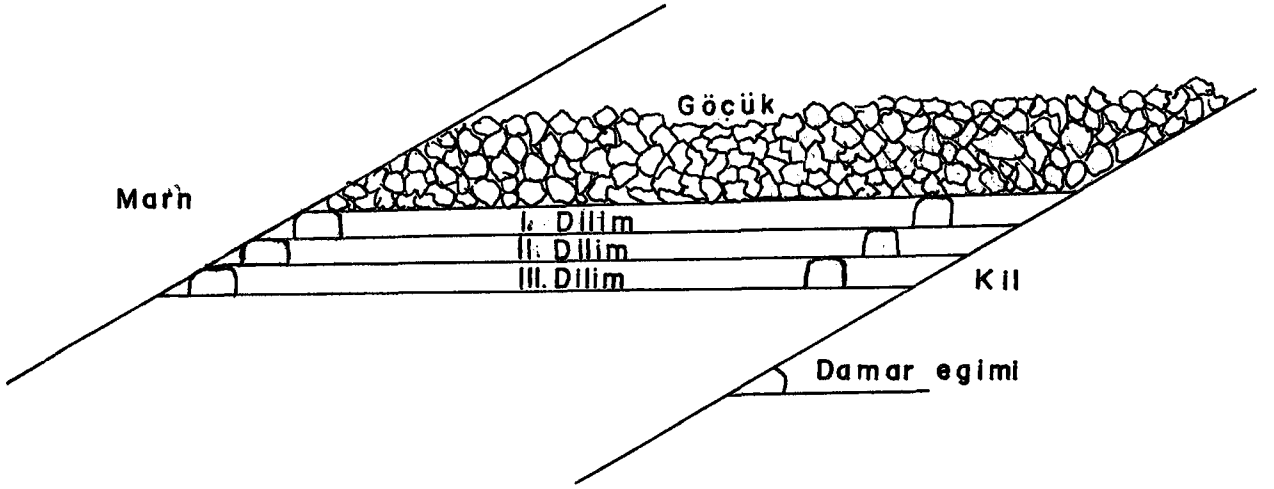
Ayakta kazı işlemi tambur tipi sürekli kazı makinası, tahkimat ise yürüyen tahkimatlarla yapılacaktır.

Yöntem olarak eğimli ayakta çalışmanın sakıncalarından dolayı şu anda uygulanan sistemde olduğu gibi yatay ayaklar oluşturulması öngörülmüştür. Ancak arkadan göçertme yoluyla üretim yapılmayacak, kömürün tamamı aynadan kazılmak suretiyle kazanılacaktır (Bu yöntemde arkadan göçertme yoluyla üretim yapmak her zaman mümkündür. Göçertme ile üretimin yapılmaması, kayıpları minimize etmeye dayanmaktadır). Dilim kalınlığı seçilen sürekli kazı makinasının maksimum yüksekliği olan 2,5 m alınmış olup dilim bittiğinde hemen altından bir pano daha hazırlanacaktır. İki dilim arasına yalancı tavan oluşturabilmek ve



Şekil 21. Tipik bir kısaayak tahkimat ünitesi





Şekil 22. Kısa ayak panosu kesit görünümü

kömüre taş karışmasını önlemek amacıyla üst dilimin arkasından çelik hasır serilecektir (Gereğinde bu hasırdan vazgeçilerek, mevcut yöntemle benzer uygulamalara geçmek mümkün olabilecektir). Çelik hasır üç katta bir serilecek ve diğer iki katta aynı hasır altında çalışılacaktır.[EE1]

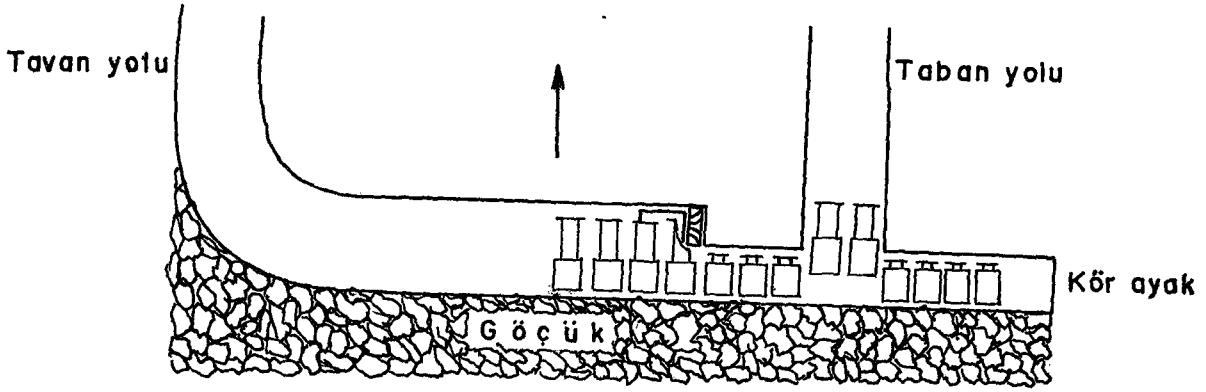
Ayaklar, arada kot farkı kalmadan oluşturulduğu için tavan ve taban kısmında üçgen topuk kalma problemi ortadan kalkacaktır. Bu sayede uygulanan yöntemde ve hazırlanan projede en büyük dezavantajlardan biri olan taban kısmında kömür kaybı minimuma inecektir.

Her ne kadar mevcut projede bu taban kömürünün alınması için damar meyilinde kör ayak oluşturulması öngörülmüş ise de bunun uygulanması oldukça zor gözükmektedir.

Kömürün tabantaşı kil olduğu için kömür kontağında sürülmesi gereken taban yolu, kil kabarması problemine karşı 2-3 m kömür içinden sürülecek ve kalan kömürün alınabilmesi için yatay kör ayak oluşturulacaktır (Şekil 22).

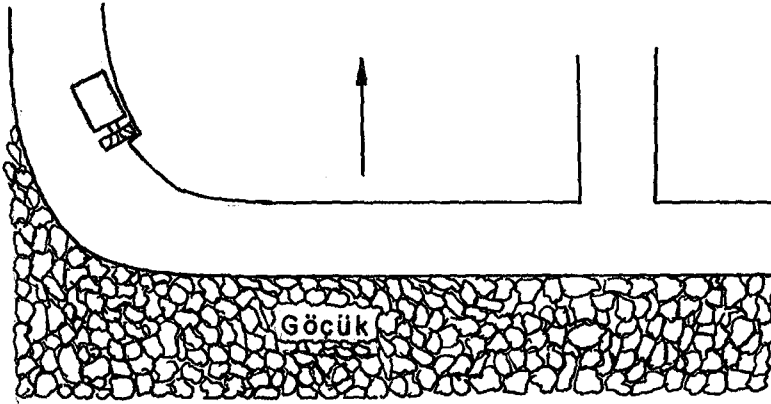
Sürekli kazı makinası kazı işlemine tavan yolundan başlayıp tabanyoluna kadar devam edecektir. Tabanyoluna geldikten sonra makina buradan geçecek ve kör ayağı da sonuna kadar kestikten sonra geri tavanyoluna dönecektir. Sürekli kazı makinasının kesim esnasında tabanyolundan geçebilmesi için, makina taban yoluna yaklaştığında tabanyolu boşluğuna denk gelen iki ünite tahkimat ilerletilecek, tahkimat tavana sıkıştırıldığında boyunduruk tahkimat tavan sarması ile tavan arasında kalacaktır. Yan direkler ise bu esnada alınacaktır. Böylece makinanın tabanyolundan geçmesi için üstü tahkimat ile örtülmüş bir boşluk oluşturulmuş olacaktır (Şekil 23).





Şekil 23. Sürekli kazı makinasının tabanyolu boşluğundan geçmesi

Sürekli kazı makinasının bir dilimi bitirdikten sonra diğer dilime başlaması yani yeni haveye giriş için ayrıca işleme gerek yoktur. Makina havesini kendi oluşturabilmektedir. Bunun için ayak ile tavan yolu arasındaki köşe dik değil kavisli bir şekilde oluşturulmaktadır. Bu sayede sürekli kazı makinası ayak içinden geriye doğru çıkarken buradaki kavise bağlı olarak tavanyoluna çıkmakta ve buradan kesime başlayarak aşamalı olarak artan bir dilim kalınlığı ile gerçek dilim kalınlığına ulaşmaktadır (Şekil 24).



Şekil 24. Sürekli kazı makinasının yeni haveye başlaması

Zincirli konveyör ve yürüyen tahkimatlar her iki bölüm tek bir ayak gibi düşünülerek yerleştirilecektir. Yani kör ayak ve normal ayakta tek bir zincirli konveyör uzanacak, yine yürüyen tahkimatlarda tek bir ayak gibi baştan başa dizilecektir.

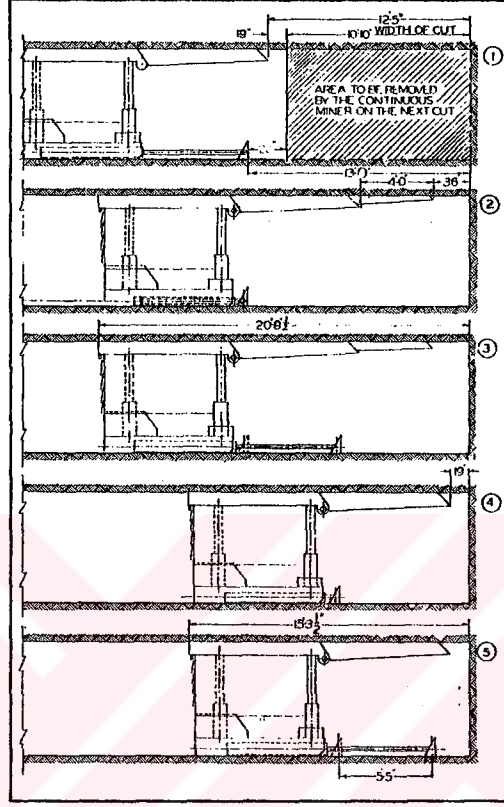
Ayakta tahkimat olarak uzun ayak tahkimatlarının benzeri olan kısa ayak yürüyen tahkimatları kullanılacaktır. Aralarındaki tek fark taban kısımlarındaki uzayabilen parçadır. Ayak tabanına çelik hasır serileceği için, tahkimat ünitelerinin arkası tamamen kapalı olmayacaktır.

Yürüyen tahkimatların ilerlemesi Şekil 25'de gösterilmiştir. Bu ilerleme, şu adımlardan meydana gelir.

- Birinci durumda taban sarması uzatılmış, uzayabilen tavan sarması ise geri çekilmiş durumdadır ve her iki sarma arına dayanmış durumdadır.
- İkinci durumda sürekli kazı makinası tahkimatın önünden geçmiştir. Makina geçtikten hemen sonra taban sarması pistonu kapatılarak ünitenin ilerlemesi ve aynı anda tavan sarmasıda uzatılarak tavanda tahkimatsız kısım kalmaması sağlanır.
- Üçüncü durumda sürekli kazı makinası kesim işlemini tamamlayıp geri tavanyoluna dönmüştür. Makina geri dönerken önünden geçtiği tahkimatın taban sarması uzatılır.
- Dördüncü durumda tabanyolundan tekrar başlanarak taban sarması pistonu tekrar kapatılmakta ve tahkimatın ilerletilmesi sağlanmakta, aynı anda tavan sarması da geri çekilmektedir.
- Beşinci durumda taban sarması tekrar uzatılır ve bir sonraki dilimin kesimi için tahkimat pozisyon almış olur.

Bu iki ilerleme sonunda tahkimatlar bir have ilerlemiş ve ayak arkasından bir havelik kısım göçertilmiş olur.

Tahkimatların ilerletilmesindeki tek istisna ayağın tabanyolu boşluğuna gelen kısımdaki ünitelerde olacaktır. Tabanyolu genişliği 3,5 m olacak ve iki adet yürüyen tahkimat bu kısmı tahkim edecektir (Şekil 23).



Şekil 25. Yürüyen tahkimat ünitesinin ilerleme aşamaları

#### 4.4. Üretim Kapasitesi

Ayakta, uzunayak projesinde olduğu gibi iki vadiya üretim, bir vardiya bakım olmak üzere toplam üç vardiya çalışılacaktır. Kazı yapılacak bölgenin üst kısmı, daha önce çalışılmış olan göçük bölgesinin altı olduğu için, açılacak

boşluğun tahkim edilinceye kadar ayakta tutulmasının zor olacağı düşüncesiyle mümkün olduğu kadar az tambur genişliğine sahip bir sürekli kazı makinası seçilmiştir. Seçilen sürekli kazı makinasının özellikleri aşağıdaki gibidir.

Uzunluk	: 6309 mm
Yükseklik	: 1520 mm
Genişlik	: 1710 mm
Ağırlık	: 16.6 ton
Maksimum kesme yüksekliği	: 2613 mm
Minimum kesme genişliği	: 1830 mm
Yürüme hızları	: 0.03 m/sn
	: 0.07 m/sn
	: 0.10 m/sn
	: 0.14 m/sn
Çalışma gerilimi	: 550/1100 V, 50 Hz
Motor gücü	: 90 kW

Kazı ile ilgili büyüklükler:

Ortalama ayak boyu	: 50 m
Have genişliği	: 1.83 m
Ayak yüksekliği	: 2.5 m
Üretim kaybı	: % 5

Burada verilen Sürekli Kazı Makinasının kapasitesi aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$V_{ph} = \frac{HP \times \eta}{SE} \text{ ve } W_{ph} = V_{ph} \times \rho \text{ (Rostami ve Ark., 1994)}$$

Burada;

$V_{ph}$  = Üretim Miktarı ( $m^3$ /saat)

HP = Kesme Motorları Gücü (kW)

$\eta$  = Uygulanan Sisteme Bağlı Katsayı (sürekli kazı makinası için= 0.80)

SE = Malzemenin Spesifik Enerjisi (kW-h/ $m^3$ )

$W_{ph}$  = Üretim Miktarı (ton/saat)

$\rho$  = Malzemenin Yoğunluğu (ton/ $m^3$ )

$$V_{ph} = \frac{90kW \times 0,80}{0,4 kW - h / m^3} = 180 m^3 / saat$$

$$W_{ph} = 180m^3 \times 1,5t / m^3 = 270 t / saat \\ = 4,5 t / dakika$$

Bu yaklaşım oldukça yüksek bir üretim kapasitesi vermektedir. Diğer yandan literatürden ve benzer kısaayak uygulamalarından, bir vardiyanın yaklaşık %30'unda kazı ve yükleme işinin yapıldığı bilinmektedir. Bu kabülden hareketle vardiyalık üretim süresi :

$$480 \text{ dak/var} \times 30/100 = 144 \text{ dakika olmaktadır.}$$

Bu kabule göre aracın üretim vardiyasındaki kapasitesi;  
144 dak/var. x 4,5 ton/dak  $\cong$  650 ton/var  
olmaktadır.

