

G.L.İ. ÖMERLER YERALTI OCAĞI
MEKANİZE ÜRETİM SİSTEMİNDE
ARKA KÖMÜRÜ ALINMASINA BAŞLAMADA
UYGUN KESİM ARALIĞININ BELİRLENMESİ

Mustafa YILMAZ

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz -2008

**G.L.İ. ÖMERLER YERALTI OCAĞI MEKANİZE ÜRETİM SİSTEMİNDE
ARKA KÖMÜRÜ ALINMASINA BAŞLAMADA UYGUN KESİM ARALIĞININ
BELİRLENMESİ**

Mustafa YILMAZ

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Maden İşletme Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ
Y. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

Temmuz - 2008

KABUL ve ONAY SAYFASI

Mustafa YILMAZ'nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı G.L.İ. Ömerler Yeraltı Ocağı Mekanize Üretim Sisteminde Arka Kömürü Alınmasına Başlamada Uygun Kesim Aralığının Belirlenmesi başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../2008

Üye : Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ

Üye : Doç. Dr. Hürriyet AKTAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Necmettin ÇETİN

Üye : Doç. Dr. Kaan ERASLAN

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**G.L.İ. ÖMERLER YERALTI OCAĞI MEKANİZE ÜRETİM SİSTEMİNDE ARKA
KÖMÜRÜ ALINMASINA BAŞLAMADA UYGUN KESİM ARALIĞININ
BELİRLENMESİ**

Mustafa YILMAZ

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Göktay EDİZ

Y. Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

ÖZET

Bu çalışma Ömerler yer altı ocağı mekanize üretim sisteminde arka kömürü alınması işlemine başlanmasında uygun kesim aralığının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Üretimi gerçekleştirilen kömür damarının kalın olması ve sadece kesim yapılarak kömür damarının tamamının alınamaması sebebiyle üretim aşamasında, kesilerek alınan kömür bloğu haricinde kalan tavan kömürü, arka kömürü olarak göçertilerek üretimi yapılmaktadır. Tavan kömürünün, arka kömürü olarak alınabileceği uygun mekanize tahkimat modeli seçilerek kömür üretimi gerçekleştirilmektedir. Ömerler yeraltı ocağında göçertilerek alınacak kömür kalınlığının fazladır. Bu sebepten üretim aşamasında tavan kömürü kazanımı önemli bir yer tutmaktadır. Hazırladığımız çalışmada; arka kömürü alınmasına başlanılmasında, tavan kömürünün en yüksek oranda kazanıldığı ve böylece üretim miktarının artırıldığı, kömürün göçükte bırakılmayarak, emniyetli bir çalışma ortamının sağlandığı, arka kömürü alınmasında üretilen kömüre karışan taş oranının en az seviyede olduğu uygun kesim aralığı belirlemeye çalışılmıştır. Bu amaçla ayakta, bir kesim, iki kesim ve üç kesim yapılması sonrasında arka kömürü alınması uygulamasına başlanarak, bu uygulamalardan ayrı ayrı veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak yapılan hesaplamalarda, ulaşılan değerler karşılaştırılmıştır. Mekanize üretim sisteminde, aynada üç kesim yapılması sonrası arka kömürüne başlanması uygulanmasında en iyi değerlere ulaşılmış ve uygulama önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Arka kömürü, Kesim aralığı, Mekanize, Tahkimat, Tavan kömürü, Üretim, Yeraltı.

DETERMINATION OF THE SUITABLE SLICE THICKNESS FOR GAINING COAL IN GOAF IN ÖMERLER UNDERGROUND MECHANIZED MINE

Mustafa YILMAZ

Mining Engineering, M.Sc., 2008

Thesis Supervisor: Prof. Dr. İ. Göktaý EDİZ

Thesis Vice-Supervisor: Asist. Prof. Dr. Hamdi AKÇAKOCA

SUMMARY

This research was carried out in order to determine the suitable production period or cycling for the start of coal gaining from the goaf in a mechanized production system of Ömerler underground coal mine. The unexcavated part of the coal seam (roof coal) is obtained from the goaf area as a back coal since the seam being worked is very thick and the current production method applied do not allow the excavation of the whole seam thickness. This method necessitates the selection of proper support system which allows the unexcavated part of the coal seam (roof coal) to be obtained from the goaf area. The thickness of the roof coal in Ömerler underground coal mine is very high. Therefore, coal gaining from the goaf becomes very important in this production method.

In this research, it was aimed to reach a suitable production cycling for coal gaining from the goaf which enables higher rate of recovery from the collapsed roof coal in the goaf, increased safety due to the less amount of roof coal left in the goaf and lower stone dilution rate in the back coal obtained. For this purpose, coal wining was initiated after single, double and triple face cuts and the data for each case were collected. The data were then interpreted and comparisons were made. The best results were obtained in the case of back gaining after triple face cuts were achieved.

Keywords: Coal in Goaf, Production Period, Mechanized, Support Systems, U/G Coal Mining, Roof Coal, Excavation, Underground.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında her konuda yardımlarını esirgemedi yapıcı yöndeki eleştirileri ve olumlu katkıları ile beni yönlendiren Yüksek Lisans tez danışmanım Prof. Dr. İ. Göktay EDİZ ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hamdi AKÇAKOCAYA öncelikle teşekkür ederim.

Garp Linyitleri İşletmesi yetkililerine ve onların şahsında öncelikle Yeraltı sevisinde görevli mühendis arkadaşlarım Sayın Akın ŞİRİN, Ercan İPEK, Yılmaz YILDIRIM ve Bilal ALTUNÖRZ'e çalışmalarına verdikleri destek ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Eşime ve aileme bana verdikleri destekten ve gösterdikleri sabırdan dolayı şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği bölümündeki hocalarıma da bana gösterdikleri hoşgörü ve yaptıkları yardımlardan dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Mustafa YILMAZ

Temmuz 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GARP LİNYİTLERİ İŞLETMESİ HAKKINDA GENEL BİLGİ	3
2.1. Tarihçe ve Kuruluş	3
2.2. Sahanın Jeolojisi	3
2.3. Yapılan jeoteknik sondajlar	5
2.4. Kömür Damarını Çevreleyen Formasyonların Özellikleri	7
2.5. Kömür Damarının Yapısı	10
2.6. İşletme Faaliyetleri	12
3. KALIN KÖMÜR DAMARLARINDA UYGULANAN ÜRETİM YÖNTEMLERİ	13
4. G.L.İ. ÖMERLER YERALTI OCAĞI MEKANİZE ÜRETİM YÖNTEMİ	18
4.1. Uygulama	18
4.2. Ömerler Yeraltı Ocağı Mekanize Uzun Ayak Uygulaması	18
4.2.1. Üretim Yapılan Panolar	21
4.2.1.1. Pilot Olarak Hazırlanan M1 Panosunda Üretim	23
4.2.2. Ayna Kesimi	24
4.2.3. Tahkimatların İlerletilmesi	27
4.2.4. Ayak Zincirli Oluğunun Ötelenmesi	28
4.2.5. Arka (tavan) Kömürünün Alınması	28
5. ARKA KÖMÜRÜ ALINMASINA BAŞLAMADA UYGUN KESİM ARALIĞININ BELİRLENMESİ	30
5.1. Ayakta Arka Kömürü Alınması İşlemine Geçilmesi	33
5.2. Arka Kömürü Alınması İşleminde Numune Alınması	33
5.2.1. Damardan Numune Alınması	33
5.2.2. Bant Üzerinden Numune Alınması	34
5.3. Arka Kömürü Alınmasında Kömüre Taş Karışım Oranının Belirlenmesi	35
5.4. Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi	36

İÇİNDEKİLER (devamı)

	<u>Sayfa</u>
5.4.1. Farklı Kesim Aralıklarında, Arka Kömürü Alınmasının Ayak İlerleme Hızına Etkisinin Belirlenmesi.....	37
5.5. Bir Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alınması uygulaması	38
5.5.1. Bir Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Elde Edilen Veriler	40
5.5.2. Bir Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Üretilen Kömüre Karışan Taş Oranı	40
5.5.3. Bir Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi	41
5.5.4. Bir Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Avantajları	42
5.5.5. Bir Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Dezavantajları	44
5.6. İki Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alınmasına Başlanması	50
5.6.1. İki Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alma İşleminde Elde Edilen Değerler	51
5.6.2. İki Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Kömüre Taş Karışım Oranının Belirlenmesi	51
5.6.3. İki Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi	52
5.6.4. İki Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Avantajları	52
5.6.5. İki Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Dezavantajları.....	53
5.7. Üç Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alınmasına Başlanması.....	55
5.7.1. Üç Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alma İşleminde Elde Edilen Değerler	56
5.7.2. Üç Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Kömüre Taş Karışım Oranının Belirlenmesi	56
5.7.3. Üç Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi	57
5.7.4. Üç Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Avantajları	57
5.7.5. Üç Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Dezavantajları.....	58
6. UYGULAMALARIN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	59
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
2.1. GLİ üretim bölgesi (Tunçbilek) coğrafi konumu	3
2.2. Kömür damarını çevreleyen tabakalar	8
2.3. Ömerler yeraltı ocağı mekanize ayak panolarındaki kömür damarı stampı.....	11
3.1. Arakatlı göçertmeli kazı	15
3.2. Arkadan göçertmeli kazı	16
4.1. Mekanize sistem üretim yöntemi	19
4.2. G.L.İ.' de Panolarda çalışma sistemi	20
4.3. Mekanize sistem üretim yöntemi kesit görünümü	21
4.4.G.L.İ. A sahası panolarının teşkili	22
4.5. M1 panosu üretim şekli.....	23
4.6. Kesici makine ile ayna kesimi.....	24
4.7. G.L.İ. Mekanize sistem kesim yöntemi.....	26
4.8. Tahkimatların ilerletilmesi	27
4.9. Ayak zincirli oluşunun ötelenmesi	28
4.10. Arka (tavan) kömürü alınması	29
5.1. Arka kömürü alınma işleminin kesit görünüşü	31
5.2. Tahkimat penceresi içerisinden delik delme işlemi	32
5.3. Tahkimat arasından delik delme işlemi.....	32
5.4. Arka kömürü alınmasında tavandan numune alınması	34
5.5. Bant üzerinden numune alınması	35
5.6. Bir kesim sonrası tavanın durumu.....	39
5.7. Aynada meydana gelen akma.....	43
5.8. (a),(b). Arka kömürü işlemi sonrası ayak içi.....	45
5.8. (c). Arka kömürü işlemi sonrası ayak içi	46
5.9. Ayak içi konveyöründe oluşan kırıklıklar.....	47
5.10.(a, b) Ayakta, ayak arkasından ve tavandan su gelmesi	49
5.11. İki kesim sonrası tavan kömürü kesiti.....	50
5.12. Kesici makine çalışma şartları	54
5.13. Üç ayna kesimi sonrası tavan kömürü kesiti	55
7.1. Yürüyen tahkimat çalışma düzeni	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
2.1. Stratigrafik kesit	4
2.2. Jt-4 sondajı jeoteknik etüd sonuçları	6
2.3. Kömür ve çevre kayaçların fiziksel ve jeomekanik parametreleri	9
2.4. G.L.İ. tüvenan kömürünün genel özellikleri	10
3.1. Tavan Taşı Sınıflandırma Sistemi	15
4.1. (ZYD 4000/18/32) Ayak içi tahkimatın teknik özellikleri	20
5.1. Bir ayna kesimi sonrasında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler	40
5.2. İki ayna kesimi sonrasında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler	51
5.3. Üç ayna kesimi sonrasında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler	56
6.1. Farklı kesim aralıklarında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler	60

1. GİRİŞ

Türkiye’de linyit üretimi, hem yeraltı hem açık ocak işletmecilik yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Üretilen linyit kömürünün büyük bölümü termik santraller de yakıt olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde termik santraller önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye’nin olası petrol ve doğalgaz krizlerine müdahale gücünün olmaması enerji kaynağının temininde güvenilirlik gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Bu da yerli linyit kömürü gibi kaynaklarımızın, enerji ihtiyacını karşılamada kullanım oranının artırılması ile mümkündür. Sadece diğer fosil kaynaklara göre rezervin büyüklüğü açısından değil, kömür yataklarının yurdumuzun çeşitli bölgelerine dağılmış olması, eko-coğrafik-kültürel kalkınmaya son derece olumlu etkide bulunması, işletilmesi nedeniyle ortaya çıkan katma değer, elektrik enerjisi üretiminde Kwh başına ucuz hammadde olması ve emniyetli taşınması gibi faktörler kömürü Türkiye’nin en önemli fosil enerji kaynağı haline getirmektedir.

Garp Linyitleri İşletmesi (G.L.İ.) müessesesi imtiyaz sahasında 2006 yılı verilerine göre yaklaşık 240 milyon ton işletilebilir linyit rezervi mevcuttur. Bu rezervin büyük bölümü yeraltı üretim yöntemi ile kazanılabilecek durumdadır. Halen 4,8 milyon tonu açık ocak işletmeciliği, 700 bin tonu yeraltı işletmeciliği olmak üzere yıllık 5,5 milyon ton linyit üretimi gerçekleştirilmektedir.

G.L.İ. müessesesi Ömerler yeraltı ocağında üretilmekte olan kömür damarının kalınlığı ortalama 8 m, damarın yatımı ise ortalama 10°’lik açı oluşturacak şekilde uzanmaktadır. Kömür üretimi, klasik ve mekanize panolardan yapılmaktadır. Üretim yöntemi olarak; geri dönüşlü blok göçertmeli uzunayak üretim yöntemi uygulanmaktadır. Üretim, mekanize panoda tam mekanize kazı ve tahkimat olarak taban ayaktan yapılmaktadır. Mekanize ayakta üretim periyodu; ayna kömürünün çift tamburlu kesici-yükleyici makine ile kazılması, tahkimatların kazılan bölüme ilerletilerek açılan boşluğun tahkim edilmesi, tavan kömürünün göçertilerek arka taraftan alınması şeklinde olmaktadır. Klasik panolarda üretim ise hidrolik direk- çelik sarma kullanılarak tavan ve taban ayaklardan sağlanmaktadır. Mekanize olarak çalışılan panolarda randımanlar klasik panolara göre daha yüksek ve üretim maliyetleri daha düşüktür. Çalışmalar mekanize sistemin geliştirilmesi yönünde devam etmekte ve bu amaçla yeni yatırımlar yapılmaktadır.

Mekanize sistemde; üretilmekte olan kömürün tabandan 3m’lik kısmı kesici makine ile kesilerek alınırken kalan 5m’lik üst kısım ise arka kömürü olarak göçertilerek tahkimat

pencerelerinden akıtılarak alınmaktadır. Kömürün büyük bir bölümü arka kömürü olarak göçertilerek alındığından, arka (tavan) kömürünün iyi bir şekilde alınmasının önemi ortadadır.

Bu çalışmada; G.L.İ. Ömerler yeraltı ocağında uygulanmakta olan mekanize üretim yönteminde, arka kömürünün alınması işleminde kömür kayıplarının en aza indirilerek tavan kömürünün daha verimli şekilde alınmasını sağlayacak uygun kesim aralığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek için arka kömürü alınması işleminde uygulanabilecek yöntemler araştırılarak; aynada bir kesim, iki kesim ve üç kesim yapılması sonrasında ayrı ayrı arka kömürü alınmasına başlanarak, ayağın durumu incelenmiştir.

Arka kömürü alınması işlemi her bir kesim sonrasında yapılabileceği gibi iki veya üç kesim yapıldıktan sonra da uygulanabilmektedir. En uygun arka kömürü alınması aralığının belirlenmesinde; tavan kömürüne taş karışım oranı, tavan kömürü kazanım oranı, ayağın ilerleme hızı, su geliri miktarındaki değişim, gerekli iş gücü oranı, emniyetli bir çalışmanın sağlanması gibi parametreler değerlendirilerek en uygun kesim aralığı belirlenmeye çalışılmıştır. Dört ve daha üzeri kesim sonrası arka kömürü alınmasında; tavan kömürü, tahkimatların arkasında kalarak, pencerelerden alınması zorluklar yaşanması sebebiyle göçükte çok fazla kömür bırakılmakta olduğundan uygulanmamaktadır. Bu nedenle dört kesim ve üstü değerlendirilmemiştir.

Bu çalışmada yukarıda sayılan parametreler dikkate alınarak arka kömürünün verimli bir şekilde alınabilmesinin sağlanması amacıyla hangi kesim sıklığında arka kömürü alınması işlemine başlanmasını gerektiği incelenmiştir.

2. GARP LİNYİTLERİ İŞLETMESİ MÜESSESESİ MÜDÜRLÜĞÜ HAKKINDA GENEL BİLGİ

2.1. Tarihçe ve Kuruluş

Garp Linyitleri İşletmesi TKİ' nin yapılanmasındaki değişiklikler nedeniyle, önce GLİ Bölge Müdürlüğü ve 30.04.2002 tarihinden itibaren ise GLİ İşletme Müdürlüğü adı altında faaliyet göstermektedir. Linyit üretimi Tunçbilek havzasında yapılmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. G.L.İ üretim bölgesi (Tunçbilek) coğrafi konumu

2.2. Sahanın Jeolojisi

Tunçbilek kömür havzasında en yaşlı birim olarak Paleozoyik yaşlı metamorfik şist ve kristalize kireçtaşları ile Paleozoyik üzerinde diskordant olarak Kretase yaşlı ultrabazik kayalar bulunmaktadır. Paleosende granit intrüzyonu görülmektedir [1].

Tüm bu birimler Neojen yaşlı birimlerinin temelini oluşturmaktadır. Temel üzerinde diskordan olarak bulunan Neojen; Miyosen (Tunçbilek serisi) ve Pliyosen (Domaniç serisi) ile temsil edilmektedir (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Stratigrafik kesit [2]

Üst Sistem	Sistem	Alt Sistem	Seri	Kalınlık (m)	Rumuz	Formasyon
				5	A 1	Alüvyon
				5	Ym	Yamaç Molozu
Senozoyik	Tersiyer	Neojen	Pliyosen	100 – 125	P1 4	Kireç Taşı
				450	PI 3	Tüfit
			Miyosen	50 -150	m 3a	Kumtaşı – Konglomera
					m 3 b	Kireçtaşı
				400- 450	m 2	Marn, Killi – Siltli Marn
				50 -150	m 1	Kumtaşı – Konglomera
		Paleosen	Paleosen	?	tg	Granit
Mesozoyik	Kretase			?	Ts	Ultrabazik Kayaçlar - Serpantin
Paleozoyik				?	Tk	Kristalize Kireçtaşı – Mermer
				?	Tmş	Metamorfik Şist

Havzada miyosen yaşlı linyit oluşumları mevcuttur. m1 birimi içerisinde görülen mercekse linyit oluşumlarının devamlılıkları yoktur. m² biriminin alt seviyelerinde görülen linyit oluşumu havzanın işletilebilir önemli yatağını meydana getirmektedir. m³ birimlerinin içerisinde de yer yer ekonomik değeri olmayan mercekse linyit oluşumları mevcuttur.

Neojen havzasında yapısal olarak önemli olabilecek fay ve kıvrım eksenlerine rastlanılmamaktadır. Genelde havzanın belirli aralıklarla çökmesine bağlı olarak normal faylar gelişmiştir.

