



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**ERMENEK HAVZASINDAKİ KÖMÜR
MADENLERİNİN MEKANİZASYONA
DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN
ARAŞTIRILMASI UYGUN YÖNTEM VE
TEKNİKLERİN BELİRLENMESİ:
ÜÇPINAR MADENCİLİK
ERMENEK KÖMÜR İŞLETMESİ ÖRNEĞİ**

Yücel YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Yücel YILMAZ tarafından hazırlanan “Ermenek Havzasındaki Kömür Madenlerinin Mekanizasyona Dönüşüm Parametrelerinin Araştırılması Uygun Yöntem ve Tekniklerin Belirlenmesi: Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesi Örneği” adlı tez çalışması 16/09/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Bilgehan KEKEÇ
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Danışman

Prof. Dr. Niyazi BİLİM
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Doç. Dr. Ramazan ÇOMAKLI
(Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından 241009002 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

İmza

Yücel YILMAZ

Tarih:16.10.2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERMENEK HAVZASINDAKİ KÖMÜR MADENLERİNİN MEKANİZASYONA DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI UYGUN YÖNTEM VE TEKNİKLERİN BELİRLENMESİ: ÜÇPINAR MADENCİLİK ERMENEK KÖMÜR İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

Yücel YILMAZ

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Niyazi BİLİM

2025, 227 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Niyazi BİLİM
Prof. Dr. Bilgehan KEKEÇ
Doç. Dr. Ramazan ÇOMAKLI

Ülkemizde kömür üretimi yapılmakta olan bir çok kömür havzalarında faaliyet yapmakta olan küçük ve orta ölçekli mevcut yeraltı kömür işletmelerinin 2014 yılında yaşanan Soma ve Ermenek maden kazalarından sonra ortaya çıkan sektörel sosyo-ekonomik travma; yapılan mevzuat değişikliği sonucunda başta işçilik olmak üzere artan maliyetler, iş güvenliği önlemleri ile yapılan denetim teftişler sonucunda iş durdurma yaptırımlarında hemen hepsindeki ortak paydanın; klasik yöntem ve emek yoğun iş gücü ile faaliyet yapmakta olan işletmeler oldukları gerçeğini ortaya çıkarmıştır.

Ermenek kömür havzasındaki ve ülkemizdeki benzer nitelikteki halen klasik sistemle emek yoğun iş gücü ile faaliyet yapmakta olan mevcut yeraltı kömür işletmelerinin; iş sağlığı ve güvenliği öncelikli, yüksek randımanlı, optimum sayıda iş gücü ile modernize edilerek, tam veya yarı mekanize sistemle üretim yapan işletmelere dönüştürülmesi, mekanizasyon dönüşümü için gerekli veya yeterli ön şartlar dikkate alınarak uygun parametrelerin araştırılarak, uygun teknik ve yöntemlerin belirlenmesi ülkemiz yeraltı kömür madenciliğinin geleceği ve sürdürülebilirliği açısından hayati önem arz etmektedir.

Bu çalışma; yukarıda sözü edilen bahse konu mevcut işletmelerin mekanizasyona dönüşümünün Ermenek'te seçilen pilot bir işletme örneği üzerinden sağlanması ile fizibilite etütleri yapılmış, henüz projesi safhasındaki yeni açılması planlanan benzer nitelikteki yeraltı işletmelerinin mekanize sisteme göre projelendirilmeleri amacıyla alternatif referans kaynak olması amacını taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ermenek kömür havzası, Mekanizasyon, mekanize kazı, iş sağlığı ve güvenliği, otomasyon, yarı mekanize tahkimat sistemi, verimlilik

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF MECHANIZATION PARAMETERS OF COAL MINES IN THE ERMENЕК BASIN AND DETERMINATION OF APPROPRIATE METHODS AND TECHNIQUES: THE CASE OF ÜÇPINAR MINING ERMENЕК COAL ENTERPRISE