Bu üretimin elde edileceği ayak uzunluğu aşağıdaki yaklaşımla belirlenebilir

Kapasite = Kesme genişliği x Ayak yüksekliği x Yoğunluk x Ayak boyu

$$650 t / var = 1,83 m \times 2,5 m \times 1,5 t / m^3 \times X m$$

$$X = 95m \text{ (Ayak uzunluğu)}$$

Buna göre yaklaşık kesim sayısı  $= \frac{94m}{50m} \cong 2 \text{ kesim / var.}$   
olarak kabul edilebilir .

Vardiyanın geri kalan zaman diliminde, tahkimatların ilerletilmesi, yemek molası, makinaların bakımı, ocağa giriş-çıkış gibi faaliyetler gerçekleştirilecektir.

#### 4.5. Nakliyat

Ayak içi nakliye kapasitesinin tesbitinde aşağıdaki veriler esas alınacaktır.

- Üretim: 650 ton/var. veya 270 ton/saat

-Üretim vardiya sayısı: 2

Teorik ayak konveyörü kapasitesi, sürekli kazı makinasının kazı kapasitesi olan; 4.5 ton/dak yani 270 ton/saat'tir. Ani yüklenmelerin olabileceği ihtimaline karşı %50 emniyet faktörü ile bu miktar yaklaşık 400 ton/saat'tir.

Buna göre ayak konveyörü motor gücü aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Motor Gücü (N)} = \frac{P_{\max} \times V}{102 \times \eta}, \text{ kW}$$

Q: Kapasite (ton/saat)

V: Konveyör hızı (0.75m/sn)

$\eta$ : Verim

$P_{\max}$ : Zincirde meydana gelen maksimum gerilme

$$P_{\max} = 2 \times q_1 \times \mu_1 \times L + q_2 \times \mu_2 \times L \text{ (kg)}$$

$q_1$ : Konveyörün 1m'lik zincir+palet ağırlığı (katalog değeri = 80 kg/m)

$\mu_1$ : Zincirle çelik profil arasındaki sürtünme katsayısı (0.38)

$\mu_2$ : Taşınan malzeme ile çelik arasındaki sürtünme katsayısı (0.55)

L: Konveyör boyu

$q_2$ : Taşınan malzemenin 1 m'sinin ağırlığı

$q_2$ , Q kapasitesine göre şöyle bulunmaktadır.

$$q_2 = \frac{Q(t/s)}{V(m/sn)} \times \frac{1.000\text{kg/t}}{3.600\text{sn/s}}$$

$$q_2 = \frac{400\text{t/s}}{0,75\text{m/sn}} \times \frac{10,0\text{kg/t}}{3.600\text{sn/s}} = 148,14 \cong 150\text{kg/m}$$

$$P_{\max} = 2 \times 80 \times 0,38 \times 50 + 150 \times 0,55 \times 50 \\ = 7.165\text{kg}$$

$$N = \frac{7.165 \text{ kg} \times 0,75}{102 \times 0,7} = 75\text{kW}$$

Sonuç olarak 75 kW gücünde bir motor, konveyör için yeterli olacaktır.

### Pano Nakliyatı

Pano içinde nakliyat, bant konveyörlerle yapılacaktır. Ayak içinde kullanılan zincirli konveyör, malzemeyi tavanyolundaki toplayıcı konveyöre dökerek, oradanda yük pano bantına boşaltılacaktır.

#### 4.6. Projenin Özeti

- Ortalama pano boyu: 400 m
- Ort Ayak boyu : 50 m
- Ayak yüksekliği : 2,5 m
- İlerleme miktarı : 7,32 m/gün
- Üretim kapasitesi : 1300 ton/gün
- Çalışma süresi : 350 gün/yıl
- Kazı sistemi : Sürekli kazı makinası
- Tahkimat : Yürüyen tahkimat
- Nakliye : Zincirli konveyör, bant konveyör



## 5. PROJE MALİYETLERİNİN HESAPLANMASI VE MUKAYESESİ

### 5.1. Hazırlık Maliyetlerinin Hesaplanması

Bu bölümde mukayese yapılacak olan yöntemlerin hazırlık maliyetleri hesaplanmıştır. Mukayese yapılırken sadece pano içerisindeki hazırlıklar ele alınmıştır. Bunun dışındaki hazırlıklar her iki yöntemde de aynı olduğu için maliyetleri hesaplanmamıştır.

#### 5.1.1. Uzunayak hazırlık maliyetlerinin hesaplanması

##### 5.1.1.1. Uzunayak tavanyolu maliyeti

Taban genişliği: 4,6 m

Yükseklik: 3,3 m

Galeri kesiti: 14 m<sup>2</sup>

Kazı sistemi: Elektro hidrolik delici yükleyici (E.H.D.Y) + patlatma

Günlük ilerleme: 4,5 m/gün

Galeri uzunluğu: 400 m

##### a. Delme Maliyeti

Delik adedi: 18

Delik boyu: 1,75 m

Bir patlatmada ilerleme:  $1,75 \times 0,85 = 1,5$  m

Deliklerin delinmesinde E.H.D.Y. makine kullanılacaktır.

E.H.D.Y. Maliyeti;

Fiyatı: 180.000 \$

Ömrü: 15.000 saat

Delme hızı: 0,25 m/dak

Fiili çalışma süresi: 6 saat/gün (Delme işlemi için)

Vardiyada delinecek delik uzunluğu: 18 delik x 1,75 m = 31,5 m

Vardiyada delik delme için harcanan süre:  $31,5 \text{ m} / 0,25 \text{ m/dak} = 126 \text{ dak}$

$\cong 2 \text{ saat/var}$



### ***Amortisman Maliyeti;***

Makinenin ömrü  $\cong$  8,3 yıl (6 saat/gün, 300 gün/yıl, sadece delme yaparsa)

$$\text{Amortisman (\$/yıl)} = \frac{180.000 \$}{8,3 \text{ yıl}} = 21.686,7 \text{ \$/yıl}$$

$$\text{Amortisman (\$/saat)} = \frac{180.000 \$}{15.000 \text{ saat}} = 12 \text{ \$/saat}$$

$$\text{Amortisman (\$/m)} = \frac{12 \text{ \$/saat} \times 6 \text{ saat/gün}}{4,5 \text{ m/gün}} = 16 \text{ \$/m}$$

	\\$/yıl	\\$/saat	\\$/m
Amortisman	21.686,7	12	16

### ***Faiz Maliyeti***

$$F = [A (N+1)/2N] \times i$$

A: Yatırım

N: Makine ömrü

i: Faiz haddi

E.H.D.Y. faiz maliyeti;

$$\begin{aligned} \text{Faiz (\$/yıl)} &= [180.000 (8,3+1)/2 \times 8,3] \times 0,12 \\ &= 12.101,2 \text{ \$/yıl} \end{aligned}$$

$$\text{Faiz (\$/saat)} = \frac{12.101,2 \text{ \$/yıl}}{6 \text{ saat/gün} \times 300 \text{ gün/yıl}} = 6,72 \text{ \$/saat}$$

$$\text{Faiz (\$/m)} = \frac{12.101,2 \text{ \$/yıl}}{4,5 \text{ m/gün} \times 300 \text{ gün/yıl}} = 8,96 \text{ \$/m}$$

	\\$/yıl	\\$/saat	\\$/m
Faiz	12.101,2	6,72	8,96

### ***Sigorta Maliyeti***

Sigorta, yatırımın % 2'si alınmıştır.

E.H.D.Y. sigorta maliyeti;

$$\text{Sigorta (\$/yıl)} = 180.000 \$ \times 0,02 = 3.600 \$/\text{yıl}$$

$$\text{Sigorta (\$/saat)} = \frac{3.600 \$/\text{yıl}}{6 \text{ saat/gün} \times 300 \text{ gün/yıl}} = 2,0 \$/\text{saat}$$

$$\text{Sigorta (\$/m)} = \frac{3.600 \$/\text{yıl}}{4,5 \text{ m/gün} \times 300 \text{ gün/yıl}} = 2,66 \$/\text{m}$$

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Sigorta	3.600	2,0	2,66

### ***Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti (Delme işlemlerine yönelik)***

Yıllık yedek parça gideri olarak makine fiyatının % 8'i, bakım onarım gideri olarak ta % 5'i alınmıştır.

E.H.D.Y fiyatı	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
180.000	8	5	23.400	19,5

### ***Malzeme maliyeti***

Tij tüketimi:

Tij ömrü: 500 m

Tij fiyatı: 100 \$/adet

1,5 m ilerleme için delinen delik boyu: 1,75 m

1,5 m ilerleme için delinen delik boyu= 21 x 1,75 = 31,5 m

$$\text{Bir tij ile sağlanan ilerleme miktarı} = \frac{500 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}}{31,5 \text{ m}} = 27,7 \text{ m}$$

$$\text{Tij maliyeti: } 100 \$ / 27,7 \text{ m} = 3,6 \$/\text{m}$$

Bit tüketimi:

Bit ömrü: 250 m

Bit fiyatı: 25 \$/m

$$\text{Bir bitij ile sağlanan ilerleme miktarı} = \frac{250 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}}{31,5 \text{ m}} = 13,8 \text{ m}$$

$$\text{Tij maliyeti: } 25 \$ / 13,8 \text{ m} = 1,8 \$/\text{m}$$

### ***Enerji Maliyeti***

$$\text{E.H.D.Y enerji sarfiyatı} = \frac{6 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ kW/saat}}{4,5 \text{ m/gün}} = 40 \text{ kW-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 40 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 120.000 \text{ TL/m} \\ &= 2,75 \text{ \$/m}^* \end{aligned}$$

### ***İşçilik Maliyeti***

Delme işlemine yönelik işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

Bu durumda toplam delme maliyeti aşağıda verildiği gibi olacaktır.

#### **Delme Maliyeti**

<b>Maliyet unsuru</b>	<b>\\$/m</b>
Amortisman maliyeti	16,00
Faiz maliyeti	8,96
Sigorta maliyeti	2,66
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	19,50 **
Tüketilen malzeme maliyeti	5,4
Enerji maliyeti	2,75
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>55.27</b>

### **b. Patlatma Maliyeti**

Bir deliğe koyulan dinamit miktarı: 6 adet (projeden)

Dinamit ağırlığı: 0,147 kg/adet

Antigrizutin dinamit fiyatı: 114.800 TL/kg

Kapsül fiyatı: 46.200 TL/adet

Dinamit;

Bir deliğe koyulan dinamit miktarı= 6 adet/delik x 0,147 kg/adet = 0,882 kg/delik

\* 1\\$ = 43.500 TL alınmıştır.

\*\* Bu maliyet aracın diğer faaliyetlerine yönelik bakım-onarım maliyetini de içermektedir.

$$\text{Dinamit sarfiyatı/m-galeri} = \frac{0,882 \text{ kg/delik} \times 18 \text{ delik}}{1,5 \text{ m}} = 10,584 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Dinamit maliyeti} &= 10,584 \text{ kg/m} \times 114.800 \text{ TL/kg} = 1.215.043,2 \text{ TL/m} \\ &= 27,93 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

Kapsül;

$$\text{Kapsül sarfiyatı} = 18 \text{ adet} / 1,5 \text{ m} = 12 \text{ adet/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapsül maliyeti} &= 12 \text{ adet/m} \times 46.200 \text{ TL/adet} = 554.400 \text{ TL/m} \\ &= 12,74 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

Diğer sarf malzemeleri (kablo, manyeto vs.) çok az olduğundan nazarı dikkate alınmamıştır.

Doldurma ve patlatma işçiliği, toplam galeri işçiliğinde mütalaa edilmiştir.

$$\text{Patlatma maliyeti: } 27,93 \text{ \$/m} + 12,74 \text{ \$/m} = 40,67 \text{ \$/m}$$

### c. Yükleme ve Nakliye Maliyeti

#### Yükleme Maliyeti

Yükleme işlemi E.H.D.Y ile yapılacaktır.

Fiili çalışma süresi: 4,5 saat/gün (yükleme işlemi için)(projeden)

Makinenin ömrü  $\cong$  11 yıl (4,5 saat/gün, 300 gün/yıl, sadece yükleme yaparsa)

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	16.363,6	12	12
Faiz	11.781,8	8,72	8,72
Sigorta	3.600	2,66	2,66

#### *Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti*

E.H.D.Y yedek parça ve bakım-onarım maliyeti, delme maliyetleri bölümünde hesaplanmıştır.

#### *Enerji Maliyeti*

$$\text{E.H.D.Y enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ kW/saat}}{4,5 \text{ m/gün}} = 30 \text{ k w-h/m}$$

$$\text{Enerji maliyeti} = 30 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h}$$

$$= 90.000 \text{ TL/m}$$

$$= 2,07 \text{ \$/m}$$

### ***İşçilik Maliyeti***

Yükleme işleminin işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### **Yükleme maliyeti**

<b>Maliyet Unsuru</b>	<b>\\$/m</b>
Amortisman maliyeti	12,00
Faiz maliyeti	8,72
Sigorta maliyeti	2,66
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	Delme maliyetleri bölümünde ele alınmıştır
Enerji maliyeti	2,07
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>25,45</b>

### **Nakliye Maliyeti**

Kazılan malzemenin naklinde zincirli konveyör kullanılacaktır.