Sahanın tektoniğine yönelik jeofizik - rezistivite ve kömürlü zonun tavan kotuna göre yapılan yapı - kontur haritalarında fayların genelde kuzey-güney doğrultusunda geliştikleri gözlenmiştir. Tabaka eğimleri genelde 5-20⁰ eğimle kuzey doğuya doğrudur.

Başlangıç Neojen havzasında sakin olan tektonik faaliyet marn (m²) biriminin çökmesinden sonra Miyosen sonlarına doğru biraz hareketlenmiştir. Miyosen sonlarındaki hareketler ise, Tunçbilek serisi tabakalarının eğim açılarını yükseltmiş, yeni faylanmalar meydana getirmiştir. Miyosen sonlarında başlayan volkanik faaliyet nedeniyle genişleyen havzada Domaniç serisi birimleri çökelmiştir.

2.3. Yapılan Jeoteknik Sondajlar

Jeoteknik parametrelerin belirlenmesine yönelik olarak yapılan 3 ayrı sondajın (JT1, JT2, JT3) toplam derinliği 1726,25m dir. Bu sondajlarla kesilen birimler; tüfit, kilitaşı, kireçtaşı, kumtaşı, konglomera, serpantin ve peridotit olarak gruplandırılmış ve her grup kayacın fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla laboratuvar testleri yapılmıştır[3]. Bu çalışma ile Tunçbilek bölgesi Domaniç Havzası'nın jeoteknik karakteristikleri hakkında ön bilgiler edinilmiştir. Daha sonra 1987 yılında JT4 sondajı yapılmıştır.

Yapılan JT4 sondajı sonucu sahada geçilen formasyonlar, kilitaşı, dolomit ve manyezit, kireçtaşı, kalkerli marn ve marn' dır. Sahada bulunan bu birimler kilitaşı, kalkerli marn ve marn olmak üzere 3 ana gruba toplanmıştır [4]. JT4 sondajının toplam karot verimi % 89,11 sağlam karot verimi % 77,71 ve RQD değeri ise % 42,2 dir. RQD değeri kullanılarak yapılan sınıflamada sahadaki marnlar 'zayıf kayaç' sınıfına girmektedir. JT4 sondajından alınan örneklerle değişik laboratuvar testleri yapılmıştır. Bu test sonuçları Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Jt-4 sondajı jeoteknik etüd sonuçları [4]

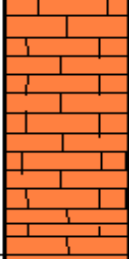
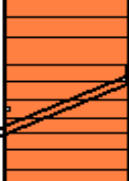
Toplam Karot Verimi	Sağlam Karot Verimi		RQD (%)
89.11	77.75		42.20
Formasyon Adı	Yoğunluk Değeri gr/cm²		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kiltaş	1.872	2.280	2.093
Kalkerli Marn	1.944	2.571	2.278
Kireçtaşı	2.267	2.615	2.501
Marn	1.938	2.666	2.180
Formasyon Adı	Görünür Porozite (%)		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kiltaş	22.50	30.50	25.30
Kalkerli Marn	6,20	21	13.80
Kireçtaşı	2,6	5,6	4,30
Formasyon Adı	Su içeriği (%)		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Marn	10,6	17	14,20
Formasyon Adı	Su içeriği (%)		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kiltaş	4,50	17	10,2
Kalkerli Marn	14,2	48,2	29,2
Marn	5,6	56,6	16,1
Formasyon Adı	Endirek Çekme Dayanımı (Mpa)		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Kiltaş	0,4	2,1	1
Kalkerli Marn	0,7	10,4	3,9
Marn	0,5	7,7	1,9
Formasyon Adı	Kohezyon ve içsel Sürtünme Açısı		
Kiltaş	C=2,5Mpa Ø=50		
Kalkerli Marn	C=12,5Mpa Ø=47		
Marn	C=5Mpa Ø=31		
Formasyon Adı	Xışını Kırınım sonucu		
MARN "5" 128398 No'lu Numune MTA Raporu EK 2/3	İllit , Montmorillonite, Kuvars, Çok az Kalsit, çok az Amfibol		

C: Kohezyon, Ø:İçsel Sürtünme Açısı

2.4. Kömür Damarını Çevreleyen Formasyonların Özellikleri

Ömerler yeraltı ocağında kömür damarını çevreleyen formasyonların belirlenmesi amacıyla, 9 Eylül Üniversitesi tarafından çalışma yapılmıştır[5]. Bu çalışmada ana kayaç olan kilitaşı formasyonunun kömür damarı çevresinde değişik fiziksel ve jeomekanik özellikte olduğu belirlenmiştir. Sahada ayrıca kömür damarı içersinde bilinen kil ara kesmelerine ek olarak yer yer paleokanal kumtaşı oluşumlarına ve Silex adı verilen dayanım parametreleri oldukça yüksek olan formasyonlar da belirlenmiştir.

Ömerler damarının hemen üzerinde yer alan zayıf karakterli kilitaşı formasyonu yumuşak kilitaşı olarak adlandırılmıştır. Bu formasyonun tavan kontrolü bakımından oldukça dayanımsız bir formasyon olup fazla miktarda süreksizlik içermektedir. İşletmede 30- 80 cm arasında değişen kalınlıklarda ana kömür damarının hemen üzerinde görülen siyahımsı koyu gri renkte olan bu formasyon 3b olarak tanımlanmıştır. Yumuşak kilitaşı'nın hemen üzerinde yer alan marn formasyonu daha dayanımlı bir formasyon olup doğal nem içeriği bakımından daha düşük neme sahiptir. Tavan kilitaşı olarak adlandırılan koyu gri renge sahip olan bu formasyonun tanım kodu 3a olarak belirlenmiştir. Ana kömür damarının altında bulunan Taban kilitaşı diğer iki kilitaşı formasyonuna göre daha dayanımlıdır. Açık gri renge sahip olan bu formasyonunun 3c olarak tanımlanmıştır. Ana kömür damarı içersinde değişik kademelerde kil ara kesmelerine rastlanmaktadır. Ana kömür damarı tanım kodu 4 olarak belirlenmiştir (Şekil.2.2).

KALINLIK	LİTOLOJİ	FORMASYON KODU	FORMASYON ADI
1m			Toprak Örtüsü
24m		1	Kalkerli Marn
		2	Marn
17m		3a	Tavan Kilitaşı
		3b	Yumuşak Kilitaşı
		4	Kömür
4m		3c	Taban Kilitaşı

Şekil 2.2. Kömür damarını çevreleyen tabakalar [5]

Yukarıda tanımlanmış kömür damarını çevreleyen formasyonların jeoteknik açıdan incelenmesine yönelik olarak sahadan alınan blok numunelerden karotlar alınarak işletme ve üniversite laboratuvarların da üç eksenli basınç, tek eksenli basınç, en direk çekme, porozite, birim hacim ağırlık, doğal nem içeriği, nokta yükleme testleri yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen deney sonuçları Çizelge2.3.'de verilmiştir[5].

Çizelge2.3. Kömür ve çevre kayaçların fiziksel ve jeomekanik parametreleri [5]

Formasyon adı	Tavantaşı	Yumuşak Kilitaşı	Taban Kilitaşı	Kömür
Tanıtım Kodu	3a	3b	3c	4
Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	2,00	2,06	2,09	1,30
Özgül Ağırlığı (gr/cm ³)	2,53	2,31	2,66	1,44
Porozite (%)	21,30	10,80	21,30	9,72
Tek Eksenli Basma Dayanımı (kg/cm ²)	141,30	85,30 (1)	238,40	100,00 (2)
Endirek Çekme dayanımı (kg/cm ²)	22,60	17,70	34,30	
İçsel Sürtünme Açısı (Ø)	32,05	15-35 (3)	43,40	15-25 (3)
Kohezyon C (kg/cm ²)	31,20		28,35	
Nokta Dayanım İndeksi (Çap) (Mpa)	0,16	0,10	0,41	
Nokta Dayanım İndeksi (Eksenel) (Mpa)	0,66	0,38	1,66	
Elastisite Modülü, E (kg/cm ²)	14.489	20.000	20.461	17.000 (3)
Poisson Oranı V	0,28		0,31	0,25

(1) Eksenel nokta yükleme dayanımı indeksinden kestirilmiştir.

(2) Sondaj verilerinden kestirilmiştir.

(3) RMR (Rock mass rating) sayısından kestirilmiştir.

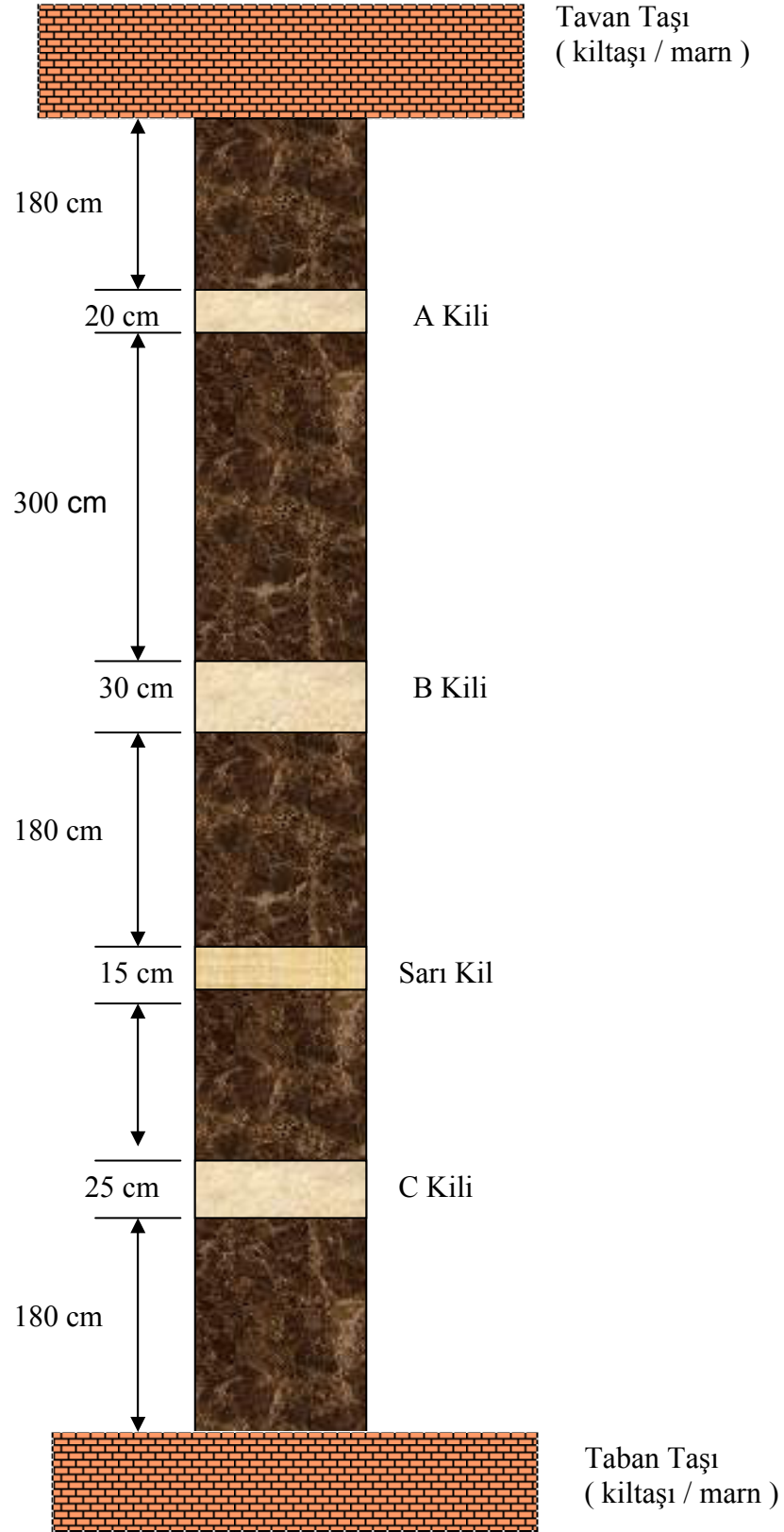
2.5. Kömür Damarının Yapısı

Bu bölümdeki kömür, mikroskobik bakımdan taneli ve sıkı doku göstermektedir. Rengi siyah olup, mükemmel bir parlaklık arz eder. Bu özellikleriyle bu kömür “ parlak kömür ” olarak tanımlanabilir. Ömerler yeraltı ocağında üretilmekte olan tüvenan kömürün genel özellikleri çizelge 2.4’de verilmiştir. Dr. Karl Nebert’in (1960) [6].

Çizelge 2.4. G.L.İ. tüvenan kömürünün genel özellikleri

Rutubet (%)	14-16
Kül (%)	40-42
Uçucu Madde (%)	25-30
Sabit karbon (%)	18-20
Toplam Kükürt (%)	1,5-2
Alt Isıl Değer (Kcal/kg)	2000-2500
Yoğunluk Yerinde (Ton/m ³)	1,5

Bölgede işletilmekte olan damar (Şekil 2.3.), genellikle orta sertlikle, siyah ve parlak linyit içerir. Damarın tavan ve taban kısımları genellikle daha temiz, orta kısımları ise daha karışıktır.



Şekil 2.3. Ömerler yeraltı ocağı mekanize ayak panolarındaki kömür damarı stampı

2.6. İşletme Faaliyetleri

GLİ Tunçbilek sahasında, açık ocak ve yeraltı işletmeleri ile kömür üretimi yapılmaktadır. Buna ilaveten iki lavvar tesisi ve üç adet torbalama tesisi bulunmaktadır. G.L.İ. Tunçbilek kömür havzasında, yeraltında kömür üretimi mevcut bulunan Ömerler yeraltı ocağında klasik yöntemle ve mekanize yöntemle kömür üretimi gerçekleştirilmektedir. 1985 yılında faaliyete geçen Ömerler yeraltı ocağında 1997 yılına kadar sadece klasik yöntemle kömür üretimi yapılırken bu tarihte kurulan mekanize sistem ile halen hem klasik yöntemle hem de mekanize yöntemle kömür üretimi gerçekleştirilmektedir

Yeraltı işletmelerinde;

a. Klasik sistem: Arkadan blok göçertmeli geri dönüşlü uzunayak üretim yöntemi (çelik sarma + hidrolik direk tahkimatlı),

b. Mekanize sistemde: Tam mekanize geri dönüşlü blok göçertmeli uzunayak üretim yöntemi uygulanmaktadır.

3. KALIN KÖMÜR DAMARLARINDA UYGULANAN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Günümüzde kalın damarlarda uygulanacak üretim yöntemi hakkında genel olarak iki eğilim mevcuttur. Birincisi, yoğun insan gücü gerektiren operasyonların azaltılmasıyla birlikte emniyetli çalışma ortamı yaratacak, üretim randımanını arttıracak ve maliyeti düşürecek yeni kazı ve tahkimat teknolojisinin geliştirilmesidir. İkincisi ise mevcut uzun ayak ekipman ve tekniğine dayanan üretim yöntemlerinin uygulanmasıdır[7].

Dünyada kalın kömür damarı tanımlı ülkelere ve yerel madencilik endüstrilerine göre değişmekle birlikte, tanıma esas olarak çoğunlukla üretim randımanı alınmaktadır. Yani, mevcut üretim yöntemleri ile en fazla üretimin gerçekleştirilemediği damarlar kalın damar olarak kabul edilmekte ve 5 m'nin üzeri olarak tanımlanmaktadır [8].

Dünyada kalın damara sahip önemli kömür havzaları incelenirse, damar ve çevre özelliklerine göre genelde 4 gruba ayırmak mümkündür.

1. Bütün damar kalınlığının kazısı,
2. Dilimler halinde kazı,
3. Göçertmeli kazı (Arkadan göçertmeli uzunayak)
4. Hidrolik kazı.

Kalın kömür damarlarında yeraltı yöntemleriyle çalışma başlı başına büyük bir problemdir. 3,5 m. den az kalınlıktaki damarlarda çalışma günümüzde fazla problem yaratmaz, fakat 3,5 m. den kalın damarlarda çalışma, rezervin kullanılma derecesini arttırma, dolayısıyla üretim randımanının arttırılması konusunda çalışmaları gerektirmektedir. Üretim randımanının artışı ise kazıya yani üretim yöntemine bağlıdır. Dünyada Yugoslavya, Macaristan, Polonya, Fransa başta olmak üzere birçok ülkede kalın kömür damarlarından yeraltı üretim yöntemleri ile üretim yapılmakta ve incelendiğinde bu yöntemlerin genelde birbirine benzerlikler gösterdiği fakat yerel koşullara uyarlılığını sağlamak için tasarımlarında bazı teknik değişiklikler gösterdiği görülür [9].

Herhangi bir bölgede kalın damarlardan kömür üretimi için bu yöntemlerin genel ilkelerinden faydalanılırken, uyarlama konusu göz önünde bulundurularak uygulama esnasında yöntemin getireceği avantaj ve dezavantajlar mutlaka hesaplanmalıdır. Burada

Yerel koşullar;

I. Kömür özellikleri

- a. Damar kalınlığı,
- b. Damar eğimi,
- c. Damarın düzenliliği,
- d. Kömürün mekanik özellikleri,
- e. Kömürün gaz emisyon kapasitesi,
- f. Kömürün oksidasyon yeteneği,

gibi değişkenler üretim yönteminin seçimi ve tasarımında birincil öneme sahiptir. Bu değişkenler, hazırlıkları, dilimler halinde çalışma durumunda dilim sayısını, kazı randımanını, nakliyatı, emniyeti, üretim esnasında yangın olasılığını, zaman ve rezerv kaybını kısaca optimum kazı sisteminin tasarımını ve uygulamasını etkiler. Ek olarak, artan damar kalınlığıyla birlikte arazi kontrolü problemleri de artacak ve tahkimat sisteminin performansı etkilenecektir.

II . Saha özellikleri

- a. Tavan ve taban kayaçlarının karakteristikleri,
- b. Hidrolojik özellikler,
- c. Yerleşim bölgelerine yakınlık.

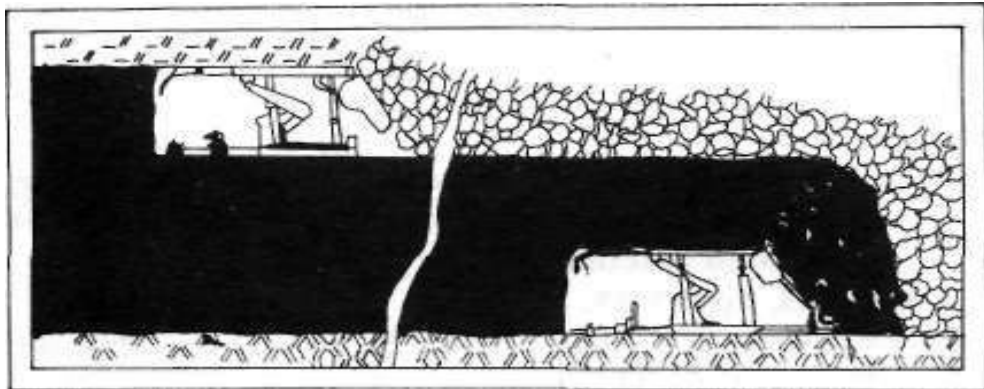
Tavan kayaçlarının özellikleri üretim yönteminin göçertmeli veya dolgulu olmasına karar vermede birincil etkindir. Tavan kayaçlarının göçebilme kabiliyeti kriter alınarak sınıflandırılması genelde benimsenmiş ve birçok sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Bunlardan, Çekoslovakya'da kullanılan ve en basiti olan sistem, tavan taşlarından alınan karot örneklerinin uzunluğu ve basınç dayanımını kullanarak tavan kayaçlarını Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi üç gruba ayırır [10].