Yücel YILMAZ

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Mining Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Niyazi BİLİM

2025, 227 Pages

Jury

**Advisor: Prof. Dr. Niyazi BİLİM
Prof. Dr. Bilgehan KEKEÇ
Assoc. Prof. Dr. Ramazan ÇOMAKLI**

The sectoral socio-economic trauma that emerged after the Soma and Ermenek mine accidents in 2014 in small and medium-sized existing underground coal enterprises operating in many coal basins where coal production is carried out in our country; increased costs, especially labor, as a result of the legislative changes made, work safety measures and inspections carried out, revealed the fact that the common denominator in almost all of the work stoppage sanctions is the enterprises operating with classical methods and labor-intensive labor force.

The transformation of the existing underground coal enterprises in the Ermenek coal basin and in our country, which are still operating with classical systems and labor-intensive labor force, into enterprises that prioritize occupational health and safety, have high efficiency, and produce with an optimum number of labor forces, and the determination of appropriate techniques and methods by researching the appropriate parameters by considering the necessary or sufficient prerequisites for mechanization transformation is of vital importance for the future and sustainability of underground coal mining in our country.

This study; The feasibility studies have been carried out by ensuring the transformation of the above mentioned existing enterprises to mechanization through a pilot enterprise example selected in Ermenek, and it aims to be an alternative reference source for the mechanization of similar underground enterprises that are still in the project phase and are planned to be opened.

Keywords: Ermenek coal basin, Mechanization, mechanized excavation, occupational health and safety, automation, semi-mechanized support system, efficiency,

ÖNSÖZ

Ermenek kömür havzasında madencilik faaliyetleri; 1970’li yıllardan 13 Mayıs 2014 Soma, 28 Ekim 2014 Ermenek, tarihlerinde yaşanan maden kazalarına kadar kendi ölçeğinde birçok ekonomik krizden fazla etkilenmeden çıkan ilçe ve bölge ekonomisine katma değer sağlayan ender ilçelerden biri sayılmaktadır. Kömür madenciliğinde; hazırlık ve üretim çalışmalarında madencilik ilkelerine uyum sorununu aşmış, enteraktif yerel iş gücü insanı ile klasik sistem madencilik kültürünü benimsemiş durumda orta Toroslar da kendine münhasır kömür üretim havzasıdır.

Ermenek ilçesi yeraltı kömür işletmelerindeki ortaya çıkan bahse konu sorunlar ülkemizin madencilik yapılan birçok kömür havzasında da artan üretim maliyetleri ve iş güvenliği yaptırımlarının karşılanamaması nedeniyle birçok kömür işletmesini kapanmak zorunda bırakmıştır. İlçede maden kazalarının olumsuz etkileri en başından beri ve halen dramatik olarak yaşanmakta olan linyit kömür havzalarının en başında yer almakta olup, Anadolu’daki birçok kömür havzasındaki işletmeler gibi aynı ortak kaderi yaşamaktadır. Ermenek vb. kömür havzalarında ortaya çıkan başta göç olmak üzere sosyo-ekonomik sorunlar ve işsizlik bir süre devlet teşvikleri ve işsizlik ödenekleri ile karşılansa da kömür madenciliğinde çalışan iş gücünün zaman içerisinde farklı iş kollarındaki arayışları alışlagelmiş yaşam tarzını ve kültürünün yerini dolduramamıştır.

Maden kazalarına kadar orta ölçekli 10 tane kömür işletmesinde yaklaşık 2000 kişinin çalıştığı, 350-400 nakliyecinin taşımacılık yaptığı, yurt içine yıllık 500.000 ton kömür sevkiyatının yapıldığı ilçeden son yıllarda 1500 yakın madencinin ailesiyle işsizlik nedeniyle farklı ilçelere göç etmek zorunda kaldığı bilinmektedir. İlçenin son 20 senede özellikle karayolu ulaşımında eskisiyle kıyas götürmeyecek derecede iyileşme olmasına karşın ekonomik ve sosyal açıdan kan kaybetmeye devam etmektedir.