Zincirli konveyör motor gücü: 2 x 37 kW (projeden)

Zincirli konveyör birim fiyatı: 400 \\$/m

Ömrü: 5 yıl

Boy: 400 m

Toplam zincirli konveyör fiyatı: 400 m x 400 \\$/m = 160.000 \\$

	<b>\\$/yıl</b>	<b>\\$/saat</b>	<b>\\$/m</b>
Amortisman	32.000	23,7	23,7
Faiz	11.520	8,5	8,5
Sigorta	3,200	2,4	2,4

### ***Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti***

Zincirli konveyör	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Tutarı (\\$/yıl)	Birim maliyet (\\$/m)
160.000	10	5	24.000	17,7

### ***Enerji Maliyeti***

$$\text{Zincirli konveyör enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat/gün} \times 37 \text{ kW-h/saat}}{4,5 \text{ m/gün}} = 74 \text{ k w-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 74 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 111.000 \text{ TL/m} \\ &= 2,55 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

### ***İşçilik Maliyeti***

Nakliye işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### **Nakliye maliyeti**

<b>Maliyet Unsuru</b>	<b>\\$/m</b>
Amortisman maliyeti	23,7
Faiz maliyeti	8,5
Sigorta maliyeti	2,4
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	17,7
Enerji maliyeti	2,55
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>54,85</b>

#### **d. Tahkimat**

Tahkimat tipi	: GI-profil
Bağlar arası mesafe	: 1,5 m
Demirbağ ağırlığı	: 240 kg/takım
Demirbağ fiyatı	: 17.995 TL/kg
Civata	: 4 adet/takım
Civata fiyatı	: 20.000 TL/adet

$$\begin{aligned} \text{Demirbağ maliyeti} &= \frac{240 \text{ kg} \times 17.995 \text{ TL/kg} + 4 \text{ adet} \times 20.000 \text{ TL/adet}}{1,5 \text{ m}} \\ &= 2.932.533,33 \text{ TL/m} \\ &= 67,4 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

### Ağaç Maliyeti;

14 m<sup>2</sup> kesitli galeride demir bağlar arası tahkimat için 1,5 m uzunluğunda 14 adet fırça ve 1,70 m uzunluğunda 42 adet kama kullanılacaktır.

Ağaç fiyatı: 3.720.000 TL/m<sup>3</sup>

Demirbağlar arasına 0,75 m'de bir fırça, 0,25 m'de bir kama koyulacak

$$\text{Fırça tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,5 \text{ m} \times 0,05^2 \times 14 \text{ adet}}{1,5 \text{ m}} = 0,1099 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Kama tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,7 \text{ m} \times 0,05^2 \times 42 \text{ adet}}{1,5 \text{ m} \times 2} = 0,186 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç tüketimi} = 0,1099 + 0,186 = 0,2959 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ağaç maliyeti} &= 0,2959 \text{ m}^3/\text{m} \times 3.720.000 \text{ TL/m}^3 = 1.100.748 \text{ TL/m} \\ &= 25,3 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

$$\text{Toplam tahkimat maliyeti} = 67,4 \text{ \$} + 25,3 \text{ \$} = 92,7 \text{ \$/m}$$

### e. Toplam İşçilik

Günlük işçilik: 24 yevmiye/gün

İşçinin günlük maliyeti: 2.000.000 TL

$$\begin{aligned} \text{Toplam işçilik maliyeti} &= \frac{24 \text{ ye v/gün} \times 2.000.000 \text{ TL/gün}}{4,5 \text{ m/gün}} = 10.666.666,6 \text{ TL/m} \\ &= 245,2 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

### f. Toplam Uzunayak Tavanyolu Maliyeti;

Maliyet Unsuru	\$/m
Delme Maliyeti	55,27
Patlatma Maliyeti	40,67
Yükleme ve Nakliye Maliyeti	80,3
Tahkimat Maliyeti	92,70
İşçilik Maliyeti	245,20
Diğer (%10)	51,41
<b>TOPLAM</b>	<b>565,55</b>

### 5.1.1.2. Uzunayak tabanyolu maliyeti

Galeri kesiti: 8 m<sup>2</sup>

Kazı sistemi: Elektro hidrolik delici yükleyici (E.H.D.Y) + patlatma

Günlük ilerleme: 4,5 m/gün

Galeri uzunluğu: 400 m

#### a. Delme Maliyeti

Delikler E.H.D.Y. makine ile delinecektir.

Delik adedi: 15

Delik boyu: 1,75 m

Bir patlatmada ilerleme: 1,75 x 0,85 = 1,5 m

Vardiyada delinecek delik uzunluğu: 15 delik x 1,75 m = 26,25 m

Vardiyada delik delme için harcanan süre: 26,25 m / 0,25 m/dak = 105 dak  
≅ 1,75 saat/var

Fiili çalışma süresi: 3 x 1,75 = 5,25 saat/gün (Delme işlemi için)

Makinenin ömrü ≅ 9,5 yıl (5,25 saat/gün, 300 gün/yıl, sadece delme yaparsa)

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	18.947,36	12	14
Faiz	11.936,84	7,58	8,84
Sigorta	3.600	2,29	2,66

#### Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

E.H.D.Y fiyatı	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
180.000	8	5	23.400	19,5

#### Malzeme maliyeti

Tij tüketimi:

Tij ömrü: 500 m

Tij fiyatı: 100 \$/adet



1,5 m ilerleme için delinen delik boyu: 1,75 m

1,5 m ilerleme için delinen delik boyu= 15 x 1,75 = 26,25 m

$$\text{Bir tij ile sağlanan ilerleme miktarı} = \frac{500 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}}{26,25 \text{ m}} = 33,3 \text{ m}$$

Tij maliyeti: 100 \$ / 33,3 m = 3 \$/m

Bit tüketimi:

Bit ömrü: 250 m

Bit fiyatı: 25 \$/m

$$\text{Bir bit ile sağlanan ilerleme miktarı} = \frac{250 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}}{26,25 \text{ m}} = 16,7 \text{ m}$$

Tij maliyeti: 25 \$ / 16,7 m = 1,5 \$/m

### **Enerji Maliyeti**

$$\text{E.H.D. Y enerji sarfiyatı} = \frac{5,25 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ kW/saat}}{4,5 \text{ m/gün}} = 35 \text{ kW-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 35 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 105.000 \text{ TL/m} \\ &= 2,41 \text{ $/m} \end{aligned}$$

### **İşçilik Maliyeti**

Delme işlemine yönelik işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır. Bu durumda toplam delme maliyeti aşağıda verildiği gibi olacaktır.

#### **Delme Maliyeti**

<b>Maliyet unsuru</b>	<b>\$/m</b>
Amortisman maliyeti	14,00
Faiz maliyeti	8,84
Sigorta maliyeti	2,66
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	19,50
Tüketilen malzeme maliyeti	4,5
Enerji maliyeti	2,41
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>51,91</b>

## b. Patlatma Maliyeti

Bir deliğe koyulan dinamit miktarı: 6 adet

Dinamit;

Bir deliğe koyulan dinamit miktarı= 6 adet/delik x 0,147 kg/adet = 0,882 kg/delik

$$\text{Dinamit sarfiyatı} = \frac{0,882 \text{ kg/delik} \times 15 \text{ delik}}{1,5 \text{ m}} = 8,82 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Dinamit maliyeti} &= 8,82 \text{ kg/m} \times 114.800 \text{ TL/kg} = 1.012.536 \text{ TL/m} \\ &= 23,28 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

Kapsül;

Kapsül sarfiyatı = 15 adet / 1,5 m = 10 adet/m

$$\begin{aligned} \text{Kapsül maliyeti} &= 10 \text{ adet/m} \times 46.200 \text{ TL/adet} = 462.000 \text{ TL/m} \\ &= 10,62 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

$$\text{Patlatma maliyeti: } 23,28 \text{ \$/m} + 10,62 \text{ \$/m} = 33,9 \text{ \$/m}$$

## c. Yükleme ve Nakliye Maliyeti

### Yükleme Maliyeti

Yükleme işlemi E.H.D.Y ile yapılacaktır.

Fiili çalışma süresi: 3,5 saat/gün (yükleme işlemi için)(projeden)

Makinenin ömrü  $\cong$  15 yıl (3,5 saat/gün, 300 gün/yıl, sadece yükleme yaparsa)

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	12.000	11,42	8,89
Faiz	11.520	10,97	8,72
Sigorta	3.600	3,43	2,66

### *Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti*

E.H.D.Y yedek parça ve bakım-onarım maliyeti, delme maliyetleri bölümünde hesaplanmıştır.

### **Enerji Maliyeti**

$$\text{E.H.D.Y enerji sarfiyatı} = \frac{3,5 \text{ saat / gün} \times 30 \text{ kW / saat}}{4,5 \text{ m / gün}} = 23,3 \text{ kw - h / m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 23,3 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 69.900 \text{ TL/m} \\ &= \mathbf{1,60 \text{ \$/m}} \end{aligned}$$

### **İşçilik Maliyeti**

Yükleme işlemi işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### **Yükleme maliyeti**

<b>Maliyet Unsuru</b>	<b>\\$/m</b>
Amortisman maliyeti	8,89
Faiz maliyeti	8,72
Sigorta maliyeti	2,66
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	Delme maliyetleri bölümünde ele alınmıştır
Enerji maliyeti	1,60
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>21,87</b>

### **Nakliye Maliyeti**

Kazılan malzemenin naklinde zincirli konveyör kullanılacaktır.

Zincirli konveyör motor gücü: 2 x 37 kW (projeden)

Boy: 400 m

Toplam zincirli konveyör fiyatı: 400 m x 400 \\$/m = 160.000 \\$

	<b>\\$/yıl</b>	<b>\\$/saat</b>	<b>\\$/m</b>
Amortisman	32.000	30,47	23,7
Faiz	11.520	10,97	8,5
Sigorta	3.200	3,05	2,4

### **Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti**

Zincirli konveyör	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
160.000	10	5	24.000	17,7

### **Enerji Maliyeti**

$$\text{Zincirli konveyör enerji sarfiyatı} = \frac{3,5 \text{ saat / gün} \times 37 \text{ kW - h / saat}}{4,5 \text{ m / gün}} = 28,8 \text{ kw - h / m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 28,8 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 86.400 \text{ TL/m} \\ &= 1,99 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

### **İşçilik Maliyeti**

Nakliye işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### **Nakliye maliyeti**

Maliyet unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	23,7
Faiz maliyeti	8,5
Sigorta maliyeti	2,4
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	17,7
Enerji maliyeti	1,99
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>54,29</b>

### **d. Tahkimat**

Tahkimat tipi	: GI-profil
Bağlar arası mesafe	: 1,5 m
Demirbağ ağırlığı	: 217 kg/takım
Civata	: 4 adet/takım

$$\begin{aligned} \text{Demirbağ maliyeti} &= \frac{217 \text{ kg} \times 17.995 \text{ TL/kg} + 4 \text{ adet} \times 20.000 \text{ TL/adet}}{1,5 \text{ m}} \\ &= 2.656.610 \text{ TL/m} \\ &= 61,07 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

Ağaç Maliyeti;

8 m<sup>2</sup> kesitli galeride demir bağlar arası tahkimat için 1,5 m uzunluğunda 10 adet fırça ve 1,70 m uzunluğunda 30 adet kama kullanılacaktır.

Demirbağlar arasına 0,75 m'de bir fırça, 0,25 m'de bir kama koyulacak

$$\text{Fırça tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,5 \text{ m} \times 0,05^2 \times 10 \text{ adet}}{1,5 \text{ m}} = 0,0785 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Kama tüketimi} = \frac{1,7 \text{ m} \times 0,15 \times 0,05 \times 30 \text{ adet}}{1,5 \text{ m} \times 2} = 0,255 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç tüketimi} = 0,0785 + 0,255 = 0,333 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ağaç maliyeti} &= 0,333 \text{ m}^3/\text{m} \times 3.720.000 \text{ TL/m}^3 = 1.238.760 \text{ TL/m} \\ &= 28.47 \text{ \$} \end{aligned}$$

$$\text{Toplam tahkimat maliyeti} = 61,07 \text{ \$/m} + 28.47 \text{ \$/m} = 89,54 \text{ \$/m}$$

#### e. Toplam İşçilik

Günlük işçilik: 24 yevmiye/gün

İşçinin günlük maliyeti: 2.000.000 TL

$$\begin{aligned} \text{Toplam işçilik maliyeti} &= \frac{24 \text{ yev/gün} \times 2.000.000 \text{ TL/gün}}{4,5 \text{ m/gün}} = 106.666.666,6 \text{ TL/m} \\ &= 245,2 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

#### f. Toplam Uzunayak Tabanyolu Maliyeti;

Maliyet Unsuru	\$/m
Delme Maliyeti	51,91
Patlatma Maliyeti	33,9
Yükleme ve Nakliye Maliyeti	76,16
Tahkimat Maliyeti	89,54
İşçilik Maliyeti	245,20
Diğer (%10)	49,67
<b>TOPLAM</b>	<b>546,38</b>

#### 5.1.1.3. Uzunayak ayak hazırlığı maliyeti

Taban genişliği: 6,5 m

Tavan genişliği: 6,0 m

Yükseklik: 3,3 m

Bu boyutlar yan yana iki galeri sürülerek elde edilecektir. Hesaplamalar 3 m genişliğinde bir galeri için yapılmış ve sonuçların iki katı alınmıştır.