Çizelge 3.1. Tavan Taşı Sınıflandırma Sistemi [10].

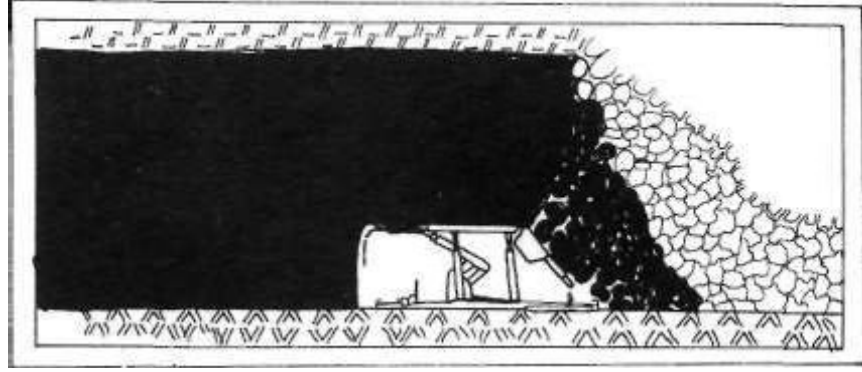
Grup	Karot Uzunluğu (cm)	Basınç Dayanımı (MN/m ²)	Kayaç Tipi
1. Kolaylıkla göçebilen tavan	<7,5	40-70	Şeyl, ince kumtaşı katmanları, kırıklı formasyonlar
2. Düzenli bazı zamanlar gecikerek göçen tavan	7,5-12	70-100	Orta kalınlıkta kum yaşı ve şeyl formasyonları
3. güç göçen tavan	>12	100	Kalın kum taşı formasyonları ve konglomeralar

Kalınlık ve eğimin çok düzensiz olduğu damarlarda, dilimlere ayırma çok zor bazen olanaksızdır. Tavan kontrolü çok zor ise tavan altındaki ilk dilimin kazısı çok pahalıya mal olabilir. Bu koşullarda dilimler halinde çalışma yerini alt kömürün aynadan kesme ile alınıp üst kısmın ayak arkasından göçertilip çekildiği göçertmeli (sub-level-caving veya sutiraj) yöntemlere bırakmıştır [11].

Yöntem iki şekilde uygulanabilir. Birincide tavan ve tabanda teşkil edilen iki ayak mevcuttur ve tavan ayağın amacı altta kalan kömürün zayıflatılmasını ve dolayısıyla taban ayağın arkasından göçmesini kolaylaştırmak içindir (Şekil 3.1.).

**Şekil 3.1.** Arakatlı göçertmeli kazı

Zamanla tavan ayak terk edilir. İkincide ise taban ayak çalışması (Calliers system), tahkimat ünitelerinin üzerine tel hasır serilmesi ve ayak arkasında tel hasırda açılan gözlerden kömürün çekilmesi olarak uyarlanmıştır (Şekil3.2.).



Şekil 3.2. Arkadan göçertmeli kazı.

Son yıllarda geliştirilen bazı tahkimat sistemlerinde arka oluk ortadan kaldırılmış ve kömür, tavan ya da göçük sarmasında olan pencerelerden ayak oluğuna yüklenmektedir.

Yöntemin ekonomik olarak uygulanabilirliği tamamen göçürülen kömürün akma karakteristiklerine bağlıdır.

Yöntemin avantajları ana hatlarıyla;

- Damardaki jeolojik düzensizliklerden fazla etkilenmemesi,
- Hazırlık çalışmalarında azalma,
- Kömür kazısında yerçekiminden faydalanmadır.

Dezavantajları ise;

- Ayak önünde galerilerin korunmasında güçlükler,
- Kazı makinesinin kullanılmasında zorluklar,
- Yüksek toz intişarı,
- Tel hasır serilmesi zaman alıcı ve pahalı,
- Zaten zor olan tahkimat ünitelerinin çekilmesinde suni tavan (tel hasır ya da ağaç malzeme) dolayısıyla gecikmelerin oluşu,

- Çoğunlukla öngörülen üretimin gerçekleştirilememesi ve kömür kayıplarının yüksek oranlara ulaşmasıdır.

Yöntemin başarı grafiğini önemli ölçüde etkileyen tahkimat sistemi;

- Kazı ekipmanının göçükten kömür çekme işlemlerinden bağımsız olmasını,
- Tavanın mümkün olduğu kadar kaplanmasını ve göçükten ayak içine ani kömür gelişlerinin önlenmesini,
- Ayak içinde ve arka konveyörü boyunca ulaşımın kolay olmasını,
- Emniyetli ve olumlu kömür çekme koşullarının gerçekleşmesini sağlamalıdır.

Düzensiz ve kalın kömür damarlarında göçertmeli yöntemin uygulanması her ne kadar çekici gözüke de uygulama öncesi kömürün akış karakteristikleri, göçükten kömür çekme hızı ve zamanlaması, kömür kayıpları ve tavan taşının kömüre karışması konularında ayrıntılı çalışmaların yapılması gereklidir. Özellikle göçertmenin dilimler halinde yapılması gereken çok kalın damarlarda kömür çekme hızı, galerilerin stabilitesi ve tahkimata gelen yükler göz önünde bulundurularak dilimler arasında optimum mesafenin seçilmesi gereklidir. Fakat ilk olarak yapılması gereken, kazı makinelerinin çalışmasına kolaylıkla olanak verecek mekanize tahkimat sisteminin geliştirilmesi ve galerilerin korunması için bir çözüm bulunmasıdır [12].

4. G.L.İ. ÖMERLER YERALTI OCAĞI MEKANİZE ÜRETİM YÖNTEMİ

4.1.Uygulama

G.L.İ. Ömerler yeraltı mekanize sistem öncesi çalışmalar esnasında, kalın damar madenciliğinde mekanizasyon uygulamalarını görmek ve isabetli bir işletme sistemini seçmek amacıyla Macaristan, Polonya, Yugoslavya, Çekoslovakya, İspanya gibi kalın damar madenciliği yapan ülkeler ile bu tür teçhizatların üreticisi olan İngiltere ve Batı Almanya ziyaret edilmiştir. İlgili üretici firmalar Tunçbilek’e davet edilerek ocak şartları yerinde görülüp tartışılmıştır. Bunu daha sonra, Tunçbilek bölgesi yeraltı işletmelerinde mekanizasyon uygulanabilirliğinin daha detaylı olarak araştırılmasına geçilmiştir. Bu konuda ihtisas sahibi kuruluşlarla işbirliği yapılması hususu gündeme gelmiştir. 1988 yılında ise Orta Anadolu Linyitleri Müessesesi mekanizasyon projesini hazırlayan ve yürüten Batı Alman Montan Consulting GmbH firması ile anlaşmaya varılarak:

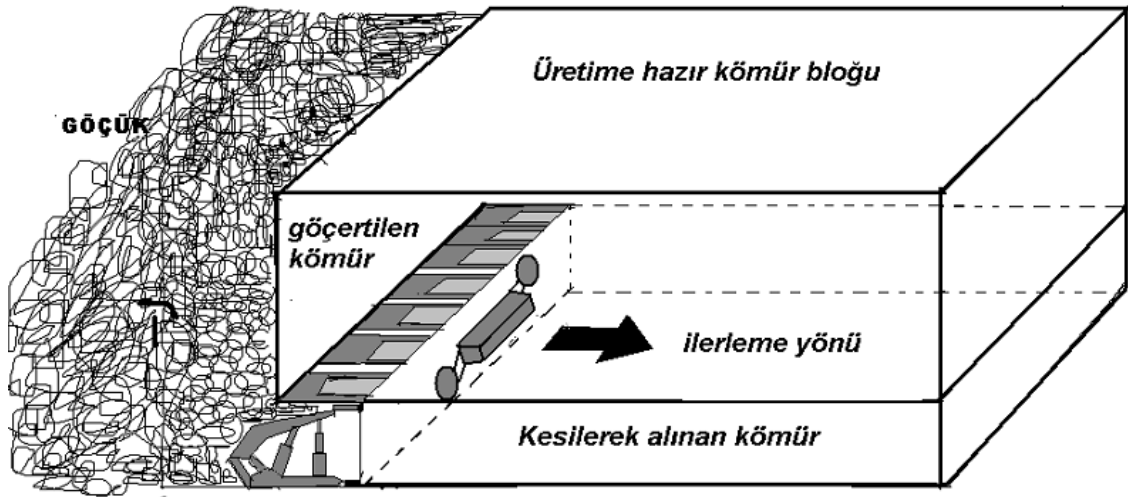
- Mevcut yeraltı ocaklarının incelenmesi ve koşullarının iyileştirilmesi,
- Yeraltı sahalarında mekanizasyona uygun panoların tespiti ve planlanması,
- Mekanizasyonda kullanılacak makine ve teçhizatın teknik karakteristiklerinin belirlenmesi, konularında çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda “ Tunçbilek Bölgesi Ömerler Yeraltı İşletmesi Modernizasyon ve Mekanizasyon Projesi ” hazırlanmıştır.

Bu projeye; mevcut yeraltı işletmesinde klasik sistemle devam edilirken, diğer yandan kademeli olarak tam mekanize sisteme geçilmesi ve elde edilecek tecrübelerle “ Derin Sahalar ” da uygulanacak tam mekanize sisteme temel oluşturulması düşünülmüştür.

4.2.Ömerler Yeraltı Ocağı Mekanize Uzun Ayak Uygulaması

GLİ’de yapılan etütler sonucunda, damar yapısına ve jeolojik şartlara uygunluğu açısından mekanize ayak olarak çalışabilecek panolar tespit edilmiştir. Bölgenin jeolojik şartları incelendiğinde kömürün yapısı ve onu çevreleyen kayaçların orta sertlikte ve çabuk kırılabilen bir yapıda olması, formasyonda sık fay atımları ile karşılaşılması ve tavanın kendini tutma özelliğinin zayıf olması sebebiyle ortalama 8 m kalınlığa sahip olan kömür damarında stabil bir tavanın kontrolü sağlanabilmesi için mümkün olduğunca dar kesitli bir çalışma boşluğu oluşturulması planlanmıştır. Ayrıca kömür damarında sık ve büyük fay atımları ile karşılaşılması, hazırlanan üretim panolarının; pano uzunlukları ve pano genişliklerinin kısa hazırlanmasına neden olmaktadır. Bu da panolarda üretimin ortalama iki

yıllık bir sürede tamamlanmasına olanak vermesi sebebiyle, çok sık olarak tahkimat ünitelerinin panodan panoya sökülüp taşınması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu işlem zor ve zahmetli bir süreçtir ve çok fazla zaman kayıpları yaşanmaktadır. Tahkimat sisteminin daha hızlı kolay taşınabilmesi amacıyla tahkimat ünitelerinin boyutlarının yine mümkün olduğu kadar küçük tutulması amaçlanmıştır. Bunun için tabandan 3m'lik bir kısmının kesilip alınması geriye kalan kısmın ise arka kömürü olarak tavandan çekilmesi öngörülmüştür. Yürüyen tahkimatların ve çift tamburlu kesici yükleyici makinenin seçiminde bu doğrultuda hareket edilerek ekipmanlar temin edilmiştir. Şekil 4.1'de mekanize üretim yöntemi görülmektedir.



Şekil 4.1. Mekanize sistem üretim yöntemi

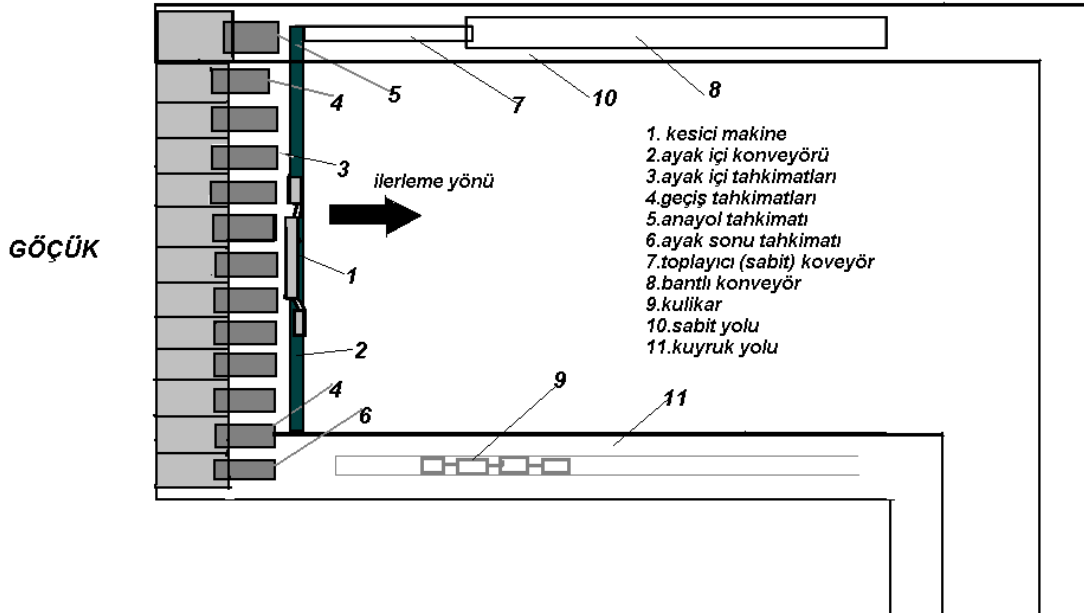
Türkiye Kömür İşletmeleri ile CMEC (Çin) ve Sistem A.Ş. konsorsiyumu arasında 1994 yılında imzalanan ve 1996 yılında yürürlüğe giren “ Yeraltı Ocaklarının Mekanizasyon ve Modernizasyonu ” projesi 08.09.1997 tarihinde fiili olarak uygulamaya geçmiştir[13].

Ömerler yeraltı ocağında geri dönümlü arkadan göçertmeli uzun ayak yöntemi ile kömür üretimi yapılmaktadır. Üretim yöntemi için tam mekanize uzun ayak sistemi seçilmiştir. Mekanize sistem içerisinde: bir adet çift tamburlu kesici yükleyici makine, 80 adet yürüyen(şilt) tahkimat, bir adet ayak içi konveyörü, bir adet toplayıcı konveyör ve banth konveyör üniteleri temin edilmiş ve üretime hazır hale getirilmiştir. Çizelge 4.1’de ZYD 4000/18/32 tip ayak içi tahkimatlarının genel özellikleri verilmiştir.

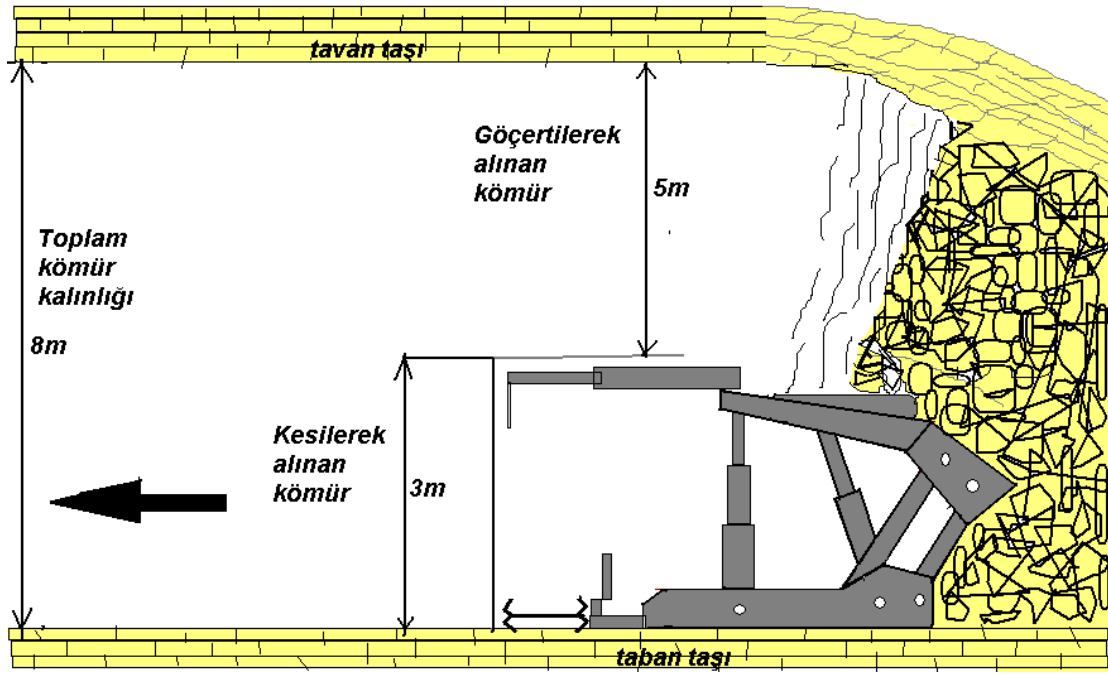
Çizelge 4.1.(ZYD 4000/18/32) ayak içi tahkimatın teknik özellikleri

Tip	ZYD 4000/18/32
Tahkimat Yüksekliği Min, Max.	1800- 3200 mm
Tahkimat Genişliği	1500 mm
Çalışma Dayanımı	3300 kN
Sıkılama Yüğü (30 Mpa Pompa Basıncı)	2804 kN
Tahkimat Yoğunluğu	865 kN/m ²
Pencere Boyutları (Uzunluk x Genişlik)	1750 x 800 mm
Ağırlık	16200 kg

Mekanize yöntemle kömür üretimine uygun panoların hazırlanması aşamasında üretimde sürekliliğin sağlanması amacıyla, jeolojik yapının özelliğine bağlı olarak, mümkün olduğunca uzun tutularak; pano uzunlukları 400-600m arasında ve pano genişlikleri 80-120m arasında planlanarak panolar teşkil edilmiştir. Bu sayede pano geçişlerinde meydana gelen üretim kayıplarının azaltılması amaçlanmıştır. Panolarda üretim sistemi Şekil 4.2’ de gösterilmiştir.