Ermenek madenciliğinin modernize edilebilmesi amacıyla mevcut yeraltı kömür işletmelerinin mekanizasyona dönüşüm parametrelerini ve yöntemlerini belirlemek üzere teknik, idari, mali açıdan araştırılması suretiyle; **“Ermenek Havzasındaki Madencilik Faaliyetlerinin Mekanizasyona Dönüşüm Parametrelerinin Araştırılması, Uygun Yöntem ve Tekniklerin Belirlenmesi Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesi Örneği”** konulu yüksek lisans tezi çalışmasının yapılması, alanında klasik tip madencilik ekolü uygulayan, mevcut emek yoğun işgücü ile üretim yapılmakta olan kömür havza ve işletmelerine çözüm alternatifleri için referans kaynak olma amacını taşımaktadır.

Bu çalışmanın örgün eğitim derslerinin verilmesinde yardımlarını esirgemeyen; Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Maden Mühendisliğinde görevli tüm öğretim üyelerine, laboratuvar çalışmalarında Tekniker İbrahim KÜÇÜK’e, tez sürecinde teşvikleri ve özverili yardımları nedeniyle danışman hocam; Sayın Prof. Dr. Niyazi BİLİM’e, Üçpınar Madencilik Turizm ve İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş. yönetim kurulu başkanı Sayın Nurullah ERCAN Bey’e, çalışmakta olduğum tüm mesai ve Ermenekli madenci kader arkadaşlarıma teşekkür eder, Akpınar Madencilik Sanayi Ve Ticaret A.Ş. yönetim kurulu başkanı Sayın Hurşit AKPINAR Bey’i ve maden emekçisi olan babam Turan YILMAZ’ı minnet ve rahmetle anmayı borç bilirim.

Yücel YILMAZ
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
1. GİRİŞ	1
1.1. Madencilikte Mekanizasyon Nedir?	2
1.2. Mekanizasyonun Önemi Nedir?	3
1.3. Çalışmanın Amacı Gerekçeleri ve Kapsamı	4
1.4. Ermenek Kömür Havzasının Durumu Mekanizasyon Dönüşümünün Önemi..	5
1.5. Mekanizasyonun Avantajları Dezavantajları ve Sonuçları.....	7
2. LİTERATÜR VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	10
2.1. Mekanize Kazının Tarihçesi ve Sanayi Devrimi	10
2.2. Mekanize Kazının Gelişme Aşamaları	13
2.3. Mekanize Kazı Yöntemleri	14
2.4. Mekanize Kazı İçin Gerekli Önkoşullar	16
2.4.1. Cevher yatağının derinliği ve eğimi.....	16
2.4.2. Direksiz arın cephesinin teşkil edilmesi	16
2.4.3. Taban taşının yapısı ve hidrojeolojik koşullar	17
2.4.4. Kazı kolaylığı ve mekanik mukavemet	18
2.4.5. Arakesme varlığı.....	19
2.4.6. Parça büyüklüğü	20
2.4.7. Jeolojik arızalar fay ve süreksizlikler	20
2.4.8. İşletme yöntemi kazı yönü ve ayak uzunluğu.....	21
2.4.9. Ayak tahkimat sistemi	22
2.4.10. Dolgulu (ramble) ve göçertmeli çalışma yöntemi	22
2.4.11. Toz gürültü ve meslek hastalıkları.....	22
2.4.12. Nakliye araçları seçimi	23
2.4.13. Enerji ihtiyacı.....	23
2.4.14. Cevher hazırlama ve yıkama tesisine etkileri	23
2.4.15. Maden yatağının rezerv miktarı	24
2.4.16. Üretim panosu boyutları (damar kalınlığı, pano ve ayak boyu)	24
2.4.17. Mekanizasyon için gerekli yatırım veya finansman	26
2.4.18. Mekanizasyon uygulanacak damarda kömürün metan gazı desorpsiyonu .	26
2.4.19. Mekanize kazı için kömür damarının kendiliğinden yanma parametreleri	27
2.4.20. Mekanizasyon uygulaması için eğitimli ve nitelikli personel ihtiyacı	27
2.5. Dünyada ve Türkiye de Enerji Üretiminde Kömürün Yeri ve Önemi.....	28
2.6. Dünyada Kömür Üretimi Yapılmakta Olan Ülkeler ve Rezervleri	29
2.7. Dünyada Kömür Üretimi	30