Kazı sistemi: E.H.D.Y + patlatma

Günlük ilerleme: 4,5 m

Ayak uzunluğu: 50 m

#### a. Delme Maliyeti

Delik adedi: 15

Delik boyu: 1,75 m

Bir patlatmada ilerleme:  $1,75 \times 0,85 = 1,5$  m

Vardiyada delinecek delik uzunluğu:  $15 \text{ delik} \times 1,75 \text{ m} = 26,25 \text{ m}$

Vardiyada delik delme için harcanan süre:  $26,25 \text{ m} / 0,25 \text{ m/dak} = 105 \text{ dak}$

$\cong 1,75 \text{ saat/var}$

Fiili çalışma süresi:  $3 \times 1,75 = 5,25 \text{ saat/gün}$  (Delme işlemi için)

Makinenin ömrü  $\cong 9,5 \text{ yıl}$  (5,25 saat/gün, 300 gün/yıl, sadece delme yaparsa)

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	18.947,36	12	14
Faiz	11.936,84	7,58	8,84
Sigorta	3.600	2,29	2,66

### *Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti*

E.H.D.Y fiyatı	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
180.000	8	5	23.400	19,5

### *Malzeme maliyeti*

Tij tüketimi:

Tij ömrü: 500 m

Tij fiyatı: 100 \$/adet

1,5 m ilerleme için delinen delik boyu: 1,75 m

1,5 m ilerleme için delinen delik boyu= 15 x 1,75 = 26,25 m

$$\text{Bir tij ile sağlanan ilerleme miktarı} = \frac{500 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}}{26,25 \text{ m}} = 33,3 \text{ m}$$

Tij maliyeti: 100 \$ / 33,3 m = 3 \$/m

Bit tüketimi:

Bit ömrü: 250 m

Bit fiyatı: 25 \$/m

$$\text{Bir bit ile sağlanan ilerleme miktarı} = \frac{250 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}}{26,25 \text{ m}} = 16,7 \text{ m}$$

Bit maliyeti: 25 \$ / 16,7 m = 1,5 \$/m

### *İşçilik Maliyeti*

Delme işlemine yönelik işçilik maliyeti, toplam ayak hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır. Bu durumda toplam delme maliyeti aşağıda verildiği gibi olacaktır.

### Delme Maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	14,00
Faiz maliyeti	8,84
Sigorta maliyeti	2,66
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	19,50
Tüketilen malzeme maliyeti	4,5
Enerji maliyeti	2,41
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>Toplam</b>	<b>51,91</b>
<b>İki galeri için: 2 x 51,91 \$/m</b>	<b>103,82</b>

### b. Patlatma Maliyeti

Bir deliğe koyulan dinamit miktarı: 6 adet

Dinamit;

Bir deliğe koyulan dinamit miktarı= 6 adet/delik x 0,147 kg/adet = 0,882 kg/delik

$$\text{Dinamit sarfiyatı} = \frac{0,882 \text{ kg/delik} \times 15 \text{ delik}}{1,5 \text{ m}} = 8,82 \text{ kg/delik}$$

$$\begin{aligned} \text{Dinamit maliyeti} &= 8,82 \text{ kg/m} \times 114.800 \text{ TL/kg} = 1.012.536 \text{ TL/m} \\ &= 23,28 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

Kapsül;

$$\text{Kapsül sarfiyatı} = 15 \text{ adet} / 1,5 \text{ m} = 10 \text{ adet/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapsül maliyeti} &= 10 \text{ adet/m} \times 46.200 \text{ TL/adet} = 462.000 \text{ TL/m} \\ &= 10,62 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

$$\text{Patlatma maliyeti: } 23,28 \text{ \$/m} + 10,62 \text{ \$/m} = 33,9 \text{ \$/m}$$

$$\text{İki galeri için: } 2 \times 33,9 \text{ \$/m} = 67,8 \text{ \$/m}$$

### c. Yükleme ve Nakliye Maliyeti

#### Yükleme Maliyeti

Yükleme işlemi E.H.D.Y ile yapılacaktır.



Fiili çalışma süresi: 4 saat/gün (yükleme işlemi için)

Makinenin ömrü  $\cong$  12,5 yıl (4 saat/gün, 300 gün/yıl, sadece yükleme yaparsa)

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	14.400	12	10,66
Faiz	11.664	9,72	8,64
Sigorta	3.600	3	2,66

### *Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti*

E.H.D.Y yedek parça ve bakım-onarım maliyeti, delme maliyetleri bölümünde hesaplanmıştır.

### *Enerji Maliyeti*

$$\text{E.H.D.Y enerji sarfiyatı} = \frac{4 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ kW/saat}}{4,5 \text{ m/gün}} = 26,67 \text{ kW-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 26,67 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 80.000 \text{ TL/m} \\ &= 1,84 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

### *İşçilik Maliyeti*

Yükleme işlemi işçilik maliyeti, toplam ayak hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

### Yükleme maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	10,66
Faiz maliyeti	8,64
Sigorta maliyeti	2,66
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	Delme maliyetleri bölümünde ele alınmıştır
Enerji maliyeti	1,84
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>23,8</b>
<b>İki galeri için: 2 x 23,8</b>	<b>47,6</b>

### **Nakliye Maliyeti**

Kazılan malzemenin naklinde zincirli konveyör kullanılacaktır.

Zincirli konveyör motor gücü: 50 kW

Ayak Boyu: 50 m

Toplam zincirli konveyör fiyatı: 50 m x 400 \$/m = 20.000 \$

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	4.000	3,33	2,96
Faiz	288	0,24	0,21
Sigorta	80	0,07	0,06

### ***Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti***

Zincirli konveyör	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
20.000	10	5	3.000	2,22

### ***Enerji Maliyeti***

$$\text{Zincirli konveyör enerji sarfıyatı} = \frac{4 \text{ saat/gün} \times 50 \text{ kW-h/saat}}{4,5 \text{ m/gün}} = 44,44 \text{ k w-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 44,44 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 133.333 \text{ TL/m} \\ &= 3,06 \text{ $/m} \end{aligned}$$

### ***İşçilik Maliyeti***

Nakliye işçilik maliyeti, toplam ayak hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### Nakliye maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	2,96
Faiz maliyeti	0,21
Sigorta maliyeti	0,06
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	2,22
Enerji maliyeti	3,06
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>Toplam</b>	<b>8,51</b>
İki galeri için: 2 x 8,51	17,02

Yükleme + nakliye maliyeti: 47,6 + 17,02 = 64,62 \$/m

#### d. Tahkimat

Ağaç Maliyeti;

Kasalar arası mesafe : 0,8 m

0,8 m boyunda, 16 adet fırça, 0,75 m aralıklarla koyulacak

1 m boyunda, 48 adet kama, 0,25 m aralıklarla koyulacak

$$\text{Fırça tüketimi} = \frac{3,14 \times 0,8 \text{ m} \times 0,05^2 \times 16 \text{ adet}}{0,8 \text{ m}} = 0,1256 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Kama tüketimi} = \frac{1 \text{ m} \times 0,15 \times 0,05 \times 48 \text{ adet}}{0,8 \text{ m}} = 0,45 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Boyunduruk tüketimi} = \frac{3 \text{ m} \times 3,14 \times 0,10^2 \times 2 \text{ adet}}{0,8 \text{ m}} = 0,2355 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Direk tüketimi} = \frac{3 \text{ m} \times 3,14 \times 0,10^2 \times 3 \text{ adet}}{0,8 \text{ m}} = 0,3533 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç tüketimi} = 0,45 + 0,1256 + 0,2355 + 0,3533 = 1,1644 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ağaç maliyeti} &= 1,1644 \text{ m}^3/\text{m} \times 3.720.000 \text{ TL}/\text{m}^3 = 4.331.568 \text{ TL}/\text{m} \\ &= 99,58 \text{ $}/\text{m} \end{aligned}$$

### e. Toplam İşçilik

Günlük işçilik: 24 yevmiye/gün

İşçinin günlük maliyeti: 2.000.000 TL

$$\text{Toplam işçilik maliyeti} = \frac{24 \text{ ye v/gün} \times 2.000.000 \text{ TL/gün}}{4,5 \text{ m/gün}} = 10.666.666,6 \text{ TL/m}$$
$$= 245,2 \text{ \$/m}$$

İki galeri için:  $2 \times 245,2 = 490,4 \text{ \$/m}$

### f. Toplam Uzunayak Ayak Hazırlığı Maliyeti;

Maliyet Unsuru	\$/m
Delme Maliyeti	103,82
Patlatma Maliyeti	67,8
Yükleme ve Nakliye Maliyeti	64,62
Tahkimat Maliyeti	99,58
İşçilik Maliyeti	490,4
Diğer (%10)	82,62
<b>TOPLAM</b>	<b>908,84</b>

### 5.1.2. Kısaayak hazırlık maliyetlerinin hesaplanması

#### 5.1.2.1. Kısaayak tavanyolu maliyeti

Taban genişliği: 4,6 m

Yükseklik: 3,3 m

Galeri kesiti: 14 m<sup>2</sup>

Kazı sistemi: Sürekli kazı makinesi ile kazı ve yükleme

İlerleme hızı: 3 m/vard

Galeri uzunluğu: 400 m

Sürekli kazı makinesi fiyatı: 750.000 \$

Ömrü: 14.000 saat

Fiili çalışma süresi: 1,5 saat/vard

### a. Kazı Maliyeti

Sürekli Kazı makinesi maliyeti:

Makinenin ömrü  $\approx 10$  yıl (4,5 saat/gün, 300 gün/yıl)

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	75.000	55,5	27,78
Faiz	49.500	36,66	18,33
Sigorta	15.000	11,10	5,55

### Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

S.K.M fiyatı	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
750.000	8	5	97.500	36,11

### Enerji Maliyeti

$$\text{S.K.M enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat / gün} \times 90 \text{ kW / saat}}{9 \text{ m / gün}} = 45 \text{ kw - h / m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 45 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 135.000 \text{ TL/m} \\ &= \mathbf{3,103 \text{ $/m}} \end{aligned}$$

### İşçilik Maliyeti

Kazı işlemi işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

### Kazı maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	27,78
Faiz maliyeti	18,33
Sigorta maliyeti	5,55
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	36,11
Enerji maliyeti	3,10
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>90,87</b>

## b. Nakliye Maliyeti

Kazılan malzemenin naklinde bant konveyör kullanılacaktır.

Bant konveyör motor gücü: 63 kW

Bant konveyör fiyatı: 150 \$/m

Ömrü: 5 yıl

Boyu: 400 m

Toplam bant konveyör fiyatı: 400 m x 150 \$/m = 60.000 \$

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	12.000	8,89	4,45
Faiz	4.320	3,20	1,60
Sigorta	1.200	0,89	0,45

## Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

Bant konveyör	Yedek parça gideri (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Tutarı (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
60.000	10	5	9.000	6,67

## Enerji Maliyeti

$$\text{Bant konveyör enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat/gün} \times 63 \text{ kW-h/saat}}{9 \text{ m/gün}} = 31,5 \text{ kW-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 31,5 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 94.500 \text{ TL/m} \\ &= 2,17 \text{ $/m} \end{aligned}$$

## İşçilik Maliyeti

Nakliye işçilik maliyeti, toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

### Nakliye maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	4,45
Faiz maliyeti	1,60
Sigorta maliyeti	0,45
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	6,67
Enerji maliyeti	2,17
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>15,34</b>

### c. Tahkimat

Tahkimat tipi	: GI-profil
Bağlar arası mesafe	: 1,5 m
Demirbağ ağırlığı	: 240 kg/takım
Demirbağ fiyatı	: 17.995 TL/kg
Civata	: 4 adet/takım
Civata fiyatı	: 20.000 TL/adet

$$\begin{aligned} \text{Demirbağ maliyeti} &= \frac{240 \text{ kg} \times 17.995 \text{ TL/kg} + 4 \text{ adet} \times 20.000 \text{ TL/adet}}{1,5 \text{ m}} \\ &= 2.932.533,33 \text{ TL/m} \\ &= 67,4 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

### Ağaç Maliyeti;

14 m<sup>2</sup> kesitli galeride demir bağlar arası tahkimat için 1,5 m uzunluğunda 14 adet fırça ve 1,70 m uzunluğunda 42 adet kama kullanılacaktır.

Demirbağlar arasına 0,75 m'de bir fırça, 0,25 m'de bir kama koyulacak

$$\text{Fırça tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,5 \text{ m} \times 0,05^2 \times 14 \text{ adet}}{1,5 \text{ m}} = 0,1099 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Kama tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,7 \text{ m} \times 0,05^2 \times 42 \text{ adet}}{1,5 \text{ m} \times 2} = 0,186 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç tüketimi} = 0,1099 + 0,186 = 0,2959 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{Ağaç maliyeti} &= 0,2959 \text{ m}^3/\text{m} \times 3.720.000 \text{ TL}/\text{m}^3 = 1.100.748 \text{ TL}/\text{m} \\ &= 25,3 \text{ \$/m}\end{aligned}$$

$$\text{Toplam tahkimat maliyeti} = 67,4 \text{ \$} + 25,3 \text{ \$} = 92,7 \text{ \$/m}$$

#### d. İşçilik

Günlük işçilik: 20 yevmiye/gün

İşçinin günlük maliyeti: 2.000.000 TL

$$\begin{aligned}\text{İşçilik maliyeti} &= \frac{20 \text{ ye v/gün} \times 2.000.000 \text{ TL/gün}}{9 \text{ m/gün}} = 4.444.444,4 \text{ TL}/\text{m} \\ &= 102,17 \text{ \$/m}\end{aligned}$$

#### f. Toplam Kısaayak Tavanyolu Maliyeti;

Maliyet Unsuru	\$/m
Kazı Maliyeti	90,87
Nakliye Maliyeti	15,34
Tahkimat Maliyeti	92,70
İşçilik Maliyeti	102,17
Diğer (%10)	30,11
<b>TOPLAM</b>	<b>331,19</b>

#### 5.1.2.2. Kısaayak tabanyolu maliyeti

Galeri kesiti: 10 m<sup>2</sup>

Kazı sistemi: Sürekli kazı makinesi ile kazı ve yükleme

İlerleme hızı: 3 m/vardiya

Galeri uzunluğu: 400 m

#### a. Kazı Maliyeti

Sürekli Kazı makinesi maliyeti:

Makinenin ömrü  $\cong$  10 yıl (4,5 saat/gün, 300 gün/yıl)



	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	75.000	55,55	27,77
Faiz	49.500	36,66	18,33
Sigorta	15.000	11,10	5,55

### *Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti*

S.K.M fiyatı	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
750.000	8	5	97.500	36,11

### *Enerji Maliyeti*

$$\text{S.K.M enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat / gün} \times 90 \text{ kW / saat}}{9 \text{ m / gün}} = 45 \text{ kW-h / m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 45 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 135.000 \text{ TL/m} \\ &= \mathbf{3,103 \text{ $/m}} \end{aligned}$$

### *İşçilik Maliyeti*

Kazı işlemi işçilik maliyeti, toplam galeri hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

### *Kazı Maliyeti*

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	27,78
Faiz maliyeti	18,33
Sigorta maliyeti	5,55
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	36,11
Enerji maliyeti	3,10
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>90,87</b>

## b. Nakliye Maliyeti

Kazılan malzemenin naklinde zincirli konveyör kullanılacaktır.