**Şekil 4.2.** G.L.İ.' de Panolarda çalışma sistemi [2]

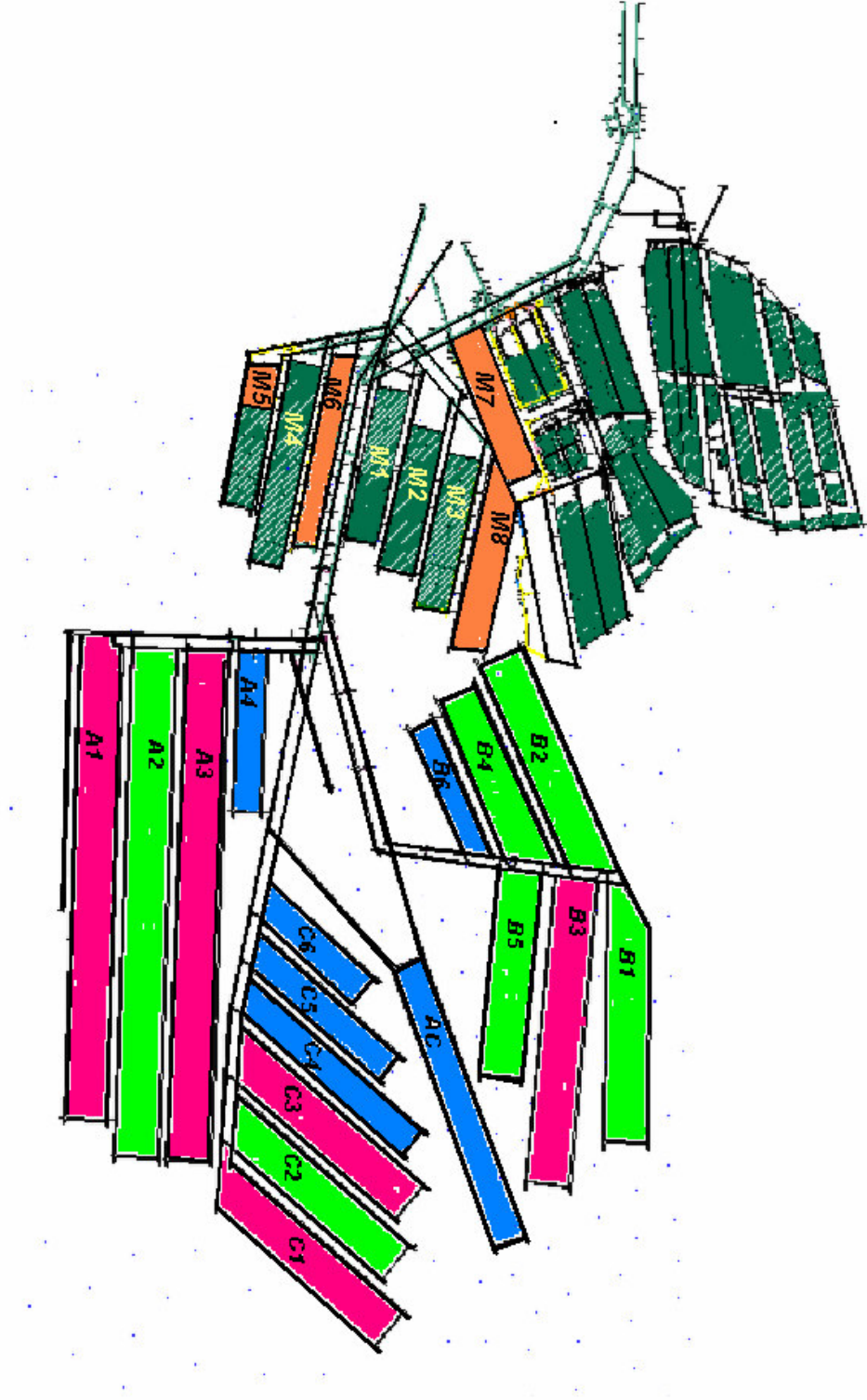
Ortalama 8m kalınlığında olan kömür damarının tabandan 3m'lik kısmı çift tamburlu kesici yükleyici makine ile kazılarak alınmakta, kalan 5 m'lik kısım ise göçertilerek arka kömürü olarak yürüyen tahkimatlarda bulunan pencereler akıtılarak alınmaktadır. Üretim yöntemi kesit görünümü Şekil 4.3'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Mekanize sistem üretim yöntemi kesit görünümü

4.2.1.Üretim Yapılan Panolar

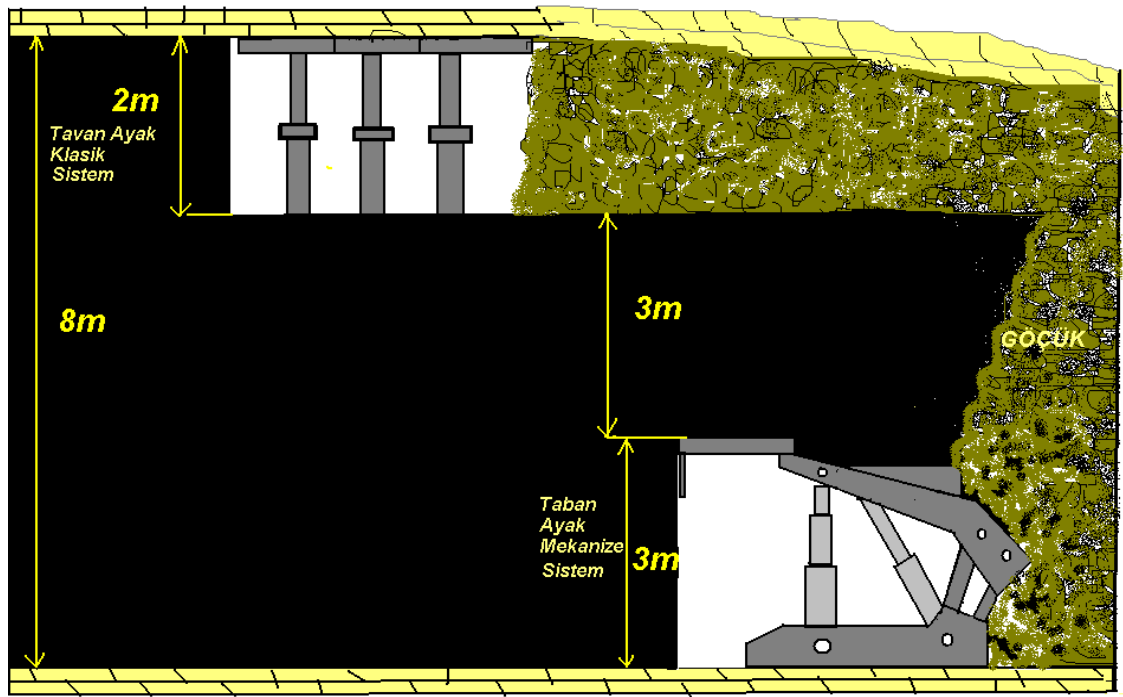
Üretim çalışmaları için pilot olarak öngörülen birinci pano M1 olarak adlandırılmıştır. Sonraki panolar M2, M3 ve M4 tür. Pano boyları sırasıyla 460 m. , 370 m, 360 m ve 520m olup genellikle ayak uzunlukları ise eksenden eksene 90 m dir. Bu dört pano üretilmiş olup; halen 390 m uzunluğunda ve 80 m genişliğinde olan M5 panoda üretim devam etmektedir.Yeni pano hazırlıkları için G.L.İ. kendi imkanları ile M7 panosunu hazırlıklarken özel şirket tarafından ise A4 ve B6 panolarında hazırlıklar devam etmektedir. Şekil 4.4. G.L.İ. A sahası panoları gösterilmiştir.



Şekil 4.4. G.L.İ. A sahası panolarının teşkili

4.2.1.1. Pilot Olarak Hazırlanan M1 Panosunda Üretim

Mekanize sistemle üretime başlanması aşamasında panolar teşkil edilirken ilk hazırlana pano olan M1 panosunda pilot olarak deneme amaçlı kömürün üst kotundan klasik yöntemle çalışılmak üzere 150 m uzunluğunda tavan ayak teşkil edilmiş ve üretime hazırlanmıştır. Öncelikle klasik yöntemle tavan ayak çalışılmaya başlanmıştır. Belirli bir ilerleme mesafesinden sonra taban ayakta mekanize yöntemle üretime geçilmiştir. Bu sayede kömür damarında tavanda 2m'lik bir dilim ile tabandan da 3m'lik bir dilimim kazılarak alınması, geriye kalan ortadaki 3m'lik dilimin ise taban ayaktan arka kömürü olarak alınması planlanarak daha verimli bir üretim yapılması amaçlanmıştır. Pilot olarak hazırlanan M1 panosu üretimi şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. M1 panosu üretim şekli

Ancak üretim aşamasında, tavanda üretim yapılması sebebiyle tavan formasyonunun bozulması taban ayakta mekanize yöntemle üretimi etkilemiş, bozulan tavan altında çalışan sistemde tahkimatların ilerletilmesi güçleşmiş, ayak ilerlemesi çok yavaşlamış tavanın kendini taşıyamaması sebebiyle aynada akmlar meydana gelmiştir. Uygulamada bu tür zorluklarla karşılaşılması sebebiyle bu şekilde panoların teşkil edilmesinden vazgeçilerek sadece taban ayakta mekanize üretim yöntemine uygun panolar planlanarak hazırlanmıştır.

4.2.2. Ayna Kesimi

Kömür kesme işlemi (Şekil 4.6.) genelde tek yönlü olarak yapılmakta, gerekli görülen hallerde çift yönlü kesim de uygulanmaktadır.



Şekil 4.6. Kesici makine ile ayna kesimi

Tek yönlü kesme metodu Şekil 4.7' de gösterilmektedir. Buna göre kömür kesimine ayak motor başından veya ayak kuyruğundan başlanmaktadır (Şekil 4.7.). Ayak başı yöntemi olarak adlandırılan bu kesim yöntemi aşağıdaki gibidir:

Arka kömürü alınması bitirilmiştir ve kesici makine henüz aynaya girmemiştir (Şekil 4.7- a).

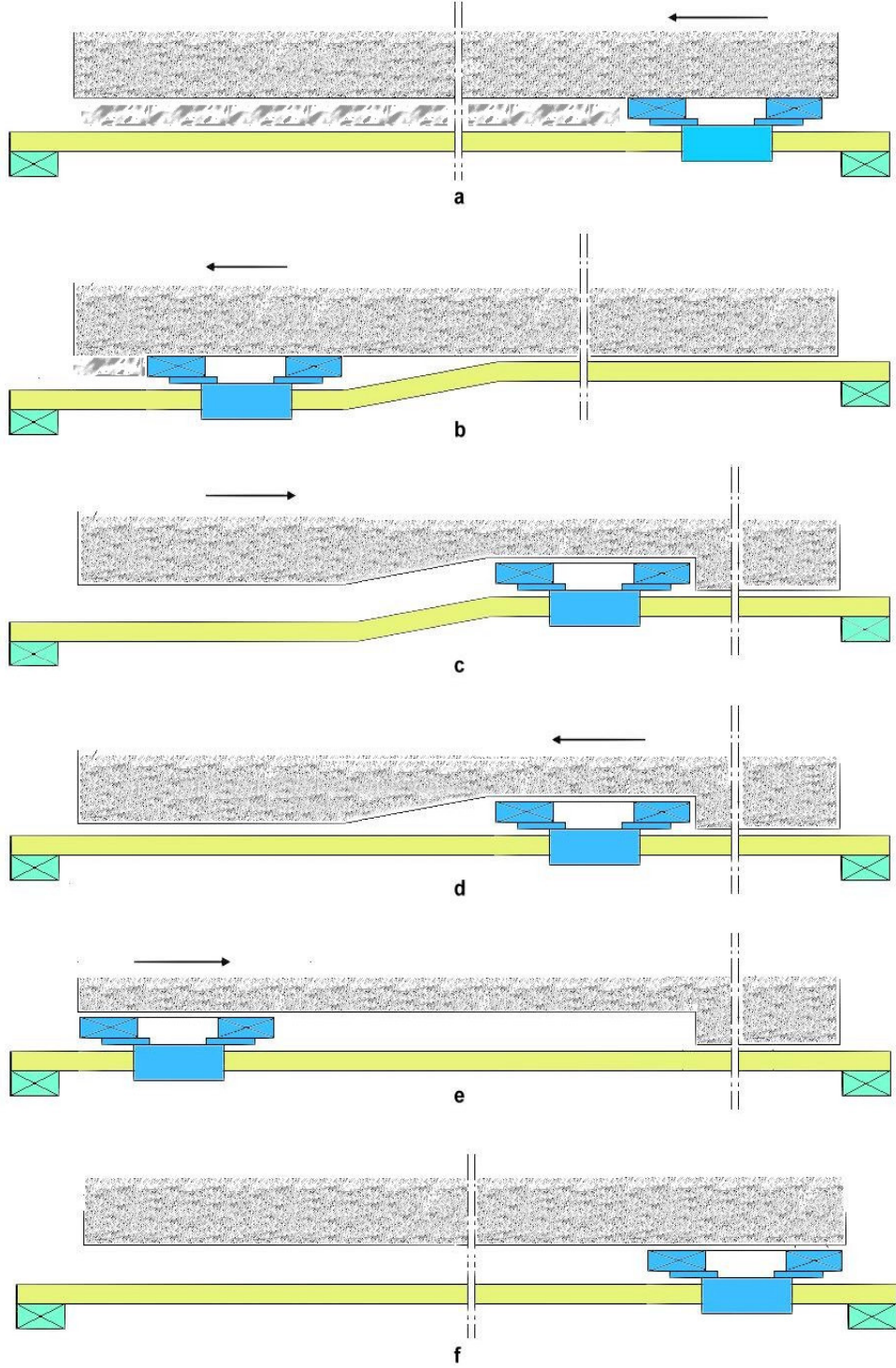
Kesici makine motor başından başlayarak taban temizliğine girer ve makineyi takiben ayak konveyörü aynaya ötelenir (Şekil 4.7- b).

Kesici makine ayak kuyruğuna ulaştığında, geri dönerek ayak konveyörünün aynaya ötelendiği kıvrımlı bölgede aynaya tam olarak girer (şekil 4.7- c).

Kesici makinenin aynaya girmesinden sonra, daha önceden makine tarafından tabanı temizlenen kuyruk tarafında konveyör aynaya ötelenir. Böylece konveyörün istikameti düzeltilmiş olur (şekil 4.7- d).

Kesici makine tekrar geriye dönerek kuyruk girişindeki, sonradan ayak konveyörünün ötelendiği yerdeki ayna kesimini yaparak geri döner (şekil 4.7- e).

Kesici makine motor başına doğru ilerleyerek tüm ayna kesimini bitirir ve şekil 4.7 – a’da gösterilen konuma gelir. Böylece kesim işlemi tamamlanır (şekil 4.7- f).



Şekil 4.7.G.L.İ. Mekanize sistem kesim yöntemi [2]

4.2.3. Tahkimatların İlerletilmesi

Tahkimat ilerletilmesi kesici makinenin yaklaşık 5 m. arkasından, ayak konveyörünün sonuna kadar yapılmaktadır[2]. Her bir tahkimatın kumanda işlemi yanındaki tahkimatın üzerinden yapılmaktadır. Bunun için ilerletilecek tahkimatın, öncelikle ayna tutucusu ve uzatılabilir sarması geri çekilir. Tahkimatların ana direkleri tavan kırılmasına müsaade edilmeyecek kadar alçaltılır. Bu durumda tahkimat üzerindeki tavan yükü azaltılmış olur. Tahkimatın alçalması ile birlikte, itme – çekme pistonu açılır, pistonu bağlı bulunan itme - çekme kızığının geriye gitmesi ile de tahkimat öne doğru hareket eder. Yerine geldikten sonra da tavan sarmasının paralelliğine dikkat edilerek ana direkler kaldırılıp tahkimat sıkılır. Aynada boşluk bulunduğu takdirde uzatılabilir sarma ileriye doğru sürülür ve ayna tutucu aynaya yaslanır. Bu işlemlerden önce arka kömürü alımı sırasında tahkimat ile ayak konveyörü arasına dolan pasanın temizlenmesi gerekmektedir. Tahkimat ilerletme esnasında yatık pozisyonda olan tahkimatlar mutlaka düzeltilmelidir. Ayak motorbaşı tahkimatları, (Ayak sonu 1) ayak konveyörü ötelendikten sonra toplayıcı konveyör ile birlikte ötelenerek ilerletilir. (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Tahkimatların ilerletilmesi

4.2.4. Ayak Zincirli Oluğunun Ötelenmesi

Kesici makinenin kesim işlemine başlaması için makinenin kömür aynasına girmesi gerekmektedir. Bu işlem kesici makine taban temizliği yaparken, makinenin 5-6 tahkimat gerisinden ayak içi konveyörünün aynaya ötelenmesi ile yapılır. Öteleme işlemi; yan yana 2 – 4 tahkimatın itme çekme pistonu aynı anda kapatılarak sağlanır. Pistonun kapanması ile, pistonun bağlı olduğu itme – çekme kızıağı ileriye doğru hareketlenerek konveyörün aynaya doğru ötelenmesi sağlanır. (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. Ayak zincirli oluğunun ötelenmesi

4.2.5. Arka (tavan) Kömürünün Alınması

Arka kömürü tahkimatlarda bulunan kömür akıtma pencerelerinin açılması, kömürün bu pencerelerden konveyör üzerine akıtılması ile alınmaktadır (Şekil 4.10.).Arka kömürü alınması işlemi iki adımda yapılmaktadır. Birinci adımda iki yada üç arkacı baştan belli aralıklarla birbirlerini görme mesafesinde başlayarak tahkimat pencerelerini açarak kömürü almaya başlarlar. Kömürün tahkimat penceresinden sorunsuz bir şekilde akması durumunda kömür bitene kadar pencere indirilip kaldırılarak tavan taşı gelene kadar kömürü alırlar ve

diğer tahkimata geçerek ayak sonuna kadar bu şekilde devam ederler. Bu aşamada arkacılar tavanın kırılma eğilimini gözlemleyerek kırılmayan bölgeleri tespit ederek, gerekli olan yerlere delikçileri gönderirler. Delikçiler elektrikli delik delme makineleri ile kömürün tekrar pencerelerden akabilecek boyuta getirilmesi için, pencere içlerinden yada iki tahkimat arasından delikler delerek lağım atılması suretiyle kömürün parçalanmasını sağlarlar. İkinci adımda ise arkacılar tekrar, geri dönerek lağım atılarak parçalanmış tahkimatların kömürünü alarak tavan kömürünün tamamının pencerelerden akıtılması sağlarlar. Tavan kömürünün kırılma eğiliminin artırılması, kömür kazanımının maksimum düzeyde olmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.10. Arka (tavan) kömürü alınması

Pencere açım işlemi; penceresi açılan tahkimatın yanındaki tahkimattan yapılmaktadır. Tahkimat penceresinden kömür akışı pencere açısının değiştirilmesi ile sağlanır ve konveyör üzerinde kömürün aşırı yığılması önlenmiş olur. Pencereyi iri blokların kapattığı durumlarda pencere devamlı açılıp kapatılarak iri blokların kırılması sağlanmaktadır.