2.8. Türkiye de Kömür Üretimi	30
2.9. Türkiye’deki Linyit Kömür Üretim Sahaları ve Rezervleri.....	31
2.10. Kömürün Yakın Gelecekteki Önemi ve Uluslararası Stratejiler	34
2.10.1. Kömürün yakın gelecekteki önemi	35
2.10.2. Ekonomik ve sosyo-kültürel boyut	36
2.10.3. Sanayi ve diğer kullanım alanları	36
2.10.4. Uluslararası stratejiler	36
2.10.5. Bölgesel ve ülkesel örnekler	37
2.10.6. Genel değerlendirme ve sonuç.....	37
2.11. Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Arz Güvenliği ile Kalkınma Stratejisi	39
2.12. Kömür Politikalarına Dönük Uygulama Stratejileri ve Tedbirler	40
3. MATERYAL YÖNTEM VE UYGULAMALAR	42
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması ve Genel Özellikleri.....	42
3.1.1. Arazi çalışmaları	43
3.1.2. Laboratuvar çalışmaları	44
3.1.3. Teknik geziler	60
3.1.4. Ofis çalışmaları	60
3.2. Ermenek İlçesi Hakkında Genel Bilgiler	61
3.3. Ermenek İlçesi Coğrafi Konumu	61
3.4. Ermenek Havzası Madencilik Faaliyetleri Hakkında Genel Bilgiler	62
3.5. Ermenek Havzasındaki Madencilik Faaliyetlerinin Tarihçesi	63
3.6. İnceleme Alanın Jeoteknik Olarak Tanıtılması	64
3.7. Ermenek İlçesinde Bulunan Maden Ruhsatları	66
3.8. Cenne Kömür İşletmesi Ltd. Şti. (Anadolu Merkez Enerji A.Ş.).....	68
3.9. Seba Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Tepebaşı Kömür İşletmesi)	69
3.10. Özakpınar Mad. Nak. ve İnş. San. Tic. Ltd. Şti. (Çanakçı Kömür İşletmesi) ...	70
3.11. Hür Mad. Nak. Petrol Ürün. San. Tic. Ltd. Şti. (Fetih/Birsa Kömür Ocakları). 72	
3.12. Üçpınar Madencilik Tur ve İnş. San. Tic. A.Ş. (Ermenek Kömür İşletmesi)....	73
3.12.1. Ruhsat bilgileri.....	73
3.12.2. Ruhsat hukuku ve işletmenin tanıtımı	73
3.12.3. İşletmedeki madencilik faaliyetlerinin tarihçesi	74
3.12.4. Yer bulduru haritası ve karayolu ulaşım durumu	76
3.12.5. Temdit işletme projesinin gerekçeleri.....	77
3.12.6. Rezerv bilgileri	79
3.12.6.1. Temdit işletme projesindeki AR-GE görünür kömür rezerv alanları	80
3.12.7. İşletme yöntemi.....	87
3.12.8. İş akış (proses) aşamaları:	88
3.12.9. Kömürün kendiliğinden yanabilirlik derecesi ve metan içeriği.....	93
3.12.10. Tahkimat sistemi	93
3.12.11. Havalandırma sistemi	88
3.12.12. Nakliyat sistemi	91
3.12.13. Su atımı ve tahliye sistemi	93
4. MEKANİZASYONA DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	88
4.1. Ermenek Kömür Havzası Mekanizasyon Uygulama Parametreleri	90
4.1.1. Tahkimat sistemlerindeki dönüşüm uygulamaları	90
4.1.2. Nakliyat sistemlerindeki dönüşüm uygulamaları	99