Zincirli konveyör motor gücü: 2 x 37 kW

Zincirli konveyör birim fiyatı: 400 \$/m

Ömrü: 5 yıl

Boy: 400 m

Toplam zincirli konveyör fiyatı: 400 m x 400 \$/m = 160.000 \$

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	32.000	23,7	11,85
Faiz	11.520	8,53	8,89
Sigorta	3.200	2,37	1,19

## Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

Zincirli konveyör	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Toplam (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
160.000	10	5	24.000	8,89

## Enerji Maliyeti

$$\text{Zincirli konveyör enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat/gün} \times 37 \text{ kW-h/saat}}{9 \text{ m/gün}} \times 2 = 37 \text{ kW-h/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 37 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 111.000 \text{ TL/m} \\ &= 2,55 \text{ $/m} \end{aligned}$$

## İşçilik Maliyeti

Nakliye işçilik maliyeti, toplam galeri hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

### Nakliye maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	11,85
Faiz maliyeti	8,89
Sigorta maliyeti	1,19
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	8,89
Enerji maliyeti	2,55
İşçilik maliyeti	Toplam galeri işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>33,37</b>

### c. Tahkimat

Tahkimat tipi : Ağaç tahkimat

Kasalar arası mesafe : 1,5 m

10 m<sup>2</sup> kesitli galeride iki kasa arasında 1,5 m uzunluğunda 10 adet fırça ve 1,70 m uzunluğunda 30 adet kama kullanılacaktır.

0,75 m'de bir fırça koyulacak

$$\text{Fırça tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,5 \text{ m} \times 0,05^2 \times 10 \text{ adet}}{1,5 \text{ m}} = 0,0785 \text{ m}^3/\text{m}$$

0,25 m'de bir kama koyulacak

$$\text{Kama tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,7 \text{ m} \times 0,05^2 \times 30 \text{ adet}}{1,5 \text{ m}} = 0,267 \text{ m}^3/\text{m}$$

Boyunduruk çapı: 20 cm

Boyunduruk boyu: 3,5 m

$$\text{Boyunduruk tüketimi} = \frac{3,5 \text{ m} \times 3,14 \times 0,2^2}{1,5 \text{ m}} = 0,293 \text{ m}^3/\text{m}$$

Direk çapı: 20 cm

Direk boyu: 2,5 m

$$\text{Direk tüketimi} = \frac{3,14 \times 2,5 \text{ m} \times 0,1^2}{1,5 \text{ m}} \times 2 = 0,1046 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç tüketimi} = 0,293 + 0,1046 + 0,267 + 0,0785 = 0,7431 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Ağaç maliyeti} &= 3.720.000 \text{ TL/m}^3 \times 0,7431 \text{ m}^3 = 2.764.332 \text{ TL} \\ &= 63,54 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

#### d. Toplam İşçilik

Günlük işçilik: 20 yevmiye/gün

İşçinin günlük maliyeti: 2.000.000 TL

$$\begin{aligned} \text{İşçilik maliyeti} &= \frac{20 \text{ ye v/gün} \times 2.000.000 \text{ TL/gün}}{9 \text{ m/gün}} = 4.444.444,4 \text{ TL/m} \\ &= 102,17 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

#### f. Toplam Kısaayak Tabanyolu Maliyeti;

Maliyet unsuru	\$/m
Kazı Maliyeti	90,87
Nakliye Maliyeti	33,37
Tahkimat Maliyeti	63,54
İşçilik Maliyeti	102,17
Diğer	29,00
<b>TOPLAM</b>	<b>318,95</b>

#### 5.1.2.3. Kısaayak ayak hazırlığı maliyeti

Taban genişliği: 6,5 m

Tavan genişliği: 6 m

Yükseklik: 2,5 m

Kazı sistemi: Sürekli kazı makinesi ile kazı ve yükleme

Günlük ilerleme: 5 m/gün

Fiili çalışma süresi: 1,5 saat/var

### a. Kazı Maliyeti

Sürekli Kazı makinesi maliyeti:

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	75.000	55,5	50
Faiz	49.500	36,66	33
Sigorta	15.000	11,10	10

### Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

S.K.M fiyatı	Yedek parça gideri (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Tutarı (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
750.000	8	5	97.500	65

### Enerji Maliyeti

$$\text{S.K.M enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat / gün} \times 90 \text{ kW / saat}}{5 \text{ m / gün}} = 81 \text{ kw-h / m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 81 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 243.000 \text{ TL/m} \\ &= 5,59 \text{ $/m} \end{aligned}$$

### İşçilik Maliyeti

Kazı işlemi işçilik maliyeti, toplam ayak hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### Kazı Maliyeti

Maliyet Unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	50
Faiz maliyeti	33
Sigorta maliyeti	10
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	65
Enerji maliyeti	5,59
İşçilik maliyeti	Toplam ayak hazırlığı işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>163,59</b>

### b. Nakliye Maliyeti

Kazılan malzemenin naklinde zincirli konveyör kullanılacaktır.

Zincirli konveyör motor gücü: 50 kW

Ayak Boyu: 50 m

Toplam zincirli konveyör fiyatı: 50 m x 400 \$/m = 20.000 \$

	\$/yıl	\$/saat	\$/m
Amortisman	4.000	2,96	2,66
Faiz	1.440	1,06	0,96
Sigorta	400	0,30	0,27

### Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

Zincirli konveyör	Yedek parça gideri (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Tutarı (\$/yıl)	Birim maliyet (\$/m)
20.000	10	5	3.000	2

### Enerji Maliyeti

$$\text{Zincirli konveyör enerji sarfiyatı} = \frac{4,5 \text{ saat / gün} \times 50 \text{ kW} - \text{h/ saat}}{5 \text{ m/ gün}} = 45 \text{ kw} - \text{h/ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti} &= 45 \text{ kW-h/m} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 135.000 \text{ TL/m} \\ &= 3,10 \text{ $/m} \end{aligned}$$

### İşçilik Maliyeti

Nakliye işçilik maliyeti, toplam ayak hazırlık işçiliği bölümünde ele alınmıştır.

#### Nakliye maliyeti

Maliyet unsuru	\$/m
Amortisman maliyeti	2,66
Faiz maliyeti	0,96
Sigorta maliyeti	0,27
Yedek parça ve bakım-onarım maliyeti	2
Enerji maliyeti	3,10
İşçilik maliyeti	Toplam ayak hazırlık işçiliği bölümünde ele alınmıştır
<b>TOPLAM</b>	<b>8,99</b>

### c. Tahkimat

Ağaç Maliyeti;

Kasalar arası mesafe : 1,0 m

Fırçalar 0,75 m aralıklarla koyulacak,

Fırça boyu: 1 m

Bir kasanın çevre uzunluğu: 11 m

Fırça sayısı:  $11 \text{ m} / 0,75 \text{ m} = 15$  adet fırça (iki kasa arasına)

$$\text{Fırça tüketimi} = \frac{3,14 \times 1,0 \text{ m} \times 0,05^2 \times 15 \text{ adet}}{1,0 \text{ m}} = 0,11 \text{ m}^3/\text{m}$$

0,25 m aralıklarla koyulacak,

Kama boyu: 1,2 m

Kama sayısı:  $11 \text{ m} / 0,25 \text{ m} = 44$  adet kama (iki kasa arasına)

$$\text{Kama tüketimi} = \frac{1,2 \text{ m} \times 3,14 \times 0,05^2 \times 44 \text{ adet}}{1,0 \text{ m} \times 2} = 0,207 \text{ m}^3/\text{m}$$

Boyunduruk çapı: 20 cm

Boyunduruk boyu: 2,5 m

$$\text{Boyunduruk tüketimi} = \frac{3 \text{ m} \times 3,14 \times 0,10^2 \times 2 \text{ adet}}{1,0 \text{ m}} = 0,1884 \text{ m}^3/\text{m}$$

Direk boyu: 20 cm

Direk boyu: 2,5 m

Bir kasada 3 direk kullanılacak

$$\text{Direk tüketimi} = \frac{2,5 \text{ m} \times 3,14 \times 0,10^2 \times 3 \text{ adet}}{1,0 \text{ m}} = 0,2355 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç tüketimi} = 0,11 + 0,207 + 0,1884 + 0,2355 = 0,7409 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Ağaç maliyeti} = 0,7409 \text{ m}^3/\text{m} \times 3.720.000 \text{ TL}/\text{m}^3 = 2.756.148 \text{ TL}/\text{m}$$

$$= 63,35 \text{ \$/m}$$

#### d. Toplam İşçilik

Günlük işçilik: 24 yevmiye/gün

İşçinin günlük maliyeti: 2.000.000 TL

$$\begin{aligned} \text{İşçilik maliyeti} &= \frac{20 \text{ ye v/gün} \times 2.000.000 \text{ TL/gün}}{5 \text{ m/gün}} = 8.000.000 \text{ TL/m} \\ &= 183,91 \text{ \$/m} \end{aligned}$$

#### f. Kısaayak Ayak Hazırlığı Birim Maliyeti;

Maliyet unsuru	\$/m
Kazı maliyeti	163,59
Nakliye Maliyeti	8,99
Tahkimat Maliyeti	63,35
İşçilik Maliyeti	183,91
Diğer (%10)	41,98
<b>TOPLAM</b>	<b>461,82</b>

#### 5.1.3. Hazırlık maliyetlerinin mukayesesi

Maliyet unsuru	Uzunayak (\$/m)	Kısaayak (\$/m)
Tavanyolu (400 m)	565,55	331,19
Tabanyolu (400 m)	546,38	318,95
Ayak hazırlığı (50 m)	908,84	461,82

Ele alınan pano yüksekliği 7,5 m olduğu için ve kısaayak ayak yüksekliği 2,5 m olduğundan, yöntem mukayesesi yaparken kısaayak toplam hazırlık maliyetinin üç katı alınacaktır.

Buna göre kısaayak hazırlık maliyeti= 280.661 \$ x 3 = **841.984 \$**

Uzunayak hazırlık maliyeti= **743.540 \$**



## 5.2. Yöntemlerin Üretim Maliyetlerinin Hesaplanması

### 5.2.1. Uzunayak yöntemi işletme maliyetleri

Verilen büyüklükler;

Ele alınan pano boyutları

Pano boyu: 400 m

Ayak boyu: 50 m

Pano yüksekliği: 7,5 m (2,8 m aynadan, 4,7 m arkadan)

Kayıp: % 25

Hazırlık yatırımı: 409.214 \$

İşletilebilir rezerv=  $7,5 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 1,5 \text{ ton/m}^3 \times 0,75$   
= 168.750 ton

Üretime yönelik büyüklükler;

Tamburlu kesicinin aynadan ürettiği kömür: 174.562 ton/yıl

Arkadan göçertilerek alınan kömür: 246.750 ton/yıl

Toplam ayak üretimi: 421.312 ton/yıl

### A. SABİT MALİYETLERİ

#### a. Kazı ve yükleme maliyeti

Kazı ve yükleme işlemi tek tamburlu kesici tarafından yapılacaktır.

Makine Ömrü: 10.000 saat

Makine Fiyatı: 1.000.000 \$

Çalışma günü: 350 gün/yıl

Fiili çalışma saati: 3,5 saat/gün

İlerleme miktarı: 2,5 m/gün

Makinenin ömrü  $\cong 8$  yıl (3,5 saat/gün, 350 gün/yıl)

	\$/yıl	\$/saat	\$/ton
Amortisman	125.000	100	0,296 *
Faiz	67.500	53,57	0,386
Sigorta	20.000	15,87	0,114

\* Arkadan göçertilerek çekilen kömür dahil

## b. Delme maliyeti

Delme işlemi tavana 4 m delik delebilen delicilerle yapılacaktır.

Tavan Delik Delme Makinesi yatırım tutarı;

Ömrü: 10.000 saat

Fiyatı: 20.000 \$

Makinenin ömrü  $\cong$  6,2 yıl (4,6 saat/gün, 350 gün/yıl)

	\$/yıl	\$/saat	\$/ton
Amortisman	3.225,806	2,004	0,008
Faiz	1.320	0,820	0,003
Sigorta	400	0,248	0,001

## c. Tahkimat Maliyeti

Yürüyen tahkimat;

Ömrü: 10 yıl

Fiyatı: 30.000 TL/adet

Bir ayakta kullanılan adet: 50 m/1.5m  $\cong$  33 adet

Toplam fiyatı= 30.000 \$/adet x 33 adet = 990.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	99.000	0,234
Faiz	65.340	0,155
Sigorta	19.800	0,046

## d. Nakliye Maliyeti

### 1) Zincirli Konveyör

Ömrü: 5 yıl

Fiyatı: 400 \$/m

Uzunluk: 50 m

Toplam fiyatı= 400 \$/m x 50 m = 20.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	4.000	0,009
Faiz	1.440	0,003
Sigorta	400	0,001

### **2) Toplayıcı Konveyör**

Ömrü: 5 yıl

Fiyatı: 300 \$/m

Toplam fiyatı: 300 \$/m x 100 m = 30.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	6.000	0,014
Faiz	2.688	0,006
Sigorta	600	0,001

### **3) Bant Konveyör**

Ömrü: 5 yıl

Fiyatı: 150 \$/m

Uzunluk: 400 m

Toplam fiyatı= 150 \$/m x 400 m = 60.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	12.000	0,029
Faiz	4.320	0,01
Sigorta	1.200	0,003

### **Nakliye Yatırım Maliyeti**

Maliyet Unsuru	Amortisman		Faiz		Sigorta	
	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton
Zincirli konveyör	4.000	0,009	1.440	0,003	400	0,001
Toplayıcı konveyör	6.000	0,014	2688	0,006	600	0,001
Bant konveyör	12.000	0,029	4.320	0,010	1.200	0,003
<b>Toplam</b>	<b>22.000</b>	<b>0,052</b>	<b>8.448</b>	<b>0,019</b>	<b>2.200</b>	<b>0,005</b>