5. ARKA KÖMÜRÜ ALINMASINA BAŞLAMADA UYGUN KESİM ARALIĞININ BELİRLENMESİ

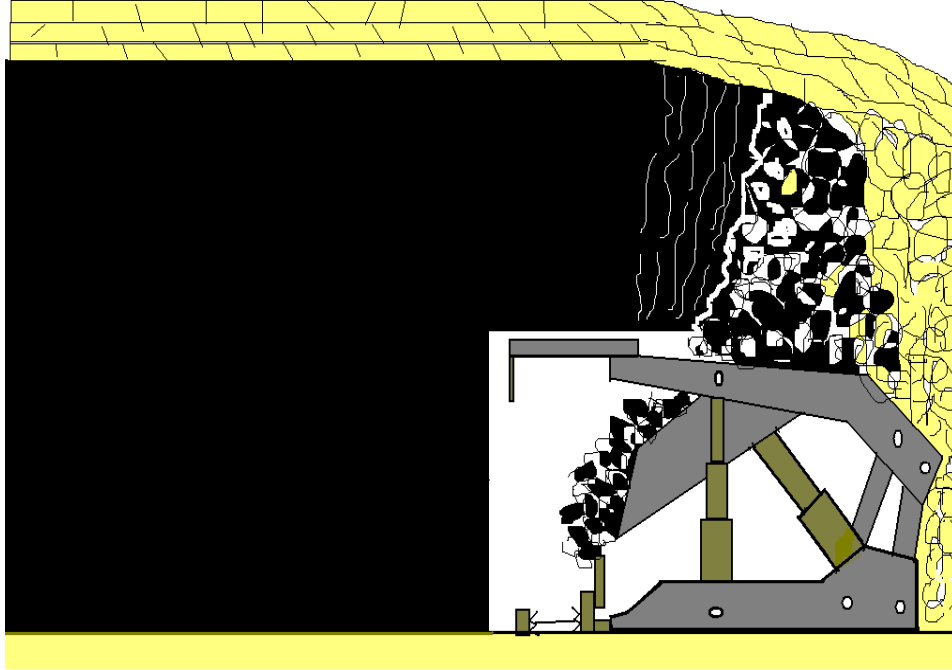
Ömerler yeraltı ocağında arka kömürü olarak alınacak kömür kalınlığı göz önüne alındığında arka kömürü alınması işleminin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Arka kömürü, tahkimatın üzerinde her şeyi ile üretime hazırdır. Üretimi fazla işçilik gerektirmeyen pratik bir şekilde kömürün kendi akışıyla alınabildiği, hidrolik açılıp kapanabilen pencereler sayesinde emniyetli bir çalışmanın yapıldığı bir üretim aşamasıdır. Bu sebeplerden tavan kömürü alınabilecek maksimum düzeyde alınmalı ve tavanda kömür bırakılmaması sağlanmalıdır. Arka kömürün istenilen düzeyde alınması üretim kapasitesini artırmakta buna bağlı üretim maliyetini azaltmaktadır. Arka kömürü alınması işlemine başlanılabilmesi için ayna kesiminin bitirilmesi ve tahkimatların kesilen boşluğa ötelenmesi gerekmektedir. Her ayna kesiminden sonra arka kömürü alınması işlemine başlanabileceği gibi farklı kesim aralıklarında da başlanabilmektedir. Farklı kesim aralıklarında arka kömürü alınması işleminde farklı üretim değerleri ile karşılaşılmaktadır. Hazırladığımız çalışmada elde ettiğimiz değerler, Ömerler yeraltı ocağı mekanize M5 panosunun üretimi aşamasında panonun hazırlandığı formasyonun özellikleri ve M5 panosunun üretim şartlarına bağlı olarak elde edilen değerlerdir.

Mekanize üretim yapılan panoda genel olarak üretim periyodunda, kesici makine ile ayna kesimi iş akışı aşağıdaki gibidir:

- Kesici makine ile ayakta taban temizliği yapılması.
- Temizlenen boşluğa ayak konveyörünün ötelenerek ayağın kesime hazırlanması.
- Kesimin gerçekleştirilmesi.
- Kesilen boşluğa tahkimatların ötelenmesi şeklindedir.

Bu aşamalardan sonra bir ayna kesimi bitirilerek ayak ikinci kesime hazır hale getirilmiş olur.

Arka kömürün verimli bir şekilde alınabilmesi(kömür kayıpları ve seyreلمenin en az seviyede olması), tavan kömürünün kırılgenlığı ile doğrudan bağlantılıdır. Şekil5.1’de arka kömürü alınması işleminin kesit görünüşü verilmiştir.



Şekil 5.1. Arka kömürü alınma işleminin kesit görünüşü

Ömerler yer altı kömür havzasında kömür orta sertlikte ve bloklar halinde kırılabilen bir yapıya sahiptir. Bu nedenle arka kömürü alınması işleminde iyi bir kömür kazanımının sağlanabilmesi için mutlaka ayak içerisinden, tavanda delme patlatma uygulaması yapılması gerekmektedir. Bunun için arka kömürü alınması işleminde, tahkimatların pencereleri açılarak kömürün alınması sırasında tavan kömürünün blok halinde kırılması ve pencereleri tıkayarak akmaması durumunda, gerekli olan tahkimatların üzerlerine, ya da pencere içlerinden delikler delinmesi suretiyle patlatma yapılarak tavan kömürünün tamamen küçük parçalar halinde kırılması sağlanır. Şekil 5.2.'de delik delme makinesi ile tahkimat penceresi içerisinden tavan kömürün de delme işlemi ve Şekil 5.3.'de delik delme makinesi ile tahkimat iki arasından delik delme işlemi gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Tahkimat penceresi içerisinde delik delme işlemi



Şekil 5.3. Tahkimat arasından delik delme işlemi

Delik delinmesi işlemi, ayak içerisinde, elde kullanılabilen elektrikli veya havalı sistemle çalışan, eklenebilir burgulu delik delme makineleri ile 4 metreye kadar yapılmaktadır. Deliklerin sıklığı yada uzunluğu tavanın durumuna bağlı olarak değişmektedir. Delik çapları ise kullanılan kartuş patlayıcıya uygun olarak 3,6mm'lik uçlar kullanılarak hazırlanır. Hazırlanan deliklere yeterli sayıda dinamit yerleştirilerek gerekli tedbirlerin alınmasından sonra belirli bir uzaklıktan elektrikli manyeto ile patlatma gerçekleştirilir. Patlatma işleminden sonra kömür, istenilen boyutlarda kırılarak tahkimat pencerelerinden kolaylıkla akıtılarak alınır. Delme patlatma işlemi gerekli olan her tahkimatın tavanı için ayrı ayrı uygulanır. Bu işlemle tavan kömürünün iyi bir şekilde alınması, kömür kazanım oranını artırarak yüksek üretim kapasitesine ulaşılmasını sağlamaktadır. Ayrıca tavan kömürün optimum düzeyde alınması göçükte kömür bırakılmayarak olası kömürün kendiliğinden yanması riskini ortadan kaldırmaktadır.

5.1. Ayakta Arka Kömürü Alınması İşlemine Geçilmesi

Ömerler yeraltı ocağında mekanize üretim sistemi arka kömürü alınabilecek özellikte bir yapıya sahip olarak seçilmiş ve üretim planlaması yapılmıştır. Ocakta üretim aşamasında tavan kömürünün alınması işlemine başlanabilmesi için ayak içerisinde, kesici makinenin ayak başından ayak sonuna kadar bir sefer götürülerek, aynada kesici tamburun genişliği ve kesici makine kesme yüksekliği kadar olan bir boşluk oluşturması, kesilen boşluk kadar tahkimatların aynaya ötelenmesi gerekmektedir. Tahkimatların her ilerlemesinde tavan kömürünün altına kesme derinliği kadar girilmekte ve tavan kömürü tahkimat pencerelerinden alınabilecek duruma getirilmektedir.

5.2. Arka Kömürü Alınması İşleminde Numune Alınması

G.L.İ. Ömerler yer altı ocağında üretimin devam ettiği M5 panosunda üretim periyodunda ayakta arka kömürü alınmasına başlandığı farklı günlerde ve farklı vardiyalarda numuneler alınmış ve bu alınan numunelerden elde edilen değerler kullanılmıştır.

5.2.1. Damardan Numune Alınması

Ayaktan her bir kesim sonrası arka kömürü alınması işleminde, ayak içerisinde kesme yüksekliğinden başlamak üzere, tavana öğütücü elmas uçlu ve eklemeli helezonik burgularla delik delinir ve delme esnasında delik makinesinin ucunun kestiği tabaka helezonik burgular sayesinde alt taraftan alınır. Alınan bu numunenin özelliği, tavan kömürünün yerinde (üretim öncesi) değerlerini belirlemekte kullanılmıştır. Tavanda delme işlemi tavan kömürünün ortalama kalınlığına bağlı olarak 5-6m boyunda delikler delinmiştir. Şekil 5.4'de numune alma biçimi gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Arka kömürü alınmasında tavandan numune alınması

5.2.2. Bant Üzerinden Numune Alınması

Bir ayna kesimi sonrası her arka kömürü alma işlemi sırasında bant üzerinden numuneler de alınmıştır. Bant üzerinden alınan numune özellik olarak üretim sonrası değerleri yansıtması açısından önemlidir. Üretim aşamasında yeraltı şartları sebebiyle ayırma yapılamadığından, kömürle beraber yan kayaçlarda kesilerek ya da tavandan göçertilerek alınmakta ve dışarıya nakli yapılmaktadır. Bu sebepten bant üzerinden alınan numune değerleri üretim değerlerini vermektedir. Numune bant üzerinden belirli periyotlarla durma esnasında alınmaktadır. Şekil 5.5’ de bant üzerinden numune alınması işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Bant üzerinden numune alınması

5.3. Arka Kömürü Alınmasında Kömüre Taş Karışım Oranının Belirlenmesi

Kömür tahkimatlarda bulunan hidrolik sistemde çalışan pencerelerin açılması ile alındığından tavan kömürünün akışı sırasında kömürle beraber yan kayaçlarda belli miktarda pencerelerden akmakta ve kömüre karışmaktadır. Dolayısıyla kömürde seyrelme meydana gelmektedir. Taş karışım oranının belirlemede kömürün kalitesini değerlendirme parametresi olarak kalori değeri kullanılarak hesaplama yapılmaktadır. Yapılan bu hesaplamalarda kullanılan kalori değerleri, kömürün yerindeki (üretim öncesi) ve bant üzeri (üretim sonrası) değerlerinin ortalamasıdır. Buna göre;

$$TKO = (Q_y - Q_{\bar{u}}) / Q_y \times 100 \quad (5.1)$$

Burada;

TKO: Arka kömüründe üretilen kömüre taş karışım oranı

Q_y: Göçertilecek (yerinde) kömürün kalori ortalaması, Kcal/kg

Q_ü: Göçertilen (üretilen) kömürün kalori ortalaması, Kcal/kg

Hesaplanan bu değer, arka kömürü alınması işlemi sırasında üretilen kömürle beraber kömürün içerisine hesaplanan oranda taşın karıştığını ve bu karışımın bantlar vasıtası ile yeryüzüne çıkarılmakta olduğunu gösterir. Yeraltında kömürden ayrılması mümkün olmayan taşlı karışım nakliyat kapasitesini etkilemektedir. Ayrıca dışarıda kömür yıkama tesisinde (lavvar) kömürden ayrışması işleminde, kömür yıkama maliyetlerini artırmaktadır.

5.4. Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi

Tavan kömürü kayıp oranının belirlenmesinde kullanılacak değerler ortalama üretim değerleridir. Tavan kömürü alınması işleminde her ne kadar kömürün arkada kalmaması amaçlanıyorsa da kömürün kendi akışı ile göçertilerek alınması ve göçertilen kömür kalınlığının fazla olması sebebiyle arka kömürü alınması işleminde belirli oranlarda kömür kayıpları yaşanmakta ve kömür göçük içerisinde kalmaktadır. Üretim veriliği ve emniyeti açısından kömür kayıpların mümkün olan en düşük seviyede kalması gerekmektedir. Bu oranın belirlenmesinde;

Tavandan arka kömürü olarak alınacak kömür bloğunun yerinde, üretilmeden önceki miktarı (KMy) ;

$$KMy = L \times Lt \times Li \times Qk \quad (5.2)$$

Burada:

KMy :Aynada kesim işlemi sonrası alınması gereken tavan kömürü miktarı (yerinde)

L: Ayak Uzunluğu (m)

Lt:Tavan kömürü kalınlığı (m)

Li: İlerleme miktarı (m)

Qk: Kömür Yoğunluğu (ton/m³)

Kullanılan sabit değerler:

Ayak ilerleme miktarı her bir ayna kesimi için : 0.6 m

Ayak uzunluğu çalışılan M5 panosu için : 80m

Tavan kömürü kalınlığı: 5m

Kömürün yoğunluğu : 1.6 ton/m³

Kömürün yerinde, alınmadan önceki durumu göz önüne alınarak hesaplama yapılır.

Arka kömürü işleminde üretilen gerçek kömür miktarı (KMg) ;

$$KMg = KMü - (KMü \times TKO) \quad (5.3)$$

Burada;

KMü : Gözlemlenerek belirlenen arka kömürü üretim miktarlarının ortalamaları (ton)dır.

Üretilen gerçek kömür miktarı bulunurken, çizelge(5.1., 5.2., 5.3.) verilen üretim miktarlarının ortalaması kullanılarak (KMÜ) değeri belirlenir ve hesaplamalar bu değerlere göre yapılmaktadır. Arka kömürü alma işlemi sırasında üretilen kömürün içerisinde taş karışımı da vardır. Bu sebepten üretilen değerden, içerisindeki taş miktarını ayırarak gerçek üretilen kömür miktarının belirlenmesi gerekmektedir.

Arka kömüründe kömür kayıp oranı (K.K.O.) ise ;

$$KKO = ((KMy - KMg) / KMy) \times 100 \quad (5.4)$$

Arkada, göçükte kalan kömür oranını belirlemede; alınabilecek(yerinde) kömür miktarı belirli olduğundan, bu değerle, alınan gerçek kömür değerinin farkının, alınabilecek kömür miktarına bölünmesi, kömür kayıp oranını verir.

5.4.1. Farklı Kesim Aralıklarında, Arka Kömürü Alınmasının Ayak İlerleme Hızına Etkisinin Belirlenmesi

Ömerler ocağında aylık ayak ilerleme hızı panoda ay sonlarında yapılan topografik ölçümler ile belirlenmektedir. Burada farklı kesim aralığında arka kömürü alınmasının ayak ilerleme hızına etkisini aylık olarak değerlendirebilmek için, normal şartlarda Ömerler mekanize ayakta çalışmanın yapıldığı dönemde yapılan gözlemlerde, her bir vardiyada bir ayna kesimi tam olarak bitirilmektedir. Bu göz önüne alınarak farklı kesim aralıklarında arka kömürü

alınmasının ayak ilerleme hızlarına etkisi belirlenebilmektedir. Aynada bir ay boyunca, hangi kesim aralığında arka kömürü uygulamasına başlanıyorsa, seçilen kesim aralığında ayakta bir ay boyunca tüm vardiyalarda yapılan toplam kesim sayısı dikkate alınarak aylık ayak ilerleme hızı belirlenebilir. Ayakta bir ay boyunca yapılan ayna kesimi sayısı ayak ilerleme hızı ile doğrudan ilişkilidir.

Buna göre, tüm ay boyunca; bir kesim sonrası arka kömürü alınmasında, ayağın tamamında arka kömürü alınması bir vardiyada tamamlanmaktadır. Bu sebepten vardiyaların iş akışı, kesim vardiyası sonrası arka vardiyası şeklinde bire bir oranında devam etmektedir. Bir aylık çalışma göz önüne alındığında ayda 26 iş günü çalışılması durumunda, her gün 3 vardiya, toplam 78 vardiya çalışma yapılmaktadır. Bu da bir ayna kesimi sonrası arka alınmasında aylık yapılan çalışmaların, 39'u kesim vardiyası, 39'u arka kömürü vardiyası olarak gerçekleşmektedir.

İki kesim sonrasında arka kömürü alınmasında; arka kömürü alınması işi yapılan gözlemler doğrultusunda ortalama 1.5 vardiya sürmektedir. Bu işlemde vardiyalarda iş akışı; her 7 vardiyada, 3 vardiya arka kömürü alınması 4 vardiya ayna kesimi yapılması şeklindedir. Buna göre yine ayda 78 vardiya çalışma olması durumunda, 33 vardiya arka kömürü alınması işi, 45 vardiya ayna kesimi yapılmış olmalıdır.

Üç kesim sonrasında arka kömürü alınmasında; arka kömürü alınması işi ortalama 2 vardiya sürmektedir. Bu işlemde vardiyalarda iş akışı; her 6 vardiyada 2 vardiya arka kömürü alınması 4 vardiya ayna kesimi yapılması şeklindedir. Buna göre yine ayda 78 vardiya çalışma olması durumunda 26 vardiya arka kömürü alınması işi, 52 vardiya ayna kesimi yapılmış olmalıdır. Burada :

$$\text{Aylık ayak ilerleme hızı} = \text{toplam kesim vardiyası sayısı} \times \text{kesme derinliği} \quad (5.5)$$

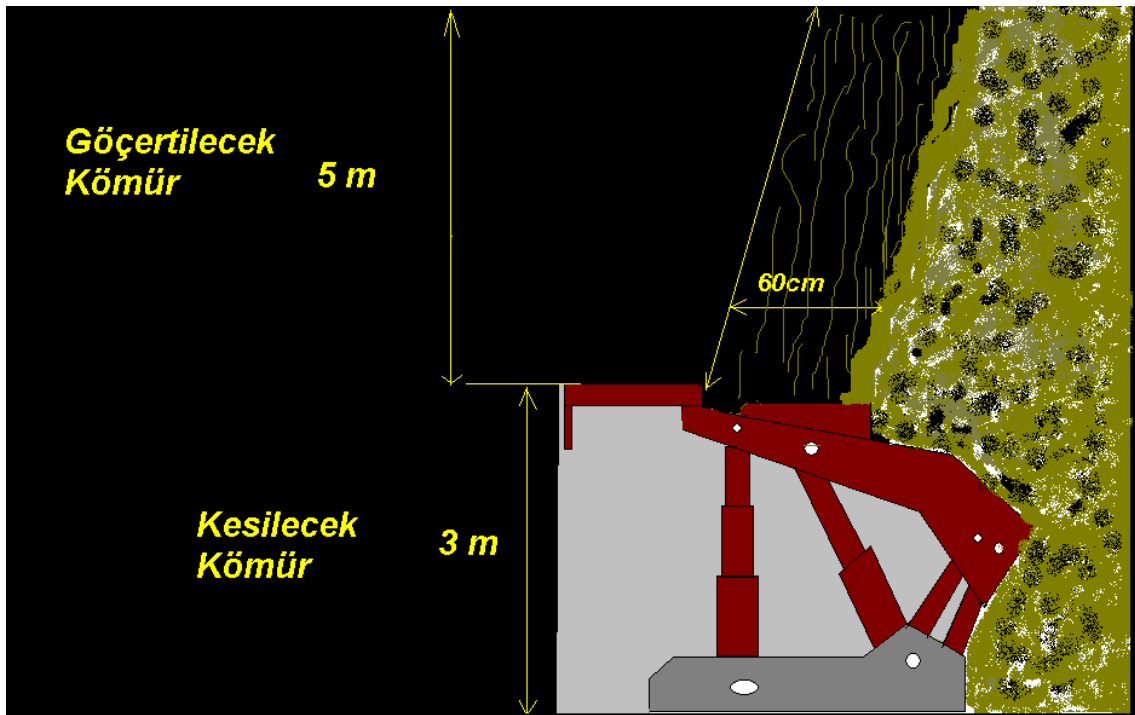
eşitliğinden belirlenebilmektedir.

Kesme derinliği: 0.6 m olarak alınmaktadır.