4.1.3. Mekanize üretim yöntemine dönüşümde uygulamaların analizleri	102
4.2. Ermenek Kömür Havzasında Mekanizasyon Uygulanabilirliğinin İncelenmesi	108
4.2.1. Genel jeoloji ve tektonizma koşulları açısından değerlendirme	108
4.2.2. Kömür damarına ait jeoteknik ve kimyasal özellikleri	112
4.2.2.1. Kömür damarının yataklanma şekli	112
4.2.2.2. Kömür damarının derinliği, kalınlığı, eğim ve doğrultu özellikleri	114
4.2.2.3. Kömür damarının ara kesme içeriği	115
4.2.2.4. Kömür damarının kazı mukavemeti ve mekanik özellikleri	116
4.2.2.5. Yan kayaçlara ait tavan ve taban kayaç mekanik özellikleri	120
4.2.2.6. Kömür damarına ait metan gazı içeriği (desorpsiyon)	132
4.2.2.7. Kömür damarına ait kendiliğinden yanma özellikleri	137
4.2.3. İşletme yöntemine ve uygulanan tekniklere dair özellikler	140
4.2.3.1. İşletme yöntemine ait hususların klasik ve mekanize sisteme göre analizi	141
4.2.3.2. Pano ve ayak boyları ile işletme yönü ve yönteminin analiz edilmesi	141
4.2.3.3. Direksiz arın cephesinin ve parça büyüklüğünün analiz edilmesi	143
4.2.3.4. Pano taban yollarında konverjans ve taban kabarması sorunu	144
4.2.3.5. Pano ayak tahkimatının analiz edilmesi	144
4.2.3.6. Pano nakliyat sistemi ve araçlarının incelenmesi ve otomasyon sistemi.	146
4.2.3.7. Ayak arkasında göçertmeli ve dolgulu (ramble) sistem uygulama analizi	149
4.2.3.8. Kalın damarlarda ara katlı tavan-taban ayak üretim uygulama analizleri	150
4.2.3.9. Enerji sarfiyatının karşılaştırılması ve yedek parça temin durumu	153
4.2.4. İş güvenliği önlemleri ve kalifiye personel çalıştırılmasına dair hususlar..	156
4.2.4.1. Klasik ve mekanize sistemlerde iş kazaları ve meslek hastalıkları analizi	157
4.2.4.2. Ocak gazları ve havalandırma emniyetinin analiz edilmesi	159
4.2.4.3. Çalışma ortamı hijyen ölçümleri ve toz sorunu	162
4.2.4.4. Ocak yangınları ve diğer risklerin mekanize sisteme olan etki analizleri	164
4.2.4.5. Ani gaz desorpsiyonu ve su patlama deşarjı riskinin analiz edilmesi.....	171
4.2.5. Yatırım ve finansman durumu ile maliyet analizlerinin incelenmesi	176
4.2.5.1. Klasik sistem üretim miktarı ve maliyet hesap analizi	178
4.2.5.2. Mekanize sistem 1. yöntem üretim hedefi ve maliyet hesap analizi	181
4.2.5.3. Mekanize sistem 1. yöntem üretim hedefi ve maliyet hesap analizi	183
4.3. Ermenek Kömür Havzasının Mekanizasyona Dönüşüm Kriterleri	184
4.3.1. Mekanize sistem dönüşümünün kapsamı ve ön kabuller	184
4.3.2. Mekanize sistem dönüşümünde temel amaç ve hedefler	186
4.3.3. Mekanize sistem dönüşümünde güçlüklerimiz ve çözüm noktası	187
4.3.4. Mekanizasyon dönüşüm ve kurulum aşamasında operasyonel ekiplerin dikkat etmesi gereken hususlar	188
4.3.5. Mekanize sistem uygulanmasında ve kullanılacak makinaların seçimine etki eden parametre kriterleri	191
4.3.5.1. Mekanize sistem uygulamasına etki eden faktörler seçim kriterleri	191
4.3.5.2. Mekanizasyon uygulama aşamasında termin planlaması	194
4.3.5.3. Değerlendirme-karar verme (karar matrisi önerisi)	195
4.3.5.4. Mekanizasyon dönüşümünde ana bilimsel kaynak önerileri	195
4.3.6. Üretim ayakları mekanizasyonu için kullanılacak tahkimat seçimi	196
4.3.7. Klasik sistemdeki ayak tahkimatına gelen tavan yüklerinin hesaplanması	200
4.3.8. Mekanize sistem uygulamalarının sonuçlarına dair ve değerlendirmeler ..	202