### e. Pano Hazırlıkları

Toplam hazırlık yatırımı: 409.214 \$

Pano ömrü= 400 m/2,5 m/gün = 160 gün

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	889.595,65	2,11
Faiz	77.928,56	0,18

### Birim Sabit Maliyetler

Maliyet Unsuru	Amortisman		Faiz		Sigorta	
	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton
Kazı ve yükleme	125.000	0,296	67.500	0,386	20.000	0,114
Delik delme	3.225,8	0,008	1.320	0,003	400	0,001
Tahkimat	99.000	0,234	65.340	0,155	19.800	0,046
Nakliye	22.000	0,052	8.448	0,019	2.200	0,005
Pano Hazırlığı	889.595,6	2,11	77.928,6	0,180	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>1.138.821,4</b>	<b>2,7</b>	<b>220.536,6</b>	<b>0,743</b>	<b>42.400</b>	<b>0,166</b>

## B. DEĞİŞKEN MALİYETLER

a. Enerji Maliyeti (Tamburlu kesici yükleyici, zincirli ve bant konveyör motorları, toplayıcı konveyör motorları)

Tamburlu kesici yükleyici enerji maliyeti;

$$= \frac{3,5 \text{ saat/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 150 \text{ kW-h} \times 3.000 \text{ TL/kW-h}$$

$$= 1.308,41 \text{ TL/ton}$$

$$= 0,03 \text{ \$/ton}$$

Zincirli konveyör enerji maliyeti:

$$= \frac{6,4 \text{ saat/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 150 \text{ kW/h} \times 3.000 \text{ TL/kW-h}$$

$$= 2.392,5 \text{ TL/ton}$$

$$= 0,055 \text{ \$/ton}$$

Toplayıcı konveyör enerji maliyeti:

$$\begin{aligned} &= \frac{6,4 \text{ saat/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 150 \text{ kW/h} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 2.392,5 \text{ TL/ton} \\ &= 0,055 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

Bant konveyör enerji maliyeti

$$\begin{aligned} &= \frac{6,4 \text{ saat/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 63 \text{ kW/h} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 1.004,86 \text{ TL/ton} \\ &= 0,023 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Enerji Maliyeti} &= 0,03 + 0,055 + 0,055 + 0,023 \\ &= 0,16 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

#### b. Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

Yatırımın Konusu	Fiyatı (\$)	Yedek parça oranı (%)	Bakım onarım oranı (%)	Tutarı (\$/ton)
Tamburlu kesici yükleyici	1.000.000	8	5	0,74
Tavan delik delme makinesi	20.000	10	8	0,02
Yürüyen tahkimat	990.000	4	2	0,14
Zincirli konveyör	135.000	10	5	0,05
Toplayıcı konveyör	225.000	8	5	0,07
Bant konveyör	280.000	10	5	0,10
<b>TOPLAM</b>				<b>1,12</b>

#### c. İşçilik

Üretim vardiyalarında: 20 işçi/vard

Bakım vardiyasında: 13 işçi/vard

İşçi sayısı= (20 x 2) + 13 = 53 işçi/gün

$$\begin{aligned} \text{İşçilik maliyeti} &= \frac{53 \text{ işçi / gün}}{1203,75 \text{ ton / gün}} \times 2.000.000 \text{ TL / işçi} \\ &= 132.087,2 \text{ TL/ton} \\ &= 3,036 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

#### d. Yağ sarfiyatı

Mekanize teçhizat üniteleri ve çeşitli motorlar;

Saatlik yağ tüketimi: 6 kg/s (benzer işletmelerden)

$$\begin{aligned}\text{Toplam yağ sarfiyatı} &= \frac{6 \text{ kg/s} \times 15 \text{ saat/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 100.000 \text{ TL/kg} \\ &= 7476,64 \text{ TL/ton} \\ &= 0,172 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

#### e. Patlayıcı madde

Arka kömürünün alınabilmesi için her tahkimatın penceresinden tavan bir delik delinecektir.

Delik boyu: 4 m

Ayak boyunca delik sayısı: 33 adet

Her 1,25 m ilerlemede bir delik delindiğine göre;

$$\begin{aligned}\text{Bir deliğe koyulacak dinamit miktarı} &= 5 \text{ adet/delik} \times 0,147 \text{ kg/adet} \\ &= 0,735 \text{ kg/delik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dinamit maliyeti} &= \frac{0,735 \text{ kg/delik} \times 66 \text{ delik/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 114.800 \text{ TL/kg} \\ &= 4.626,333 \text{ TL/ton} \\ &= 0,106 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

Kapsül; Her deliğe 1 kapsül olduğuna göre

$$\begin{aligned}\text{Kapsül maliyeti} &= \frac{66 \text{ delik/gün} \times 1 \text{ adet/delik}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 46.200 \text{ TL/adet} \\ &= 2.533,084 \text{ TL/ton} \\ &= 0,058 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Patlayıcı Madde Maliyeti} &= 0,106 \text{ \$/ton} + 0,058 \text{ \$/ton} \\ &= 0,164 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

#### f. Basınçlı hava

Tavan delik delme makinesi basınçlı hava tüketimi : 3,5 m<sup>3</sup>/dak

$$\begin{aligned}\text{Basınçlı hava maliyeti} &= \frac{3,5 \text{ m}^3/\text{dak} \times 276 \text{ dak/gün}}{1203,75 \text{ ton/gün}} \times 500 \text{ TL/ton} \\ &= 401,25 \text{ TL/dak} \\ &= 0,009 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

### g. Tüketilen Malzeme Maliyeti

Tij tüketimi:

Tij ömrü: 500 m (kömürde)

Tij fiyatı: 200 \$/adet

$$\text{Tij tüketimi} = \frac{66 \text{ delik/gün} \times 4 \text{ m/delik}}{1203,75 \text{ ton/gün}} = 0,219 \text{ m/ton}$$

$$\text{Tij maliyeti} = 200 \text{ \$/adet} / (500 \text{ m} / 0,219 \text{ m/ton}) = 0,087 \text{ \$/ton}$$

Bit tüketimi:

Bit ömrü: 250 m

Bit fiyatı 25 \$/adet

$$\text{Bit tüketimi} = \frac{66 \text{ delik/gün} \times 4 \text{ m/delik}}{1203,75 \text{ ton/gün}} = 0,219 \text{ m/ton}$$

$$\text{Bit maliyeti} = (0,219 \text{ m/ton} / 250 \text{ m/adet}) \times 25 \text{ \$/adet} = 0,022 \text{ \$/ton}$$

### Toplam Maliyet

Maliyetler	Birim Maliyeti (\$/ton)
Amortisman	2,70
Faiz	0,74
Sigorta	0,17
Enerji maliyeti	0,16
Yedek parça + Bakım-onarım maliyeti	1,12
İşçilik maliyeti	1,88
Yağ maliyeti	0,17
Patlayıcı madde maliyeti	0,15
Basınçlı hava maliyeti	0,01
Tüketilen malzeme maliyeti	0,11
*Diğer (%5)	0,36
<b>TOPLAM</b>	<b>7,57</b>

\*Toplam maliyetin %5'i alınmıştır.

## 5.2.2. Kısaayak yöntemi işletme maliyetleri

Ele alınan pano boyutları

Pano boyu: 400 m

Ayak boyu: 50 m

Pano yüksekliği: 7,5 m (2,5 m'lik dilimler halinde)

Kayıp: % 5

Hazırlık yatırımı: 841.984 \$

İşletilebilir rezerv=  $7,5 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 1,5 \text{ ton/m}^3 \times 0,95$   
= 213.750 ton

Üretim kapasitesi: 456.356 ton/yıl

### A. SABİT MALİYETLERİ

#### a. Kazı ve Yükleme

Kazı ve yükleme işlemi sürekli kazı makinesi tarafından yapılacaktır.

Sürekli Kazı Makinesi Yatırım tutarı;

Ömrü: 14.000 saat

Fiyatı: 750.000 \$

Yılda çalışma günü: 350 gün/yıl

Günde fiili çalışma saati: 5 saat/gün

	\$/yıl	\$/saat	\$/ton
Amortisman	93.750	53,57	0,204
Faiz	49.500	28,29	0,108
Sigorta	15.000	8,571	0,03

#### b. Tahkimat maliyeti

Yürüyen tahkimat;

Ömrü: 10 yıl

Fiyatı: 30.000 TL/adet

Bir ayakta kullanılan adet:  $50 \text{ m}/1,5 \text{ m} \cong 33 \text{ adet}$

Toplam fiyatı=  $30.000 \text{ $/adet} \times 33 \text{ adet} = 990.000 \text{ $}$



	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	99.000	0,217
Faiz	65.340	0,143
Sigorta	19.800	0,043

### c. Nakliye maliyeti

#### 1) Zincirli Konveyör

Ömrü: 5 yıl

Fiyatı: 400 \$/m

Uzunluk: 50 m

Toplam fiyatı= 400 \$/m x 50 m = 20.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	4.000	0,009
Faiz	1.440	0,003
Sigorta	400	0,001

#### 2) Toplayıcı Konveyör

Ömrü: 5 yıl

Fiyatı: 300 \$/m

Toplam fiyatı: 300 \$/m x 100 m = 30.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	6.000	0,013
Faiz	2.688	0,006
Sigorta	600	0,001

#### 3) Bant Konveyör

Ömrü: 5 yıl

Fiyatı: 150 \$/m

Uzunluk: 400 m

Toplam fiyatı= 150 \$/m x 400 m = 60.000 \$

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	12.000	0,026
Faiz	4.320	0,009
Sigorta	1.200	0,003

#### Nakliye Yatırım Tutarı

Maliyet Unsuru	Amortisman		Faiz		Sigorta	
	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton
Zincirli konveyör	4.000	0,009	1.440	0,003	400	0,001
Toplayıcı konveyör	6.000	0,013	2.688	0,006	600	0,001
Bant konveyör	12.000	0,026	4.320	0,009	1.200	0,003
<b>Toplam</b>	<b>22.000</b>	<b>0,048</b>	<b>8.448</b>	<b>0,018</b>	<b>2.200</b>	<b>0,005</b>

#### e. Pano hazırlıkları yatırım tutarı

Toplam hazırlık yatırımı: 841.984 \$

Pano ömrü= (400 m/7,32 m/gün) x 3 = 163,93 gün

= 163,93 gün/350 gün/yıl = 0,46 yıl

	\$/yıl	\$/ton
Amortisman	1.830.400	8,56
Faiz	160.343,04	0,75

#### Toplam Maliyet

Maliyet Unsuru	Amortisman		Faiz		Sigorta	
	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton	\$/yıl	\$/ton
Kazı ve yükleme	93.750	0,204	49.500	0,108	15.000	0,03
Tahkimat	99.000	0,217	65.340	0,143	19.800	0,043
Nakliye	22.000	0,048	8.448	0,018	2.200	0,005
Pano Hazırlığı	1.830.400	8,56	160.343,04	0,75	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>2.045.150</b>	<b>9,029</b>	<b>283.631,04</b>	<b>1,019</b>	<b>37.000</b>	<b>0,078</b>

## B. DEĞİŞKEN MALİYETLER

a. Enerji Maliyeti (Sürekli kazı makinesi, zincirli ve bant konveyör motorları, toplayıcı konveyör motorları)

Sürekli kazı makinesi enerji maliyeti;

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \text{ saat/gün}}{1.300 \text{ ton/gün}} \times 90 \text{ kW} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 1.038,46 \text{ TL/ton} \\ &= 0,024 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

Zincirli konveyör enerji maliyeti;

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \text{ saat/gün}}{1.300 \text{ ton/gün}} \times 75 \text{ kW} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 865,39 \text{ TL/ton} \\ &= 0,020 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

Toplayıcı konveyör enerji maliyeti;

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \text{ saat/gün}}{1.300 \text{ ton/gün}} \times 150 \text{ kW} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 1730,78 \text{ TL/ton} \\ &= 0,040 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

Bant konveyör enerji maliyeti;

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \text{ saat/gün}}{1.300 \text{ ton/gün}} \times 63 \text{ kW} \times 3.000 \text{ TL/kW-h} \\ &= 726,928 \text{ TL/ton} \\ &= 0,017 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Birim Enerji Maliyeti} &= 0,024 + 0,020 + 0,040 + 0,017 \\ &= 0,101 \text{ \$/ton} \end{aligned}$$

## b. Yedek Parça ve Bakım-Onarım Maliyeti

Yatırımın Konusu	Fiyatı (\$)	Yedek parça oranı (%)	Bakım-onarım oranı (%)	Birim Maliyet (\$/ton)
Sürekli kazı makinesi	750.000	8	5	0,213
Yürüyen tahkimat	990.000	4	2	0,130
Zincirli konveyör	135.000	10	5	0,064
Toplayıcı konveyör	225.000	8	5	0,064
Bant konveyör	280.000	10	5	0,092
<b>TOPLAM</b>				<b>0,563</b>

## c. İşçilik

Üretim vardiyalarında: 14 işçi/vard

Bakım vardiyasında: 8 işçi/vard

İşçi sayısı= (14 x 2) + 8 = 36 işçi/gün

$$\begin{aligned}\text{İşçilik maliyeti} &= \frac{36 \text{ işçi/gün}}{1.300 \text{ ton/gün}} \times 2.000.000 \text{ TL/işçi} = 55.384,6 \text{ TL/ton} \\ &= 1,273 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

## d. Yağ sarfiyatı

Mekanize teçhizat üniteleri ve çeşitli motorlar;

Saatlik yağ tüketimi: 6 kg/s (işletmedeki tecrübelerden)

$$\begin{aligned}\text{Yağ maliyeti} &= \frac{6 \text{ kg/s} \times 10 \text{ saat/gün}}{1.300 \text{ ton}} \times 100.000 \text{ TL/kg} = 4.615,4 \text{ TL/ton} \\ &= 0,106 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

## e. Çelik hasır

Yaklaşık fiyatı: 200.000 TL/m<sup>2</sup>

Çelik hasır 3 katta bir kere serilecektir. Yırtılmalar ve ilaveler için %20 fazlalık alınmıştır.