5.5. Bir Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alınması uygulaması

Aynada bir sefer kesim işlemi yapılması, kesici makinenin öncelikle ayak konveyörünün öteleneyeceği boşluk için, ayna ile ayak konveyörü arasında taban temizliği yaparak, ayak başından ayak sonuna kadar götürülerek tabanın temizlenmesiyle başlar. Daha sonra temizliği yapılan boşluğa kesici makinenin ilerleme yönüne göre, ortalama 5 tahkimat arkasından konveyör aynaya ötelenir. Kesici makine ayak konveyörü üzerinde hareket ettiği için

ayak sonuna gelen kesici makine bu kez ayak sonundan tekrar ayak başına doğru hareket ettirilerek, aynaya yaklaşan ayak konveyörünün üzerinden kesme işlemi gerçekleştirilir. Bu kesme işlemiyle aynadan ortalama 60 cm derinliğinde, 3 m yüksekliğinde ve ayak uzunluğu kadar bir blok mekanize olarak kazılarak alınmaktadır. Kesim sonucunda aynada oluşan boşluğa tahkimatlar ötelenerek bir kesim işlemi bitirilmektedir. Tahkimatların aynaya ötelenme işlemi açılan boşluk kadar olacağından yine ortalama 60 cm kadar ötelenerek tavan kömürünün altına girilir. Şekil 5.6’de bir ayna kesimi sonrasında tavanın durumu görülmektedir.



Şekil 5.6. Bir kesim sonrası tavanın durumu

Bir ayna kesim işlemi bitirilip arka kömürü alınması işlemine geçildiğinde tavanda 60cm kalınlığında, yaklaşık 5m yüksekliğinde ve çalışılan M5 panosu ayak genişliği olan 80m’lik bir kömür bloğu tahkimat pencerelerinden alınmaya hazır hale gelmiş olur. Kömür, tahkimatlarda mevcut olan pencereler açılarak ayak konveyörüne akıtılmak suretiyle alınır. Arka kömürü alma işlemi pencerelerden kil taşı gelene kadar alınmaya devam eder. Kil taşı akmasıyla pencereler kapatılarak arka kömürü alma işlemi bitirilir.

5.5.1. Bir Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Elde Edilen Veriler

Ayakta farklı günlerde bir ayna kesimi yapıldıktan sonra arka kömürü alınması uygulamasının başlaması sırasında, alınan numunelerden elde edilen veriler ve ayrıca uygulamanın yapılması sonucu ulaşılan üretim miktarları çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Bir ayna kesimi sonrasında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler.

Tarih	Üretilen kömürün kaloris (Q _ü) (kcal/kg)	Kömürün yerinde kaloris (Q _y) (kcal/kg)	Üretilen kömür miktar (KM _ü) (ton)
01.10.2007	2511	3353	426
03.10.2007	2684	3425	396
08.10.2007	2436	3507	423
10.10.2007	2400	3552	409
16.10.2007	2654	3345	402
18.10.2007	2159	3125	436
22.10.2007	2221	3412	414
25.10.2007	2711	3689	438
ORTALAMALAR	2497	3426	418

Bu veriler ışığında yapılan hesaplamalarla öncelikle ortalama kalori değeri kullanılarak kömüre tavan taşı karışım oranı belirlenmiştir. Ayrıca taş karışım oranı da kullanılarak yapılan hesaplamalarla, bir kesim sonrasında arka kömürü alınması işlemine geçildiğinde tavan kömürü kazanım oranı belirlenmiştir. Hesaplanan bu veriler değerlendirilerek yöntemin uygunluğu ve yer altı üretimine etkileri yorumlanmıştır.

5.5.2. Bir Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Üretilen Kömüre Karışan Taş Oranı

Ayakta bir ayna kesimi sonrası arka kömürü alınmasında çizelge (5.1) ‘de verilen kömürün yerinde ve üretim sonrası kalori değerlerinin ortalaması kullanılarak yapılan hesaplamada, üretilen kömüre taş karışım oranı;

$$TKO = (Q_y - Q_{\bar{u}}) / Q_y \times 100$$

$$TKO = (3426 \times 2497) / 3426$$

TKO = % 27,1 olarak belirlenmiştir.

Hesaplanan bu değere göre arka kömürü alınmasında, büyük oranda taşında üretilen kömüre karışarak nakliyat üniteleri ile yer yüzüne taşınmakta olduğunu göstermektedir.

5.5.3. Bir Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi

Bir ayna kesimi yapılarak arka kömürüne başlanmasında arka kömürü işleminde alınması gereken toplam tavan kömürü miktarı (yerinde)

$$KMy = L \times Lt \times Li \times Qk$$

$$KMy = 80 \times 5 \times 0,6 \times 1,6$$

$$KMy = 384 \text{ ton olarak bulunmuştur}$$

Bu değer bir kesim sonrasında tahkimatların bir kez ilerletilmeleri ve tavan kömürünün altına 60cm girilmesi ile tavandan alınabilecek kömür bloğunun tamamının alınması durumunda elde edilecek değerdir.

Bir kesim sonrası arka alınmasında çizelge(5.1) den, üretim miktarlarının ortalaması kullanılarak yapılan hesaplamada arka kömürü işleminde üretilen gerçek kömür miktarı;

$$KMg = KMü - (KMü \times TKO)$$

$$KMg = 418 - (418 \times 27,1 / 100)$$

$$KMg = 305 \text{ ton olarak belirlenir.}$$

Burada üretilen kömür miktarının içerisindeki taş miktarının ayrılması ile gerçekte alınan tavan kömürü miktarı hesaplanmıştır.

Arka kömürü işleminde alınan gerçek kömür miktarı kullanılarak üretilecek tavan kömüründe kömür kayıp oranı

$$KKO = ((KMy - KMg) / KMy) \times 100$$

$$KKO = ((384 - 305) / 384) \times 100$$

$$KKO = \%20,5 \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

Burada görüldüğü gibi bir ayna kesimi sonrası elde edilen değerler kullanılarak yapılan hesaplamada tavan kömürünün %20,5'lik bir kısmı göçükte kalmaktadır.

5.5.4. Bir Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Avantajları

Bu uygulamada;

- Aynada oluşan boşalmalar azalmaktadır ;

Ömerler yeraltı ocağında uygulanan mekanize yöntemle kömür üretiminde uygulama aşamasında, arka kömürü alınması işlemine geçilmesinin herhangi bir sebepten gecikmesi durumunda, aynaya gelen yüklerde artışlar yaşanmaktadır. Yerleşim yerine bağlı olarak üç tip, ayak veya ayak önü basınçları vardır. Ayak önü basınçları ayna hattı üzerinde ve iç kısmında, kenar ayak basınçları panoların her iki tarafındaki zincir topuklar üzerinde, arka ayak basınçları da havalandırma (dönüş) yolları zincir topukları üzerinde oluşur. Tüm bu basınçların dağılımı ise düzgün değildir [14].

Jeolojik bir bozukluğa rastlanmadığı sürece ayak önü basıncının bu profili istikrarlı olup ayak ilerledikçe, aynı şekilde ileriye doğru kayar. Bu koşul altında, yalancı tavanın köprü etkisi ayak önü basıncını hemen çabukça taşımak için kullanılabilir ve etkisi minimum olabilir. Diğer yandan ayak ilerlemesi durur veya oldukça yavaşlarsa ayak önü basıncının bu profili değişecektir. Büyüklüğü profil boyunca zamanla artar. Özellikle maksimum değer büyür ve kömür içinde derinlere dalar. Son olarak ayak önü basınç profili altındaki kömür ve tavan tabakası basıncın tüm darbesini alır.

Ayak ön basıncından dolayı tavanda ve kömürde çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar göçüğe doğru eğimlidir[15]. Ön basıncın bulunduğu bölgenin gerisinde kömür daha az basınç altındadır ve ayak alını boşluğa doğru hareket eder. Kömür alındığında göçüğe doğru eğimli, çatlaklı tavan kontrol altına alınmalıdır. Bu bölgede tavan alçalması devam eder ve aynı zamanda tavan göçüğe doğru hareket eder. Ayak tahkimatının görevi konverjansı ve göçüğe doğru hareketi kontrol etmektir[16].

Tahkimat tarafından tavana uygulanan yük gerektiğinden çok ya da az olduğunda çatlaklar sonucu oluşan kaya blokları birbirlerinden ayrılır veya birbirlerinden farklı eğim alır ve böylece tavan taşı düşmelerine, göçük yapmaya ya da basamak oluşmasına neden olur. İyi kontrol edilmeyen tavan tahkimatlar üzerinde bozulur ve problemler doğurur.

Aynaya gelen yüklerin artması uygulamada, aynanın dayanımını etkileyerek aynada akmalara sebep olmakta ve tavandan malzeme boşalmaları meydana gelmektedir. Aynada bu şekilde deformasyonların yaşanması tahkimatlara gelen basınçları artırmakta ve tahkimatlar istenilen yükseklikte sıkılamamaktadır. Tahkimatların alçalması, ayak içinde kesici makinenin ilerlemesinde de sıkıntılara yol açmakta ve makinenin ilerletilmesi güçleşmektedir. Kesici makinenin hareketinde yaşanan zorluklar çalışma şartlarını zorlaştırmakta, üretimi etkilemekte ve ayak ilerleme hızını düşürmektedir. Şekil 5.7’de aynada yaşanan akmalarda tahkimatların durumu gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Aynada meydana gelen akma

Bir kesim sonrası arka kömürü alınması uygulaması sayesinde, tavanın sürekli göçertilerek kömür alınması işlemi sık sık tekrarlandığından arkanın iyi bir şekilde oturması sağlanarak aynada yaşanan akmalar azalmakta ve iyi bir tavan kontrolü sağlamaktadır.

- Tavanda delme patlatma işlemi gereksinimi azdır.

Aynada yapılan her kesme işlemi sonrası arka kömürü alınması sebebiyle tavanın sürekli göçertilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede tavan kömürü, daha çok küçük parçalar halinde kırılmaktadır. Kırılan parçalar, genellikle tahkimat pencerelerinden akabilecek boyutta

olmaktadır. Buda tavan kömürü kazanılması için uygulanan delme patlatma işlemine duyulan ihtiyacı azaltmaktadır.

- Göçükten gaz gelme riski azdır.

Uygulamada sürekli olarak arkadan tavan kömürü çekilmesi sebebiyle tavanın iyi bir şekilde oturtulması sağlanır. Bu sayede ayak içinde dolaşan havanın göçüğe kaçarak kömürün olası kendiliğinden yanması riski en aza indirilerek, güvenli bir çalışma ortamı oluşturulur.

5.5.5. Bir Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Dezavantajları

- Arka kömürü alınmasında kömüre taş karışım oranı yüksektir.

Yapılan hesaplamalarda görüldüğü üzere arka kömürü alma işleminde tavan kömürünün 60 cm altına girilerek arka alma işlemine başlanması tavandan kömürle beraber %27,1 oranında taş da tahkimat pencerelerinden akıtılarak alınmaktadır. Bu da nakliyat ünitelerinde gereksiz kapasite kullanımına sebep olmaktadır. Ayrıca kömüre karışan taş miktarının artması kömürün zenginleştirme işleminde, kömür yıkama tesisini de etkilemekte, gereksiz kapasite kullanımına ve işçilik kayıplarının yaşanmasına sebep olarak kömürün yıkanma maliyetini artırmaktadır.

- Ayak içi temizliği için gereken eleman sayısı fazladır.

Her bir kesim sonrası arka kömürü alınması sebebiyle ayak içi sürekli olarak arka kömürü alınması sırasında tahkimat pencerelerinden akan pasa ile dolmaktadır. Arka kömürünün tahkimat pencereleri vasıtası ile ayak içine akıtılması sebebiyle, pencerelerin tahkimata göre tahkimat gövdesinin orta kısmından başlayarak açılması, tavandan akan malzemenin pencere kenarlarından taşarak, tahkimat içlerinin pasa ile dolmalarına sebep olmaktadır. Ayrıca formasyonun nemli olması sebebiyle ıslak malzeme pencere oluklarını hemen doldurmakta buda pencerelerden malzeme akışını zorlaştırmaktadır. Böyle durumlarda, öncelikle pencere içlerinin kazılması ve malzeme akışına uygun hale getirilmeleri gerekmektedir.

Ayakta tahkimatların içleri pasa ile dolması tekrar ilerleme yapılabilmesi için mutlaka temizlenmeleri gerekmektedir. Şekil 5.8.(a),(b),(c)'de arka işlemi sonrası tahkimatların durumu gösterilmektedir.



(a)



(b)

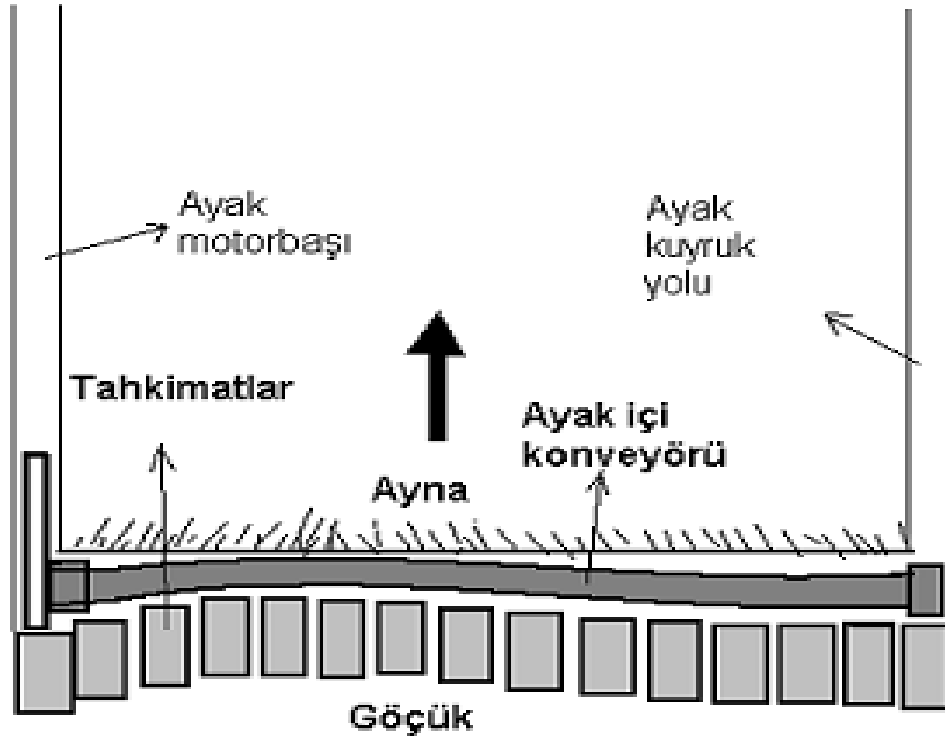


(c)

Şekil 5.8.(a),(b),(c). Arka kömürü işlemleri sonrası ayak içi

Mevcut tahkimat sisteminde arka kömürü tahkimatlarda bulunan pencereler vasıtası ile alındığından pencerelerden akan kömürler tahkimat önünü de doldurmaktadır. Tekrar kesim işlemine geçildiğinde kesim bitirildikten sonra tahkimatların çekilebilmesi için tahkimat içi ve önünün temizliğinin yapılması gerekmektedir. Bu temizlik uzun ve zahmetli bir iş olduğundan gerekli iş gücü ve zaman kaybı çoktur. Ayak içerisinde kullanılmakta olan 56 adet şilt tahkimatın olduğu ve bu tahkimatların her birinin rahat bir şekilde ilerletilmeleri için mutlaka hem önlerinin hem de içlerinin temizliğinin iyi bir şekilde yapılması gerekliliği göz önüne alındığında mekanize üretim sisteminde, gerekli temizlik işleri için daha fazla sayıda personele ihtiyaç duyulmaktadır. Ayak içinde istenilen seviyede temizliğin yapılabilmesi için ayakta bulunan ortalama her 4 tahkimatın temizliğine bir personel ayrılması gerekmektedir. Toplamda sadece ayak içinin temizliği için en az 15 personel ayrılması gerekmektedir. Bu sayı her vardiya için ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Resimde tahkimatların arka kömürü alındıktan sonraki durumu görülmektedir. Şekil 5.8.(b)'de görünen pasanın temizlenerek tahkimatların tekrar ilerletilmelerinin sağlanması gerekmektedir. Ayak içinin yeteri kadar temizlenememesi durumunda tahkimatların ilerletilmelerinde zorluklar yaşanmakta istenilen ilerleme seviyesi olan 60cm mesafe sağlanamamaktadır. Bu tür durumlarda ayağın baş ve kuyruk istikameti

bozulmakta ayak içi konveyöründe kırıklıklar oluşmaktadır (Şekil 5.9). Ayrıca istenilen kesme derinliğine ulaşılamadığı için üretim verimliliği düşmektedir.



Şekil 5.9. Ayak içi konveyöründe oluşan kırıklıklar

Kullanılmakta olan mekanize sistemdeki bu problemin çözümü için yeni mekanize ayak alımı projesinde, bu sorunda dikkate alınarak daha az işçilikle üretimin devamını sağlamak amacıyla tahkimatların arkasına monte edilecek ikinci bir konveyör ile arka kömürünün alınmasına uygun tahkimat sistemi talep edilmiştir.

- Ayak ilerleme hızı düşüktür.

Arka kömürü alınması işleminin sıklıkla yapıldığından, kesim aralarında sürekli arka kömürü alınması için duruşların olması ve arka kömürü alınması sonrası ayak içinde gerekli temizliklerin yapılmasının zaman alması sebebiyle ayak ilerleme hızı düşmektedir. Normal şartlarda bir ayna kesimi sonrası arka kömürü alınmasında, aylık ortalama 39 kesim tamamlanmaktadır. Buna göre (5.5) eşitliği kullanılarak yapılan aylık ayak ilerleme miktarı, 23m olarak bulunur. Hesaplanan bu değer kesim aralıklarının ayak ilerleme hızına etkisinin karşılaştırılması amacı ile belirlenmiştir. Ayak ilerleme hızında düşüşlerin yaşanması

beraberinde yeraltı şartlarının değişkenliğine bağlı olarak farklı sorunlar oluşturmaktadır. Örneğin şu anda yapılan üretimde ayak ilerleme hızının düşmesi sebebiyle ayak arkasından gelen su geliri miktarında artışlar yaşanmaktadır. Ömerler mekanize panodan normal koşullarda dışarı atılan su miktarı ortalama $1060\text{m}^3/\text{gün}$ 'dür. Ayak ilerleme hızının düştüğü aylarda ocaktan dışarı atılan su miktarı $1758\text{m}^3/\text{gün}$ 'e kadar çıkmaktadır. Su geliri ayakta tahkimatların arkalarından tabandan olduğu gibi bazı durumlarda tavandan yağmurlama şeklinde de olmaktadır. Ayakta su miktarının artması çalışma koşullarını ağırlaştırmaktadır. Ayak içinde çalışan personelin iş gücü verimini düşürmekte, çalışan ekipmanlara zarar vermekte ve ekipmanlardan istenilen performans alınamamaktadır. Bu da üretim kapasitesini olumsuz yönde etkilemekte ve üretim kayıplarına sebep olmaktadır. Ayrıca ayak içinde su miktarındaki artma nakliyat ünitelerine zarar vermekte, nakliyat üniteleri üzerinde kömürle beraber sulu malzemenin taşınması, nakliyat yollarının çamurla dolmasına sebep olmakta ve bu yolların sürekli temizlenmesi gerekmektedir. Temizlik için fazla sayıda temizlik elemanına gereksinim duyulmakta ve buda işçilik maliyetlerini artırmaktadır. Şekil 5.10.(a),(b)'de ayakta tavandan ve ayak arkasından su geliri görölmektedir.