4.3.9. Yarı mekanize hidrolik yürüyen tahkimat tipi tanıtımı ve seçimi	203
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	207
5.1. Yarı Mekanize Tahkimat Sistemine Dönüşüm Uygulaması.....	207
5.1.1. Teknik proje parametreleri ve örnek proje modeli	207
5.1.2. Proje teknik gerekçeleri	208
5.1.3. Projenin teknik hedefleri.....	209
5.1.4. Yarı mekanize tahkimat sistemi uygulama 1.Alternatif konfigürasyonu	213
5.1.5. Yarı mekanize örnek proje modeline dair sonuç ve öneriler	214
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	217
6.1. Sonuçlar ve Değerlendirmeler	217
6.2. Kurulum süresi, Yatırım Tutarı ve Finansman	218
6.3. Değerlendirmeler ve Öneriler	218
6.4. Mekanize kömür işletmeciliğinde sektör açısından önemli görülen hususlar ...	220
6.5. Yeraltı kömür madencilik sektörünün geleceği için hukuksal önemli hususlar	220
7. KAYNAKLAR	222

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m	: Uzunluk birimi, metre (m)
kg	: Ağırlık birimi, Kilogram
kcal/kg	: Özgül ısı değeri, kilokalori (birim kütle başına enerji miktarı)
S	: Zaman birimi, (s)
N	: Kuvvet birimi, Newton (N)
kW	: Güç birimi, Kilowatt
Pa	: Basınç birimi, Pascal

Kısaltmalar

AR-GE	: Araştırma Geliştirme
ASTM	: American Society for Testing and Materials
CCUS	: Carbon Capture, Utilization and Storage
ÇSGB	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
BEÜ	: Bülent Ecevit Üniversitesi
EKİ	: Ereğli Kömür İşletmeleri
ELİ	: Ege Linyitleri İşletmesi
GLİ	: Garp Linyitleri İşletmesi
HELE	: High Efficiency, Low Emissions
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
ISRM	: International Society for Rock Mechanics
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
KİAŞ	: Kömür İşletmeleri A.Ş.
KGAM	: Kollu Galeri Açma Makinası
KTUN LEE	: Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
MAPEG	: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
MİGEM	: Maden İşleri Genel Müdürlüğü
MGİS	: Merkezi Gaz İzleme Sistemi
MİSGEP	: Madencilik Sektöründe İSG Geliştirilmesi Projesi
MTEP	: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
MTA	: Maden Tetkik Arama
NÖHÜ	: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi
OAL	: Orta Anadolu Linyitleri
RG	: Resmî Gazete
RMR	: Kaya kütlesi puanı (rock mass rating)
RQD	: Rock Quality Designation (Kaya Kütlesi Kalite Sınıfı)
SI	: Uluslararası birimler sistemi
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
TBM	: Tam Cepheli Tünel Galeri Açma Makinası
TAM	: Tam Cephe Galeri Açma Makinası
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimarlar Odası Birliği