Bir dilimde çelik hasır serilecek alan= 400 m x 50 m x 1,20 = 24.000 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{Çelik hasır maliyeti} &= \frac{24.000 \text{ m}^2 / \text{pano}}{213.750 \text{ ton/pano}} \times 200.000 \text{ TL/ m}^2 = 22.456,14 \text{ TL/ ton} \\ &= 0,516 \text{ \$/ton}\end{aligned}$$

### Toplam Maliyet

Maliyetler	Tutarı (\$)
Amortisman Maliyeti	9,03
Faiz Maliyeti	1,02
Sigorta Maliyeti	0,08
Enerji maliyeti	0,10
Yedek parça + Bakım-onarım maliyeti	0,56
İşçilik maliyeti	1,27
Yağ maliyeti	0,11
Çelik hasır maliyeti	0,51
* Diğer (%5)	0,63
<b>TOPLAM</b>	<b>13,31</b>

### 5.3. Uzunayak ve Kısaayak Üretim Yöntemlerinin Birim Maliyet Karşılaştırması

	Uzunayak	Kısaayak
	\$/ton	\$/ton
Amortisman Maliyeti	2,70	9,03
Faiz Maliyeti	0,74	1,02
Sigorta Maliyeti	0,17	0,08
Enerji Maliyeti	0,16	0,10
Yedek parça ve Bakım Onarım Maliyeti	1,12	0,56
İşçilik Maliyeti	1,88	1,27
Yağ Maliyeti	0,17	0,11
Patlayıcı Madde Maliyeti	0,15	-
Çelik Hasır Maliyeti	-	0,52
Basınçlı Hava Maliyeti	0,01	-
Malzeme Maliyeti	0,11	-
Diğer Giderler (%5)	0,36	0,63
<b>TOPLAM</b>	<b>7,57</b>	<b>13,31</b>

\* Toplam maliyetin %5'i alınmıştır.

#### 5.4. Üretim Yöntemlerinin Kârlılıklarının Karşılaştırılması

Tüvenan kömür satış fiyatı = 55 \$/ton

Kısaayak üretim maliyeti = 13,31 \$/ton

Uzunayak üretim maliyeti = 7,57 \$/ton

Diğer maliyetler = ΔM \$/ton

Kısaayak üretim yöntemi ile bir panodan kazanılan kömür miktarı: 213.750 ton

Uzunayak üretim yöntemi ile bir panodan kazanılan kömür miktarı: 168.750 ton

Bu değerler kullanılarak bir kâr mukayesesi yapıldığında (Diğer maliyetlerin eşit olması kabulüyle;

$$\begin{aligned} \text{Uzunayak üretim yöntemi karı} &= [(55 \text{ \$/ton} - 7,57 \text{ \$/ton}) \times 168.750 \text{ ton}] - \Delta M \$ \\ &= \mathbf{8.003.812 \$ - \Delta M \$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kısaayak üretim yöntemi karı} &= [(55 \text{ \$/ton} - 13,32 \text{ \$/ton}) \times 213.750 \text{ ton}] - \Delta M \$ \\ &= \mathbf{8.909.313 \$ - \Delta M \$} \end{aligned}$$

## 6. ALTERNATİF ÜRETİM YÖNTEMLERİNİN ÇOK BOYUTLU AMAÇLAR DÜZENİNE GÖRE MUKAYESESİ

Alternatif üretim yöntemlerinin mukayesesinde sadece maliyet açısından (mono amaç) karar vermek doğru değildir. Böyle bir kararda emniyet, teknik uygunluk vb. gibi önemli parametreler gözardı edilmektedir. Bu nedenle optimum kararı vermek için olaya multi amaçlar bazında yaklaşmak en doğru davranış biçimi olacaktır.

Çok boyutlu amaçlar düzenine göre karar verebilmek için öncelikle amaçlar, amaç-araç ilişkisine göre (amaçlar hiyerarşisi) sıralanmıştır (Şekil 26).

Amaçlar hiyerarşisi oluşturulduktan sonra alternatif yöntemlerin içerisinde en uygun olanını tercih edebilmek amacıyla oransal skalalama yöntemi kullanılmıştır. Bu skalalama metodunun tercih edilmesinin nedenleri;

- Diğer skalalama yöntemlerinin bütün özelliklerini içermesi,
- Toplanabilirlik özelliğinin olması,
- Temelinde sıfır noktasının açıkça tespit edilmiş olması ve kendi içinde transformasyona uğratılabilmesi,

Amaçlar düzeninin oluşturulması ve skalama yönteminin belirlenmesinden sonra amaçların ordinal skalama dereceleri (tercih öncelikleri) belirlenmiş ve amaçların ağırlıkları hesaplanmıştır (100 puan üzerinden). Bu hesaplamalarda aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$g_i = \frac{2(N+1 - R_j)}{N(N+1)} \times 100$$

Burada;

\*  $g_i$ : Kriter (amaç) ağırlığı

$R_j$ : Ordinal skalama derecesi

N: Kriter sayısı

Amaçlar hiyerarşisindeki kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinden sonra amaç verimleri yargı şeması oluşturulmuştur (Tablo 6).

Daha sonra baz alınan alternatif üretim yöntemlerinin herbir kritere göre amaç verimleri belirlenmiştir (Tablo 7).

\* Şekil 26'daki rakamlar amaçların ağırlıklarını ifade etmektedir.

Alternatif amaç verimleri belirlendikten sonra, amaç verimleri yargı şemasından yararlanılarak alternatif üretim yöntemlerinin herbir kritere göre aldığı puanlar (10 üzerinden) tesbit edilmiştir (Tablo 8). Bu işlemden sonra aşağıdaki formül kullanılarak alternatif üretim yöntemlerinin 10 üzerinden aldığı toplam puan hesaplanarak değer sentezi yapılmıştır.

$$\Sigma \text{ puan} = \Sigma (g_i \times V) / 100$$

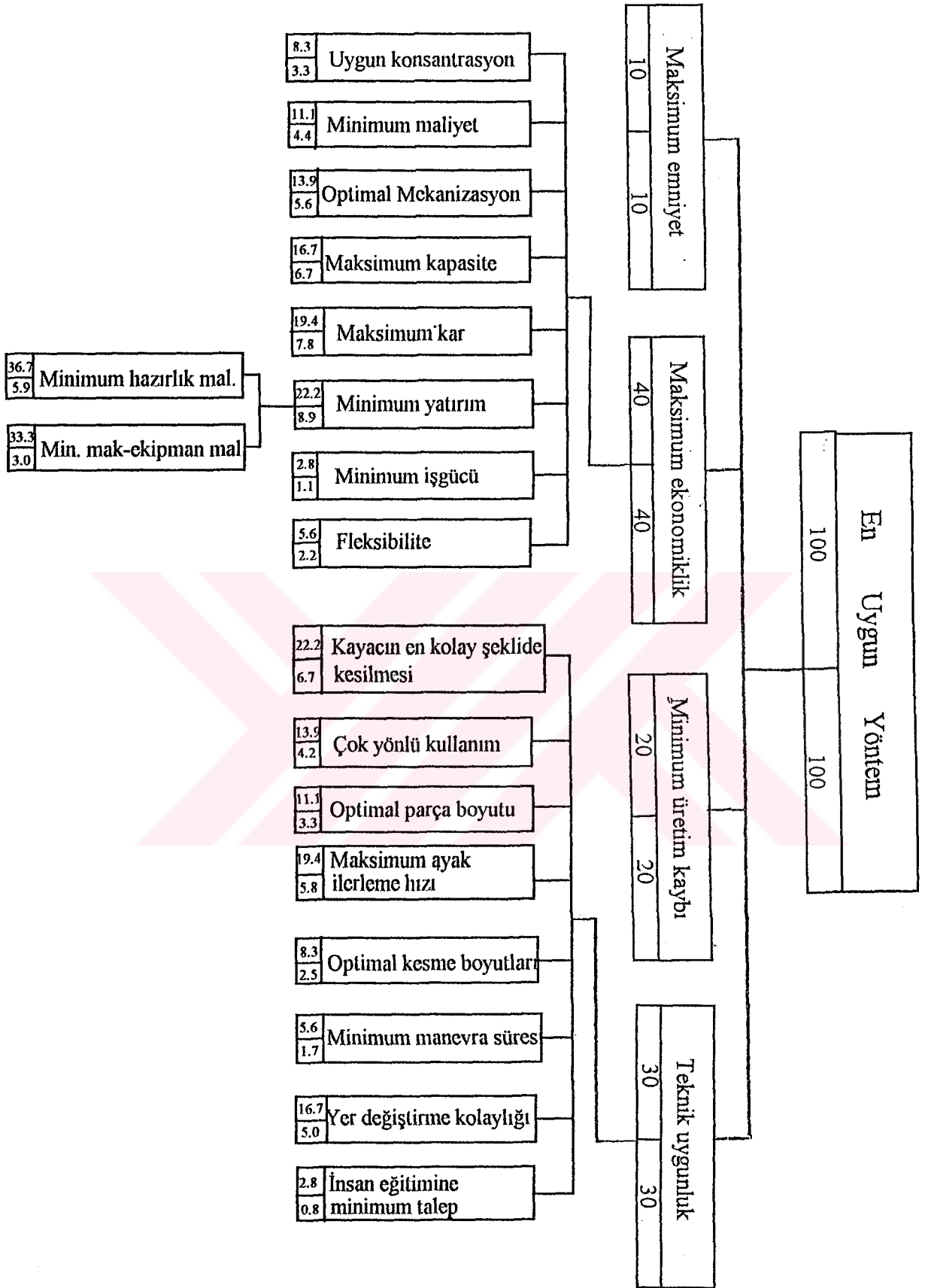
Burada;

$g_i$  : Kriter ağırlığı

V: Alternatif verim değeridir.

Tablo 8'de görüldüğü gibi alternatif üretim yöntemlerinin Çok Boyutlu Amaçlar Düzeninde irdelenmesinden sonra Kısaayak Üretim Yöntemi 10 üzerinden 7.4, Uzunayak Üretim Yöntemi ise 4.08 puan almıştır.





Şekil 26. Amaçlar hiyerarşisi

Tablo 6. Amaç Verimleri Yargı Şeması

No (i)	Ağırlık (g <sub>i</sub> )	Puan Kriter	$9 \leq n_i \leq 10$	$7 \leq n_i \leq 8$	$4 \leq n_i \leq 6$	$2 \leq n_i \leq 3$	$0 \leq n_i \leq 1$
1	10	Emniyet	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
2	3,3	Konsatrasyon	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
3	4,4	Üretim Maliyeti	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
4	5,6	Mekanizasyon	Mekanizasyon iyi,sistem uzaktan kontrol vı kumanda edilebilir, ocakta insana ihtiyaç yok	Mekanizasyon iyi, uzaktan kumanda ve kontrol edilebilir ocakta insan bulunması zorunlu	Mekaiizasyon orta, uzaktan kumanda ve kontrol edilemez.	Yarı mekanizasyon insan gücüne talep fazla	Mekanize değil
5	6,7	Kapasite (ton/gün)	> 1500	1500-1250	1250-750	750-500	500 >
6	7,8	Kar (milyon \$) (Pano bazında)	> 8,5	6,5-8,5	4,5-6,5	2,5-4,5	2,5 >
7	5,9	Hazırlık maliyeti	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
8	3,0	Makine-ekipman maliyeti	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
9	1,1	İşgücü (işçi/ayak)	< 10	10-15	15-20	20-25	25 <
10	2,2	Fleksibilite	Üretim istendiğinde %100 artırılabilir	Üretim istendiğinde %70 artırılabilir	Üretim istendiğinde %50 artırılabilir	Üretim istendiğinde %30 artırılabilir	Üretim artırılamaz
11	20,0	Üretim kaybı (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	> 20
12	6,7	Kolay kesilebilirlik (ton/dak)	> 8	8-6	6-4	4-2	2>
13	4,2	Çok yönlü kullanım	Galeri açma, kazı, yükleme işlemlerinde kullanılabilir. Ayrıca birden fazla üretim yönteminde kullanılabilir.	Galeri açma, kazı, yükleme işlemlerinde kullanılabilir.	Kazı, yükleme ve nakliye işlemlerini yapabilir	Kazı ve yükleme işlemlerini yapabilir	Sadece ayak kazısında kullanılabilir
14	3,3	Parça boyutu (Ort. blok boyutu)	Çok iyi	iyi	orta	kötü	toz boyutunda
15	5,8	Ayak ilerleme hızı (m/gün)	> 7	7-5	5-3	3-1	1 >
16	2,5	Kesme boyutları (m <sup>2</sup> )	> 7	7-5	5-3	3-1	1 >
17	1,7	Manevra süresi (dak)	< 5	5-10	10-15	15-20	20 <
18	5,0	Yer değiştirme	Kendi kendine yer değiştirebilir	Parçalarına ayrılmadan taşınabilir, bu iş için kısa süre gerekir	Parçalarına ayrılmadan taşınabilir, bu iş için uzun süre gerekir	Yer değiştirmesi için tamamen parçalanması gerekir, bu iş kısa süre gerekir.	Yer değiştirmesi için tamamen parçalanması gerekir, bu iş uzun süre gerekir.
19	0,8	İnsan gücü eğitimi talebi	1 hafta	1 ay	3 ay	6 ay	1 yıl