(a)



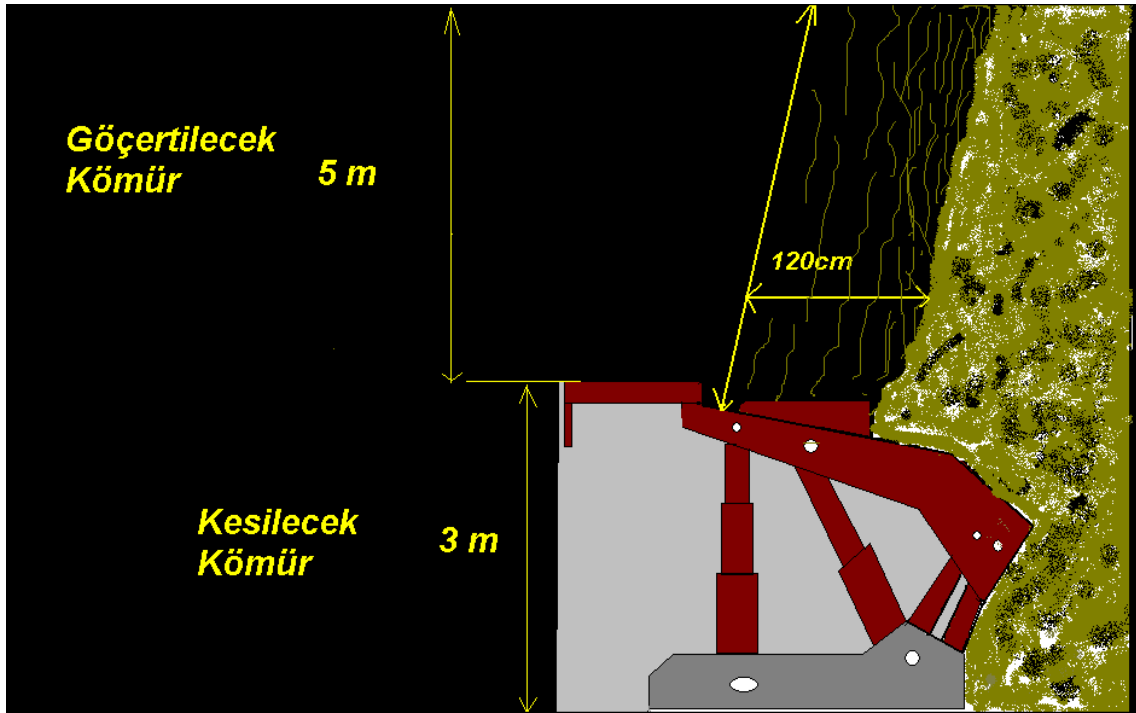
(b)

Şekil 5.10.(a),(b) Ayakta, ayak arkasından ve tavandan su gelmesi

5.6. İki Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alınmasına Başlanması

Bu uygulamada ayakta kesici makine ile birinci kesim için uygulanan işlemler tekrarlanarak arka kömürü alınmasına başlamadan, ayakta ikinci kesim de bitirilerek tahkimatların çekilmesinden sonra arka kömürü alınması işlemine başlanmaktadır.

Ayakta iki kesimin bitirilmesi ve tahkimatların iki sefer çekilmesi ile ortalama 120 cm'lik bir ilerleme yapılmaktadır. Bu ilerleme ile tahkimatlar tavan kömürünün altına yine 120 cm girilmekte ve tavan kömürü kazanılmaya hazır hale gelmektedir. Şekil 5.11.'de iki kesim sonrası tavan kömürü kesiti gösterilmiştir.



Şekil 5.11. İki kesim sonrası tavan kömürü kesiti

Tavanda ortalama 120 cm kalınlığında, 5 m yüksekliğinde ve çalışılan M5 panosu ayak genişliği olan 80m'lik bir kömür bloğu tahkimat pencerelerinden alınmaya hazırdır.

5.6.1. İki Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alma İşleminde Elde Edilen Değerler

Ayakta farklı günlerde iki ayna kesimi yapıldıktan sonra arka kömürü alınması uygulamasının başlaması sırasında, alınan numunelerden elde edilen veriler ve ayrıca uygulamanın yapılması sonucu ulaşılan üretim miktarları çizelge 5.2’de verilmiştir

Çizelge 5.2. İki ayna kesimi sonrasında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler.

Tarih	Üretilen kömürün kalorisı(Q _ü) (kcal/kg)	Kömürün yerinde kalorisı (Q _y) (kcal/kg)	Üretilen kömür miktarı (KMÜ) (ton)
03.09.2007	2715	3310	846
06.09.2007	2349	3158	816
11.09.2007	2532	3274	762
17.09.2007	2724	3442	749
21.09.2007	2386	3118	819
26.09.2007	2694	3078	826
28.09.2007	2803	3324	903
05.10.2007	2456	3776	807
ORTALAMALAR	2582	3310	816

Burada yine ölçülen bu değerlerin ortalamaları kullanılarak arka kömürü alma işleminde kömüre taş karışım oranı belirlenmiştir. Bu değer kullanılarak arka alınması işleminden sonra göçükte kalan kömür miktarı belirlenmiştir. Hesaplanan değerler ışığında yine yöntemin üretime etkileri değerlendirilmiştir.

5.6.2. İki Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Kömüre Taş Karışım Oranının Belirlenmesi

Burada yine farklı günlerde iki kesim yapılarak arka kömürü alınmasına başlanmasında çizelge 5.2’de verilen kömürün üretim öncesi ve üretim sonrası kalori değerlerinin ortalaması kullanılarak (5.1) eşitliğine göre yapılan hesaplamada üretilen kömüre karışan taş oranı %22 olarak belirlenmiştir. Buna göre arka kömürü alınması işleminde üretilen kömürün içerisine %22’lik bir oranda taşın karıştığı ve kömürde seyrilmenin yaşandığı görülmektedir. Burada görüldüğü üzere arka arkaya iki kesim yapıldıktan sonra arka kömürü

alınmasında, kömüre karışan taş oranında belirli bir oranda azalma vardır. Taş karışım oranının azalması üretim verimliliği artmasını sağlamaktadır.

5.6.3. İki Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi

İki ayna kesimi yapıldıktan sonra arka kömürü alınmasına başlandığında (5.2) eşitliği kullanılarak yapılan hesaplamada alınması gereken kömür miktarı 768 ton olarak belirlenir. Bu değer tahkimatların iki kez çekilmeleri sonucu tavan kömürünün altına 120 cm girilmesi ile tavandan alınabilecek kömür miktarını vermektedir.

İki ayna kesimi sonrası elde edilen üretim miktarlarının çizelge (5.2) de verilen ortalaması kullanılarak, (5.3) eşitliğine göre yapılan hesaplamada üretilen gerçek kömür miktarı 636,5 ton olarak belirlenir. Belirlenen bu değer üretilen kömür miktarından, üretim sırasında karışan taş miktarının ayrılması ile elde edilen gerçek üretim değeridir.

Belirlenen gerçek üretim değeri kullanılarak (5.4) eşitliğine göre yapılan hesaplamada arka kömürü alınmasında tavan kömüründe kömür kayıp oranı (K.K.O.) %17 olarak belirlenir.

Burada görüldüğü gibi iki ayna kesimi sonrası elde edilen değerler kullanılarak yapılan hesaplamada tavan kömürünün %17'lik bir kısmı göçükte kalmaktadır. Göçükte bırakılan kömür miktarında bir kesim sonrasına göre azalmıştır.

5.6.4. İki Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Avantajları

Bu uygulamada;

- Üretilen kömüre karışan taş oranı düşüktür.

Bir ayna kesimi sonrası arka kömürü alınması işlemine göre üretilen kömür içerisine karışan taş miktarında azalma olmaktadır. Kömüre karışan taş miktarının düşmesi üretim değerlerinde iyileşmelerin yaşanmasını, daha verimli bir çalışma performansının yakalanmasını ve kömürde seyreلمenin düşmesiyle kömür yıkama maliyetlerinin düşmesi sağlanmaktadır.

- Tavan kömürü kazanım oranı yüksektir.

Tavan kömürünün en yüksek oranda kazanılması öncelikle üretim miktarını artırarak üretim maliyetlerinin düşmesini sağlamaktadır. Tahkimatların 120 cm girilerek arka kömürü alınmasına başlanıldığında tahkimat pencerelerinden alınacak kömür miktarı da artmaktadır. Bu da tavan kömürünün kontrollü bir şekilde alınmasına olanak sağlamak ve kömür kazanım oranını yükseltmektedir.

- Göçükte kalan kömür miktarı düşük olduğundan, göçükten gaz gelme riski azdır.

Tavan kömürü üretiminin özelliği; kömürün yerçekimi etkisi ile serbest düşüş yaparak, kendi akışı ile tahkimatlarda bulunan pencereler açılarak ayak konveyörüne akıtılarak alınmakta olması sebebiyle tavan kömürünün tamamının kazanılması mümkün olmamaktadır. Bu sebepten tavanda belli oranlarda kömür kalmaktadır. Göçükte kalan tavan kömürünün en aza indirilmesi ocağın emniyeti açısından son derece önemlidir.

5.6.5. İki Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Dezavantajları

- Bu uygulamada da ayak ilerleme hızı düşüktür.

Tavan kömürünün göçertilerek, arkadan çekildiği üretim sisteminin uygulandığı yer altı kömür madenciliğinde, ayak ilerleme hızı, sadece kesim yapılarak kömür damarının tamamının alındığı uygulamalara göre düşüktür. Normal şartlarda iki kesim sonrası arka kömürü alınmasında ayakta aylık ortalama 45 ayna kesimi bitirilmektedir. Buna göre (5.5) eşitliği kullanılarak yapılan hesaplamada aylık ayak ilerleme miktarı 27m olarak belirlenir. Aynada kesim işlemi sonrası tavan kömürünün kazanılması için sürekli duruşların yapılması zorunluluğu ayak ilerleme hızını düşürmektedir.

Yer altı şartlarının değişken olması, yeraltında çalışılan açıklığın uzun süre tahkim edilmesini zorlaştırmaktadır. Uzun ayaklarda kömür dilimler halinde üretildiği için ayak arkasındaki kömürde geniş boşluklar oluşur. Bu boşluk üzerindeki tavan tabakası panonun dört kenarını destek noktası olarak kullanan bir konsol giriş gibi davranır ve böylece bu kenarlar üzerinde veya içlerinde yüksek basınç bölgeleri oluşur [17].

Uzun süreli duruşlarda yada ilerlemenin yavaş olduğu durumlarda tahkimatlara gelen yüklerde artışlar yaşanmaktadır. Buda tahkimatlarda alçalmaların yaşanmasına, istenilen ayak yüksekliğinin sağlanamaması sebebiyle kesici makinenin hareket kabiliyetini kısıtlanması gibi olumsuz çalışma koşullarını meydana getirmektedir. Şekil 5.12’de ayak ilerleme hızına bağlı kesici makinenin çalışma koşulları görülmektedir.



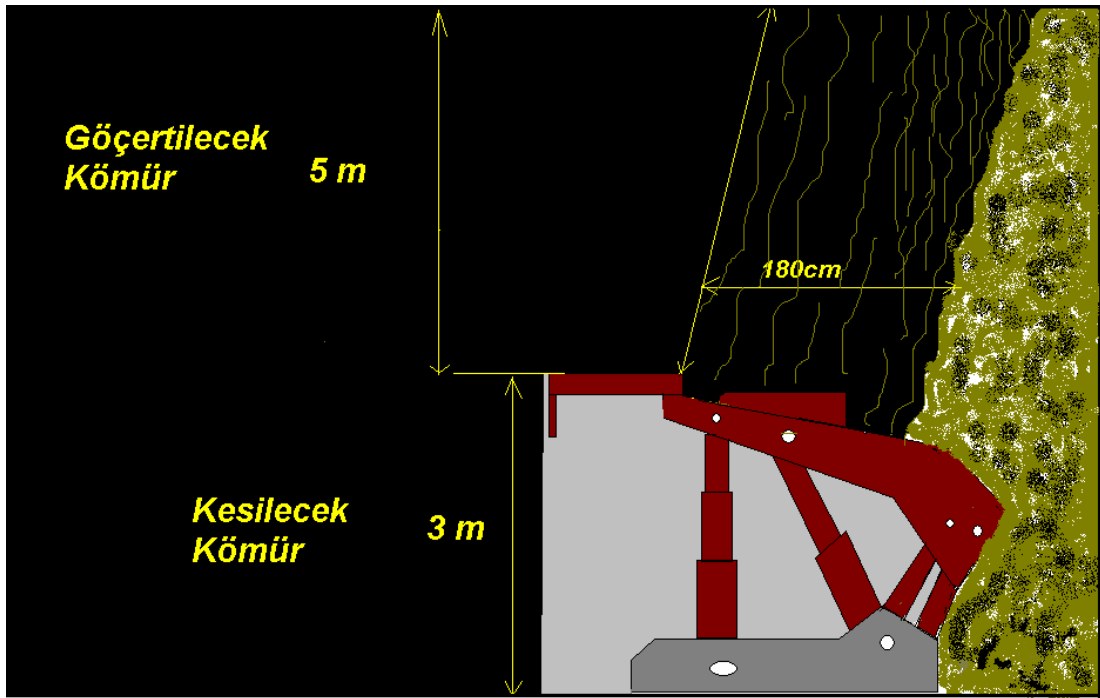
Şekil 5.12.Kesici makine çalışma şartları.

- Tavan kömürünün tahkimat pencerelerinden alınabilecek boyuta getirebilmek için gerekli delme patlatma işlemi fazladır.

Bu uygulamada tavan kömürünün tahkimatların pencerelerinden alınabilecek seviyeye getirilmesi için gerekli delme patlatma işlemi, bir kesim yapıldıktan sonra arka kömürü alınması uygulamasına göre daha fazladır. Bir kesim sonrası arka alınmasına başlanmasında tavanın sürekli göçertilmesi sağlanarak tavan kömürünün kendiliğinden kırılmasını sağlar. Tahkimatların tavan kömürünün altına girme mesafesi arttıkça tavan da blok halinde kırılmalar yaşanmaktadır. Buda tavanda delme patlatma işlemine duyulan gereksinimi artırmaktadır. Delme patlatma işlemine duyulan ihtiyacın artması; üretim aşamasında zaman kayıplarının yaşanmasına, kullanılan malzeme dolayısı ile malzeme giderlerinin artmasına, fazladan işgücü gereksinimine sebep olmaktadır.

5.7. Üç Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alınmasına Başlanması

Ayakta üç ayna kesimi yapılarak arka kömürü alınması uygulamasına, kesici makine ile aynada arka arkaya üç kesim bitirilerek tahkimatların üç sefer ilerletilmeleri ile başlanır. Tahkimatlar üç sefer ilerletilmeleri sayesinde tavan kömürünün altına ortalama 180cm girerler. Buda çalışılan M5 panosunda, 80m uzunluğunda, 5m yüksekliğinde ve 180cm genişliğinde bir kömür bloğu arka kömürü olarak alınmaya hazır hale gelmiş olur. Şekil 5.13’de ayakta üç ayna kesimi sonrası tavan kömürü kesiti gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Üç ayna kesimi sonrası tavan kömürü kesiti

Tavanda ortalama 180 cm kalınlığında, 5 m yüksekliğinde ve çalışılan M5 panosu ayak genişliği olan 80m’lik bir kömür bloğu tahkimat pencerelerinden alınmaya hazırdır. Kömür, tahkimatlarda mevcut olan pencereler açılarak ayak konveyörüne akıtılmak suretiyle alınır. Arka kömürü alma işlemi pencerelerden kil taşı gelene kadar alınmaya devam eder. Kil taşı akmasıyla pencereler kapatılarak arka kömürü alma işlemi bitirilir.

5.7.1. Üç Ayna Kesimi Yapıldıktan Sonra Arka Kömürü Alma İşleminde Elde Edilen Değerler

Ayakta farklı günlerde üç ayna kesimi yapıldıktan sonra arka kömürü alınması uygulamasının başlaması sırasında, alınan numunelerden elde edilen veriler ve ayrıca uygulamanın yapılması sonucu ulaşılan üretim miktarları çizelge 5.3'de verilmiştir. Uygulanmada arka kömürü olarak alınacak kömür bloğunun büyümesi sebebiyle alınacak kömür miktarında artacaktır.

Çizelge 5.3. Üç ayna kesimi sonrasında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler.

Tarih	Üretilen kömürün kaloris (Q _ü) (kcal)	Kömürün yerinde kaloris (Q _y) (kcal)	Üretilen kömür miktarı (KMÜ) (ton)
03.08.2007	3024	3452	1124
10.08.2007	2896	3251	1076
07.09.2007	2759	3123	1121
16.08.2007	2624	3256	1186
24.08.2007	2541	3489	1217
06.09.2007	2649	3325	1142
18.09.2007	2564	3156	1204
20.09.2007	2365	3365	1257
ORTALAMALAR	2677	3302	1166

Burada yine ölçülen bu değerlerin ortalamaları kullanılarak arka kömürü alma işleminde kömüre taş karışım oranı ve arka kömürü alınması işleminden sonra göçükte kalan kömür miktarı belirlenmiştir. Hesaplanan değerler ışığında yine yöntemin üretime etkileri değerlendirilmiştir.

5.7.2. Üç Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Kömüre Taş Karışım Oranının Belirlenmesi

Burada yine farklı günlerde üç kesim yapılarak arka kömürü alınmasına başlanmasında çizelge 5.3'te verilen kömürün üretim öncesi ve üretim sonrası kalori değerlerinin ortalaması kullanılarak (5.1) eşitliğine göre yapılan hesaplamada üretilen kömüre karışan taş oranı %19 olarak belirlenmiştir. Buna göre arka kömürü alınması işleminde üretilen kömürün içerisine

belirlenen oranda taşın karıştığı ve kömürde seyrelmenin yaşandığı görülmektedir. Burada görüldüğü üzere arka arkaya üç kesim yapıldıktan sonra arka kömürü alınmasında, kömüre karışan taş oranında bir kesim sonrası ve iki kesim sonrası arka kömürü alınması uygulamasına göre belirli bir oranda azalma gözlemlenmektedir. Taş karışım oranının azalması üretim verimliliğinin artmasını sağlamaktadır.

5.7.3. Üç Kesim Sonrası Arka Kömürü Alınmasında Tavan Kömürü Kayıp Oranının (K.K.O.) Belirlenmesi

Üç ayna kesimi yapıldıktan sonra arka kömürü alınmasına başlandığında (5.2) eşitliği kullanılarak yapılan hesaplamada alınması gereken kömür miktarı 1152 ton olarak belirlenir. Bu değer tahkimatların iki kez çekilmeleri sonucu tavan kömürünün altına 180 cm girilmesi ile tavandan alınabilecek kömür miktarını vermektedir.

İki ayna kesimi sonrası elde edilen üretim miktarlarının tablo (5.2)'de verilen ortalaması kullanılarak, (5.3) eşitliğine göre yapılan hesaplamada üretilen gerçek kömür miktarı 944,5 ton olarak belirlenir. Belirlenen bu değer üretilen kömür miktarından, üretim sırasında karışan taş miktarının ayrılması ile elde edilen gerçek üretim değeridir.

Belirlenen gerçek üretim değeri kullanılarak (5.4) eşitliğine göre yapılan hesaplamada arka kömürü alınmasında tavan kömüründe kömür kayıp oranı (K.K.O.) %18 olarak belirlenir.

Burada görüldüğü gibi iki ayna kesimi sonrası elde edilen değerler kullanılarak yapılan hesaplamada tavan kömürünün %18'lik bir kısmı göçükte kalmaktadır. Göçükte bırakılan kömür miktarında, iki kesim sonrası arka alınması uygulamasına göre küçük bir yükselme olmuştur.

5.7.4. Üç Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Avantajları

- Kömüre taş karışım oranı düşüktür.

Tavan kömürü kazanımı için yapılan uygulamalarda üretilen kömüre taş karışım oranı en düşük seviyededir. Tahkimatların tavan kömürünün altına girme mesafesinin artması ile tavandan kazanılacak kömür miktarı da artmaktadır. Buda tavan kömürünün kontrollü bir şekilde alınmasına olanak sağlayarak, kömür taş ayrımı nispeten daha iyi yapılabilmektedir.

- Ayak ilerleme hızı yüksektir.

Bu uygulamada aynada ara vermeden üç kesim yapılarak arka kömürü için durulması sebebiyle ayakta kesim işleminde süreklilik artmaktadır. Buda ayak ilerleme hızına etki ederek daha yüksek ilerleme hızı değerine ulaşılmasını sağlamaktadır. Normal şartlarda üç kesim

sonrası arka kömürü alınmasında ayakta aylık ortalama 52 ayna kesimi bitirilmektedir. Buna göre (5.5) eşitliği kullanılarak yapılan hesaplamada aylık ayak ilerleme miktarı 31m olarak belirlenir. Ayak ilerleme hızının yükselmesi sayesinde daha iyi üretim değerlerinin elde edilmesi, daha stabil bir tavan kontrolü, daha emniyetli bir çalışma ortamı ve daha verimli bir işgücü kullanımı sağlanmaktadır.

5.7.5. Üç Ayna Kesimi Bitirildikten Sonra Arka Kömürü Alınmasının Dezavantajları

- Tavan kömürü kazanımında gereksinim duyulan delme patlatma işlemi fazladır.

İki ayna kesimi yapıldıktan sonra arak kömürü alınmasında olduğu gibi tavanın istenilen oranda kırılmasının sağlanabilmesi için gerekli delme patlatma işlemi fazladır.

- Tavan kömürü kazanım oranı düşmektedir.

Uygulamada tavan kömürü kazanım oranı iki kesim sonrası arka kömürü uygulamasına göre düşüş yaşanmaktadır. Ancak yapılan hesaplamalarda görüldüğü üzere bu düşüş küçük bir orandadır.

6. UYGULAMALARIN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Ömerler yer altı mekanize üretim sisteminde uygulanan tavan kömürünün üretilmesi aşaması olan arka kömürü alınması işlemi incelenmiştir. Arka kömürü alınmasına başlanması, farklı kesim aralıklarında yapılabilmektedir. Tavan kömürünün en yüksek oranda kazanımının sağlandığı ve üretilen kömürde seyrelmenin en aza indirildiği uygulamalar belirlenmiştir.

Buna göre aynada, bir kesim yapılarak tahkimatların çekilmesi sonrasında arka kömürüne başlanmasında; üretilen tavan kömürünün içine karışan taş oranının %27,1 seviyesinde belirlenerek en yüksek düzeye ulaştığı, iki kesim sonrası arka kömürüne başlanmasında bu oranın belli oranda azalarak %22 seviyesine gerilediği, üç kesim sonrası arka kömürü alınmasına başlanıldığında ise taş karışım oranını %19 ile en az seviyede olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlere göre tavan kömürü üretiminde kömüre karışan taş oranının en yüksek olduğu uygulama bir kesim sonrası arka kömürü alınması uygulamasıdır. Ancak bu uygulamanın da üretime sağladığı bazı farklı avantajlar olduğu gözlemlenmiş ve bunların değerlendirmeleri yapılmıştır. Ayrıca diğer uygulamalarında kendi içinde farklı alanlardaki üretime katkıları da belirlenerek değerlendirilmesi yapılmıştır.

Kazanılacak tavan kömüründe kömür kayıp oranları da hesaplanarak; bir kesim sonrasında arka kömürü işleminde %20,5 ile yine en yüksek oranda belirlenmiş, iki kesim sonrasında arka kömürü işleminde ise %17 ile en düşük seviyede hesaplanmış, üç kesim sonrasında arka kömürü işleminde de %18 olarak belirlenmiştir. Burada göçükte kömürün en az bırakıldığı uygulamanın iki kesim sonrası arka kömürü alınması olduğu belirlenmiştir.

Aylık ayak ilerleme hızlarında karşılaştırma yapılmasında, bir ay boyunca sadece bir kesim sonrası arka kömürü alınması durumunda, yine bir ay boyunca sadece iki kesim sonrası arka kömürü alınması durumunda ve sadece üç kesim sonrası arka kömürü alınmasına başlanması durumunda, aynada ay boyunca tüm vardiyalarda yapılacak kesim sayıları belirlenerek aylık ulaşılacak ilerleme miktarları belirlenerek değerlendirme yapılmış ve bir kesim için 23m, iki kesim için 27m ve üç kesim için 31m aylık ayak ilerleme hızı değerleri bulunmuştur.

Üretim verimliliği olarak incelendiğinde çizelge(5.1, 5.2, 5.3)'de verilen ortalama üretim miktarları göz önüne alındığında, arka kömürü vardiyasında en yüksek üretim miktarına üç kesim sonrası arka kömürü alınmasında ulaşılmaktadır. Çizelge 6.1.'de farklı kesim aralıklarında arka kömürü alınmasında elde edilen değerler verilmiştir.

Çizelge 6.1. Farklı kesim aralıklarında arka kömürü alınmasında elde edilen veriler

Parametreler	Kesim Aralıkları		
	Bir ayna kesimi sonrası arka kömürü alınması	İki ayna kesimi sonrası arka kömürü alınması	Üç ayna kesimi sonrası arka kömürü alınması
Kömüre Taş Karışım Oranı (%)	27,1	22	19
Tavan Kömürü kayıp Oranı (%)	20,5	17	18
Ayak ilerleme hızı (m/ay)	23	27	31
Emniyetli çalışma ortamı	iyi	orta	orta
Gerekli Delme Patlatma işlemi gereksinimi	az	çok	çok
Üretim Verimliliği	düşük	orta	iyi
İş Gücü Kullanım oranı	yüksek	orta	düşük
Çalışma koşulları	zor	normal	normal

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

G.L.İ. Ömerler yeraltı ocağında uygulanan mekanize üretim yönteminde kömür damarının tamamının kazanılmasında, kömür damarının ve damarı çevreleyen formasyonların özelliğine bağlı olarak sadece kazılarak alınmasının mümkün olmaması sebebiyle, damarın belli bir diliminin göçertilerek arka kömürü olarak kazanılması amaçlanmıştır. Bu sebepten dolayı, kesici makine ile kömür damarının tabandan belirli bir dilimi kazılarak alınması, geri kalan kömür diliminin ise göçertilerek, arka kömürü olarak tavandan alınarak üretiminin yapılması planlanmıştır. Üretimde kullanılacak makine ve ekipman seçimi de tavan kömürünü kazanılmasına uygun olarak, gövdeden pencereli yürüyen tip tahkimat sistemi seçilerek üretime başlanmıştır.

Yapılan hesaplamalarda görüldüğü üzere, her ne kadar tavan kömürü kazanın oranının, iki kesim sonrası arka kömürü uygulamasına göre düşük çıkmasıyla birlikte, tablo (6.1)' de de görüldüğü üzere, tavan kömürü üretiminde üretilen kömüre karışan taş oranının en düşük seviyede olması, yüksek ayak ilerleme hızı değerlerine ulaşılması, verimli bir arka kömürü üretiminin gerçekleştirilmesi, ve uygun çalışma koşullarının oluşması sebebiyle üç kesim sonrası arka kömürü alınması uygulamasının tavan kömürünün kazanılmasında daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tahkimatların tavan kömürünün altına girme mesafesi belirli uzunluğa kadar artması tavan kömürü kazanım oranını artırmaktadır. Ancak tahkimatların tavan kömürünün altına giriş mesafesinin çok fazla uzaması, alınacak tavan kömürü genişliğinin tahkimat boyutlarını aşmasına sebep olmakta ve tavan kömürünün tahkimat pencerelerinden alınmasını zorlaştırmaktadır. Tavan kömürü tahkimatın arkasında kalarak pencerelerinden alınması imkanı olmamaktadır. Böyle durumlarla arka kömürü işleminde yaşanan kömür kayıpları artmakta istenilen sonuçlara ulaşılamamaktadır. Bu sebeplerden dolayı aynada arka arkaya dört ve daha fazla kesim yapıldıktan sonra arka kömürü alınması uygulaması yapılmamakta ve değerlendirmeye alınmamıştır.

Yeraltı şartları çok değişkendir. Bazen önceden öngörülemeyen (fay atımı, ani su gelmesi, ortamda gaz artması vb.) durumlarla karşılaşılmaktadır. Yeraltı şartlarının bu gibi istenmeyen durumlarla değişmesi, mekanize üretim sistemini komple etkilemekte çalışma şartlarını ağırlaştırmakta, çalışanların işgücü verimi düşürmektedir ve üretim kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna paralel olarak makine ve ekipmandan istenilen verim alınamamaktadır. Yeraltı mekanize kömür üretiminde istenmeyen durumlarla karşılaşıldığında,

üretimin aksamaması, çalışma koşullarında iyileşmenin sağlanabilmesi için arka kömürü alınması işlemi o anki duruma göre belirlenen kesim sıklığında yapılabilmektedir.

ÖNERİLER

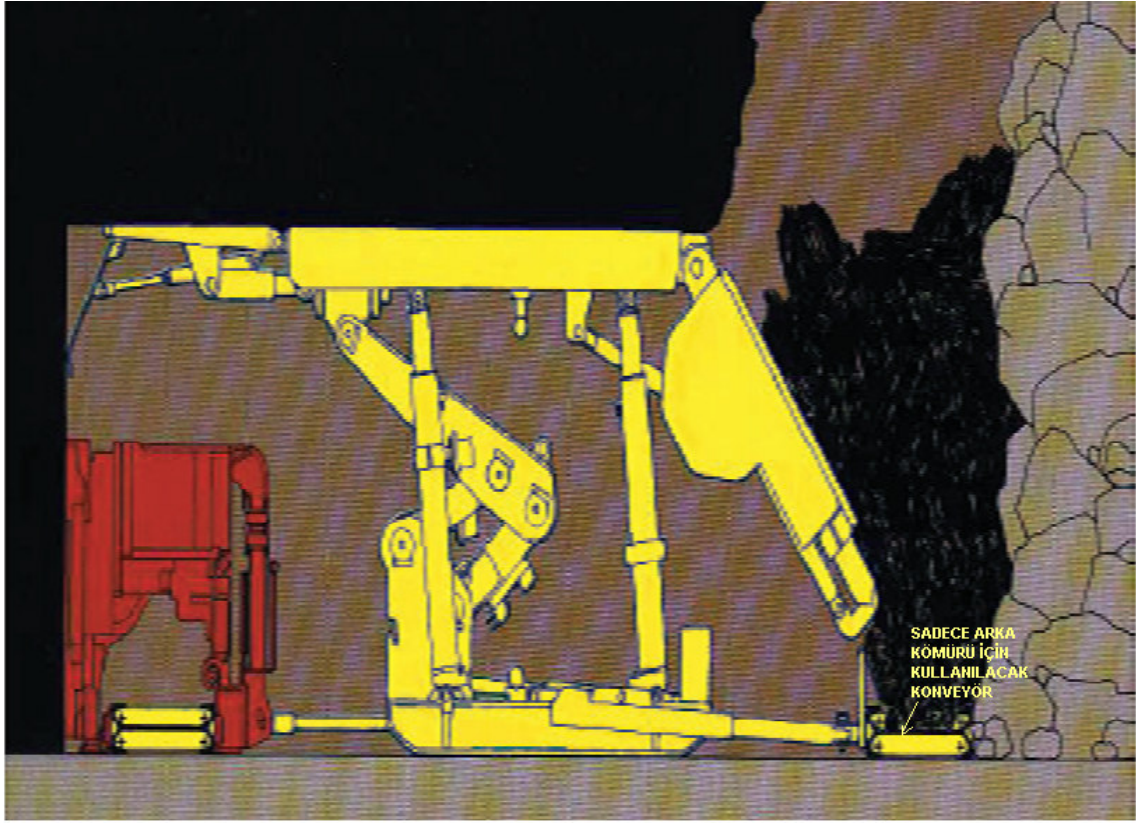
Yeraltında Mekanize yöntemle kömür üretiminin amacı daha az işçilik kullanılarak daha fazla kömür üretiminin gerçekleştirilmesidir. Bu amaçla kurulan sistemden istenilen düzeyde bir üretim performansı sağlanabilmesi için gerekli şartların da mutlaka oluşturulması gerekmektedir. Sistemi çalıştıracak olanda yine insanlar olduğu için çalışan personelin mekanize sistem hakkında yeterli kadar bilgiye ve beceriye sahip olmaları gerekmektedir.

Özellikle tavan kömürünün alınması işlemi ayak içerisinde her tahkimattan ayrı ayrı yapılması sebebiyle tamamen bitirildiğinin kontrol etmesi oldukça zordur. Bu sebepten istenilen kömür kazanım değerine ulaşabilmek için personele gereken eğitimin verilerek tavan kömürü kazanılmasının önemi konusunda bilinçlendirilmelidir.

Tavan kömürünün kazanılmasında diğer önemli faktör, tavan kömüründe uygulanacak delme patlatma işlemidir. Tavanın istenilen boyutta kırılmaması durumunda mutlaka yeterli oranda delme patlatma yapılmalı ve kömür parçalanarak tahkimat pencerelerinden akabilecek boyuta getirilmelidir.

Arka kömürü alınması sırasında ayak içi tahkimatları belirli sayılarda gruplandırılarak ayrılan grupların pencerelerinin kontrollü olarak açılıp kapatılması sayesinde arka kömürü alınması, tavanın kademe kademe oturtulması sağlayarak tavan kömürü kazanımının artırılması sağlar. Ayrıca bu işlem tahkimatlara gelen yükün de dağıtılmasını sağlayarak tahkimatlarda oluşacak deformasyonları en aza indirir.

Ömerler yer altı ocağında gelecek yıllarda üretimin yapılacağı proje kapsamında hazırlanacak ve aynı zamanda şu anda hazırlıkların devam ettiği panolar kullanılacak olan mekanize üretim sistemi seçiminde, arka kömürü alınması işleminde mevcut sistemde karşılaşılan sıkıntıların giderilmesi amacıyla değişikliğe gidilmesi planlanmaktadır. Yeni sistemde arka kömürü alınabilmesi için tahkimatların arkasında ikinci bir konveyörün olması istenmiştir. Alınması düşünülen yeni sistemin yerinde uygulamasının incelenmesi amacıyla işletme bünyesinde bir heyet ile Çin Halk Cumhuriyetine teknik gezi yapılmış ve çalışmalar verinde incelemiştir. Şekil 7.1’de alınması planlanan yeni tahkimat sistemi gösterilmektedir.



Şekil 7.1. Çift konveyörlü yürüyen tahkimat modeli [18]

Bu sistemde arkada ikinci bir konveyörün olması kesim ve arka kömürü alınmasının aynı anda olabilmesine olanak sağlaması, tahkimatın dizaynı sayesinde arka kömürü alınması işleminin daha pratik ve daha kontrollü ve daha verimli olması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda mevcut sistemde karşılaşılan en önemli sorunlarda biri olan arka kömürü alınması sonrası, ayak içinin tamamen tahkimat pencerelerinden akan pasa ile dolması sebebiyle ayak içi temizliği için gerekli işgücü sayısının artmasının ve ayak içine dolan pasanın temizliği için geçen zamanın fazla olmasının önüne geçebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Ayaydın, C., 1987, Kuyu Sistemi ile Üretim Yapılacak Sahaların Jeolojisi ve Mevcut Sondajların Havza Jeolojisiyle Korelasyonu, Yayımlanmamış.
- [2] Destanoğlu, N., Taşkın, F.B., Taştepe, M. ve Öğretmen, S., 2000, GLİ Tunçbilek-Ömerler yer altı mekanizasyon uygulaması, 211 s.
- [3] Çekilmez, V., Koç, S., ve Alemdaroğlu, T., 1987, Kütahya-Tavşanlı-Tunçbilek Bölgesi sondajları jeoteknik etüdü, Rapor, 49 s.
- [4] Çekilmez, V., Koç, S., ve Alemdaroğlu, T., 1988, JT – 4 Sondajı jeoteknik etüt verileri, Rapor.
- [5] Köse, H., 1994, Ömerler Yeraltı İşletmesi tabaka kontrolü yük ve konverjans ölçümleri, İzmir, Rapor, 111 s.
- [6] Nebert, K., 1960, Tavşanlı'nın batı ve kuzeyindeki linyit ihtiva eden neojen sahasının mukayeseli stratigrafisi ve tektoniği, MTA dergisi, Sayı 54.
- [7] Ahcan, R., 1977, "Mechanization and Concentration of Thick Coal Seam Mining in SFR Yugoslavia" Proc. Of Int. Symp. on Thick Seam Mining, Dhanbah, India, paper No: 4. Nithack, W., 1976; "The Future of Thick Seam Mining- A European View" Symp. on Thick Seam Mining by Underground Methods, The Aust. IMM, Victoria, Australia, pp: 83-93.
- [8] Atkinson, T., 1979; "Thick, Steep And Irregular Coal Seams Mining" The Mining Engineer, November, pp: 421-341. Dunham, R.K., 1978; "Thick Seam Mining - A Review of The Methods" World Coal, October, pp: 20-24.
- [9] Schweitzer, R., 1977; "Thick Seam Winning Methods in French Coal Mines" Proc. of Int. Symp. on Thick Seam Mining, Dhanbah, India, Paper No: 3.
- [10] Bordia, S.K., 1977; "Rock Mechanics Aspects of Mining Thick Coal Seams" Proc. of Int. Symp. on. Thick Seam Mining, Dhanbah, India, Paper No: 25.
- [11] Adam, R., 1976; "French Thick Seam Mining Practices" Symp. on Thick Seam Mining by Underground Methods, The Aust. IMM. Victoria, Australia, pp: 41-51.
- [12] Ahıska, T., 1986; Özel görüşme, Tavşanlı.
- [13] CMEC, 1996, Materials of longwall equipment supplied to Turkey, Volume 1.
- [14] Peng, S.S., and Chiang, H., S., 1984, Longwall mining, New York: Wiley.
- [15] Faulker, R., and Phillips, D. W. , 1938, Cleavage Induced by Mining. Trans. Inst.
- [16] Mining Engineering, Vol. 89, pp. 264 – 297.
- [17] Everling, G. , 1972, Rock Pressure: Its Prediction and Evaluation. 5 th International

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [18] Strata Control Conference, London, paper no: 18.
- [19] Peng, S. S.,1978, Coal mine ground control. New York:Wiley. 208 – 232.
- [20] D.B.T.com internet sitesi.
- [21] GLİ, 2005, Faaliyet raporu, (yayımlanmamış).
- [22] GLİ, 2007, Faaliyet raporu, (yayımlanmamış).