Tablo 7. Alternatif Amaç Verimleri

No (j)	Kriter	Ağırlık (g <sub>j</sub> )	Alternatifler	
			Uzunayak Üretim Yöntemi	Kısaayak Üretim Yöntemi
1	Emniyet	10	İyi	İyi
2	Konsantrasyon	3,3	Orta	İyi
3	Üretim Maliyeti	4,4	Orta	Orta
4	Mekanizasyon	5,6	Mekaizasyon orta, uzaktan kumanda ve kontrol edilemez.	Mekaizasyon orta, uzaktan kumanda ve kontrol edilemez.
5	Kapasite (ton/gün)	6,7	1203,75	1303,87
6	Kar (\$)	7,8	8.003.812 - ΔT	8.909.313 - ΔT
7	Hazırlık maliyeti	5,9	Orta	Yüksek
8	Makine-ekipman maliyeti	3,0	Yüksek	Yüksek
9	İşgücü (işçi/ayak)	1,1	20	14
10	Fleksibilite	2,2	Üretim artırılmaz	Üretim istendiğinde %30 artırılabilir
11	Üretim kaybı (%)	20,0	25	5
12	Kolay kesilebilirlik (ton/dak)	6,7	2,6	4,5
13	Çok yönlü kullanım	4,2	Kazı ve yükleme işlemlerini yapabilir.	Galeri açma, kazı, yükleme işlemlerinde kullanılabilir. Ayrıca birden fazla üretim yönteminde kullanılabilir.
14	Parça boyutu (Ort. blok boyutu)	3,3	Orta	Orta
15	Ayak ilerleme hızı (m/gün)	5,8	2,5	7,32
16	Kesme boyutları (m <sup>2</sup> )	2,5	1,75	4,57
17	Manevra süresi (dak)	1,7	10	10
18	Yer değiştirme	5,0	Yer değiştirmesi için tamamen parçalanması gerekir. Bu iş için kısa süre gerekir.	Kendi paletleri üzerinde ilerleyerek yer değiştirebilir
19	İnsan gücü eğitimi talebi	0,8	3 ay	6 ay

Tablo 8. Alternatiflerin Amaç Verim Değerleri Sentezi

No (i)	Kriter	Ağırlık (g <sub>i</sub> )	Alternatifler	
			Uzunayak Üretim Yöntemi *	Kısaayak Üretim Yöntemi *
1	Emniyet	10	8	8
		$\Sigma$	0,8	0,8
2	Konsantrasyon	3,3	6	7
3	Maliyet	4,4	5	5
4	Mekanizasyon	5,6	6	6
5	Kapasite (ton/gün)	6,7	6	8
6	Kar	7,8	7	9
7	Hazırlık maliyeti	5,9	5	2
8	Makine-ekipman maliyeti	3,0	7	7
9	İşgücü (işçi/ayak)	1,1	4	7
10	Fleksibilite	2,2	1	3
		$\Sigma$	2,27	2,49
11	Üretim kaybı (%)	20,0	1	10
		$\Sigma$	0,20	2,00
12	Kolay kesilebilirlik (ton/dak)	6,7	2	5
13	Çok yönlü kullanım	4,2	3	9
14	Parça boyutu (Ort. blok boyutu)	3,3	5	5
15	Ayak ilerleme hızı (m/gün)	5,8	3	9
16	Kesme boyutları (m <sup>2</sup> )	2,5	3	5
17	Manevra süresi (dak)	1,7	7	7
18	Yer değiştirme	5,0	3	9
19	İnsan gücü eğitimi talebi	0,8	6	2
		$\Sigma$	0,99	2,11
<b>GENEL TOPLAM (Değer Sentezi)</b>			<b>4,26</b>	<b>7,4</b>

\* Tamburlu kesicinin uygulanmasındaki patlatmaya binaen emniyetin azalması, Sürekli kazı makinesi uygulamasında ise tahkimat-arın arasında emniyetin azalması, her iki yöntemi aynı kategoriye sokmaktadır.

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

E.L.İ. Eynez Yeraltı Ocağında, iki değişik yöntem arasında yapılan teknik ve ekonomik karşılaştırmalar neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Uzunayak üretim yönteminde, 2,8 m'si aynadan ve 4,7 m'si arkadan olmak üzere toplam dilim kalınlığı 7,5 m'dir. Kısaayak üretim yönteminde ise tamamı aynadan olmak üzere dilim kalınlığı 2,5 m'dir.
- Uzunayak üretim kapasitesi : 1200 ton/gün  
Kısaayak üretim kapasitesi : 1300 ton/gün'dür.
- Ayak ilerleme hızı; Uzunayakta 2,5 m/gün, Kısaayakta ise 7,32 m/gün olarak tesbit edilmiştir.
- İki yöntem karşılaştırılırken 7,5 m kalınlığında bir dilim esas alınmış, maliyetler ve elde edilen kâr bu rezerv üzerinden hesaplanmıştır.

Yapılan ekonomik mukayese sonucunda;

- Uzunayak üretim maliyeti: 7,57 \$/ton

Kısaayak üretim maliyeti : 13,31 \$/ton olarak hesaplanmıştır.

(Bu maliyetlere her iki yöntemde eşit olan maliyetler dahil edilmemiştir.)

- Bu maliyetler esas alınarak, panodan elde edilecek kâr hesaplandığında;

Uzunayak üretim yöntemi kârı: 8.003.812 \$ - ΔM \$

Kısaayak üretim yöntemi kârı : 8.909.313 \$ - ΔM \$ olarak bulunmuştur.

Bu aradaki fark, uzunayak yöntemindeki % 25-30'lara varan kömür kaybindan kaynaklanmaktadır. Kısaayakta ise bu kayıp ancak % 5'ler civarındadır. Uzunayak üretim yönteminde, kömür kaybını % 25 kabul ederek basit bir hesap yaparsak; 7,5 m yüksekliğinde bir panoda, satış hasılatı bazında yaklaşık olarak 3.000.000 \$'lık bir kömür değeri yeraltında bırakılmış demektir. Bu da sadece bir pano için hiçte azımsanmayacak bir büyüklüktür. Bu büyüklük tüm rezerv için nazarı dikkate alındığında ülkenin önemli hammadde kaybı sözkonusudur. Kaldı ki ülkemizde kükürt oranı bu derece düşük fazla hammadde kaynağı da mevcut değildir.

Uzunayakta üretim kaybına ilave olarak, arkadan alınan kömüre tavantaşı karışması sözkonusudur. Yukarıdaki hesaplar yapılırken bu karışımın getirdiği ek maliyetler ele alınmamıştır. Bu durum maliyeti arttırdığı gibi, tüvenan kömürün kalitesini düşürmekte ve aynı kalitede kömür elde etmek için ek masraflar gerektirmektedir. Bu vesile ile kısaayak yönteminin tercih edilmesi daha fazla ağırlık kazanmaktadır.

- İki yöntem çok boyutlu amaçlar düzenine göre karşılaştırılmış ve karşılaştırmada uzunayak üretim yöntemi 10 üzerinden 4,26 puan, kısaayak üretim yöntemi ise 7,4 puan almıştır.

Yukarıda yapılan karşılaştırmalar ele alındığında genel olarak kısaayağın daha avantajlı olduğu gözükmektedir. Ancak müteakip araştırmalarla aşağıdaki sorulara cevap alınmasında fayda mülahaza edilmektedir.

1. Kısaayağın, 7,5 m kalınlığında bir dilime uygulanması halinde sonuçların nasıl olacağını araştırılması,
2. Kısaayakta tavan kontrolü problemlerinin özellikle tavanyolu bölümünde ne gibi beklenmedik sonuçlar getirebileceğinin irdelenmesi,
3. Genelde kısaayak gerek organizasyon, gerekse üretim hızı bakımından fevkalâde daha iyi perspektif göstermektedir. Bu hususa yönelik işletme bazlı araştırmaların yapılması,

Yukarıdaki hususlar itibarıyla Kısaayak Üretim Yönteminin bölge için gerek yeni bir yöntem olarak, gerekse daha iyi sonuçlar verdiğiinden dolayı detay projelendirilmesinde yarar vardır.

## KAYNAKLAR

- Ahıska, T., İnce, M.,** 1989. Çok Katlı Uzunayak Panolarında Yapay Tavan Uygulaması: Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 11. Kongresi, Ankara, s.203-226
- Arioğlu, E.,** 1988, Çözümlü Madencilik Problemleri, Ankara, 307 s.
- Ataman, T.,** 1987, Yeraltı Kömür Ocaklarında Mekanizasyon, Ankara. 270 s.
- Bhatt, S.K.,** October, 1990. Continuous Haulage Systems for Computer-Assisted Continuous Miner: Mining Engineering, s.1184-1189.
- Bilgin, N.,** 1989. İnşaat ve Maden Mühendisleri için Uygulamalı Kazı Mekaniği, İstanbul, 192 s.
- Birön, C., Arioğlu, E.,** Kasım, 1993. Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı, İstanbul, 360 s.
- Bise, C.J., Ramani, R.V.,** February, 1983. Equipment, Ground Control and Safety Considerations for Thick-Seam Underground Coal Minig: Mining Engineering, s.145-151.
- Breithaupt, R.L.,** 1982. Shuttle Cars: Underground Mining Method Handbook, Hustrulid, W.A.(ed), s.1223-1226, Newyork.
- Brezovec, D.,** February, 1981. Operators Fihgt Face Haulage Delays: Coal Age, s. 126-140
- Chadwick, J.,** June, 1993. Coal Face Development and Coal Clearance: Mining Magazine, s.324-331.
- Chadwick, J.,** April, 1995. Mechanised Drivage: Mining Magazine, s. 227-236.
- Chironis, N.P.,** February, 1981. R&D Projects Paying Off in 1981: Coal Age, s.74-94.
- Çakır, O., Karakoç, K., Kundur, A.,** 1985. G.L.İ. Tunçbilek Bölgesinde Pilot Mekanize Ayak Uygulaması ve Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi: Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, Ankara, s.137-162.
- Demirci, A.,** Mart-Haziran, 1982. Yeraltı Maden İşletmelerinde Kazı Yöntemlerinin Seçimi: Madencilik Dergisi, Ankara
- Doktan, M., İnci, Y.S.,** 1986. E.L.İ: Soma Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Uygulanan Üretim Yöntemi, Sorunları ve Mekanizasyon İmkanları: Madencilik dergisi, s. 5-20.
- E.L.İ.** 1.500.000 tüvenan-ton/yıl Üretim Kapasiteli Eynez-I Yeraltı Tevsii Projesi (Temmuz, 1990).

- Erickson, C.**, 1982. Shortwall Mining Equipment: Underground Mining Method Handbook, Hustrulid, W.A.(ed), s.1146, Newyork.
- Ersen, A., Ünver, Ö.**, 1985. Beypazarı Tam Mekanize Yeraltı Linyit Projesi: Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, Ankara, 163-178.
- Fiscor, S.**, March, 1994. Continuous Haulage Systems: Coal, s.51-53.
- Fitzgerald, C.W.**, 1982. Continuous Mining Machines: Underground Mining Method Handbook, Hustrulid, W.A.(ed), s.1128-1145, Newyork.
- Forrest, R.W.**, November 1991. Coal Clearance in the United States: Mining Engineer, s.127-132.
- Freier, M.D.**, May, 1994, Continuous Miner Techniques and Associated Equipment: Mining Technology, s.130-135.
- Given, I.A., Editor.** 1973. SME Mining Engineering Handbook, Newyork
- Green, P.**, September, 1984. Miner Cuts 840 Tons Each Shift: Coal Age, s. 70-73.
- Halıcıoğlu, B.S.**, Kasım, 1993. E.L.İ. Eynez İşletmesi Yeraltı Ocağının Mekanizasyon ve Modernizasyonu: Seminer, Soma.
- Hekimoğlu, O.Z.**, 1991. O.A.L. Müessesesindeki Tamburlu Kesiciler ve Karşılaşılan Sorunlar: Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kongresi, Ankara, s133-147.
- Hynes, P.W.**, November 1989. Shortwall Mining of Trona Using an Advancing Tailgate: Mining Engineering, s.1126-1131.
- İnci, Y.S., Derin, A.**, 1991. E.L.İ. Soma İşletmesi Darkale Yeraltı Ocağında İşletme Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kongresi, Ankara, s.117-132.
- Kahrıman, A.**, 1993. Maden İşletme Projeleri Hazırlama ve Değerlendirme, Sivas.
- King, R.H., Suboleski, S.C.**, October, 1991. Opportunities for Continuous Mining Productivity Improvements: Mining Engineering, s. 1226-1231.
- Mayton, A.G., Bartels, J.R., Mayercheck, W.D.**, November 1989. Novel Design for a Thin Seam Shuttle Car Featuring an Ergonomic Operator Compartment: Mining Engineering, s.1132-1134.
- McDovel, S.G.**, October, 1991. Automation Aids Continuous Miner Productivity: Mining Engineering, s.1219-1221.
- Metcalf, W.**, November, 1988. Equipment Use and Maintenance at Cleveland Potash: Engineering and Mining Journal, s.30-35.
- Miano, M.P., Grayson, R.L., Yuan, S.**, August, 1994. Matching Longwall and Continuous Miner Productivity Requirments: Mining Engineering, s. 995-998.



- Mular, A.L.**, 1982, Mining and Mineral Processing Equipment Costs and Preliminary Capital Cost Estimations, Canada
- Pera, F.**, August, 1983. Thick Seam Sublevel Caving With New Hungarian Shield: World Coal, s.36-39.
- Pritchard, C.J.**, November 1990. Advantages of Using Advancing Tailgate Shortwall Ventilation in Underground Trona Mining: Mining Engineering, s.1259-1262.
- Rostami, J., Özdemir, L., Neil, D.M.**, November 1994. Performance prediction: A Key Issue in Mechanical Hard Rock Mining: Mining Engineering, s.1263-1267.
- Saltoğlu, S.**, 1988. Madenlerde Yeraltı Üretim Yöntemleri, İstanbul, 188 s.
- Sanda, A.P.**, January, 1990. Continuous Miners: Coal, s. 50-56.
- Trent, R.H.**, 1982. Shortwall Mining: Underground Mining Method Handbook, Hustrulid, W.A.(ed), s.850-871, Newyork.
- Türkiye 2. Madencilik Şurası**, Ekim, 1993, Ankara.
- Underhill, K.N.**, November/December, 1992. Anderson KBII-The Way Ahead: Mining Technology, s.316-320.
- Ünver, B., Çetiner, R., Namlıtürk, C., Yalman, O.İ.**, 1991. E.L.İ. Eynez Yeraltı Ocağında Mekanizasyon Uygulaması: Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kongresi, Ankara, s. 99-116.
- Walker, S.C.A.**, September 1992. American Mining Machinery: Mining Technology, s.231-236.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Önder UYSAL, 04.08.1971 tarihinde Bergama'da doğdu. 1988 yılında Kınık Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünü bitirdi. 1992 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Nisan 1993 'de aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlayan Önder UYSAL halen aynı bölümde görevini sürdürmektedir.

**Bildiği Yabancı Dil: İngilizce**