1. GİRİŞ

Ülkemiz için yerli kömürümüzün temiz teknolojiler ile yakılması istihdam ve ekonomimiz için ve dışa bağımlılığın azaltılması için çok önemlidir. Ülkeler kendi öz kaynaklarını kullandığı ölçüde özgür ve bağımsızdır. Yerli kömürümüzün yatırımcıyla, dost yöntemlerle enerji politikasının ana unsurlarından biri olması kaçınılmazdır.

Ülkemizin enerji ve hammadde kaynakları bakımından dışa bağımlılığının azaltılması ve artan enerji talebinin arz edilebilmesi için yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanılması önem arz etmektedir. Sürdürülebilir bir kalkınma ve yönetilebilir bir bütçe açığı için enerji ithalatımız olabildiğince azaltılmalıdır (Şen, 2019).

Ülkemizde, doğal gaz ve petrol rezervleri oldukça sınırlı olmasına karşın, 506 milyon tonu görünür olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ve büyük bölümü görünür rezerv niteliğinde toplam 15,6 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır (TKİ 2015; TTK 2015). Bu miktar dünya kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervlerinin %1,7'sine. Linyit rezervlerimiz ise dünya linyit rezervlerinin %7,1'ne karşılık gelmektedir. Ülkemizdeki taşkömürü rezervleri kalorifik değerleri yaklaşık olarak 6.200-7.250 kcal/kg arasında değişmektedir (TTK 2015). Ülkemiz linyit rezervlerinin ısı değerleri oldukça düşüktür. Genel olarak 1.000 kcal/kg ile 4.200 kcal/kg arasında değişiklik göstermekle birlikte yaklaşık %90'ının alt ısı değeri 3.000 kcal/kg'ın altındadır. 3.000 kcal/kg altındaki linyitler daha çok termik santral kömürü olarak bilinmektedir. Yerli ve Milli enerji politikalarımız doğrultusunda linyitlerimizin kısa süreler içerisinde enerji arzına dönüştürülmesi ve teknolojik gelişmeler ışığında çevreye duyarlı üretim yapıları inşa edilmesi ülkemiz açısından hayati önem arz etmektedir. Türkiye'nin gelecek vizyonun da mümkün oldukça fazla yerli kaynağını, yerli sanayi ve insan gücüyle devreye alması ana unsurdur. Ekonomik değerin doğru ve çoğulcu şekilde oluşturulabilmesi için de piyasaların açık, katılımcı ve rekabetçi olması önemlidir (Şen, 2019).

Bugünkü klasik talep faktörleri ile artan elektrik tüketiminin 2030 yılı ve sonrası için elektrikli araçların yaygınlaşması ile birlikte çok daha fazla artacağı, bunun ise hem kurulu gücün hem de sistemin baz yük ihtiyacını büyük oranda arttıracacağı beklentisi değerlendirilmektedir (Danış, 2017).

Türkiye batarya teknolojilerinin daha da gelişmesi ve maliyetlerin gerilemesi ile önümüzdeki 10 yıllarda yenilenebilir enerjiden ve elektrik depolamadan en yüksek seviyede yararlanmayı politika öncelikleri arasına alması gerekmektedir. Bugün Türkiye enerji piyasaları ve ülke ekonomisinin gerçekleri Türkiye'nin tüm sektörlerde olduğu gibi

enerji sektöründe de yerli kaynaklarından en yüksek ve en hızlı şekilde en düşük maliyetle yararlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Doğal gaz, son yıllarda özellikle IEA'nın çalışmaları ile geçiş yakıtı olarak öne çıkarılmaya çalışılsa da yenilenebilir ve elektrik depolama çağına geçişte Türkiye'nin en önemli ara dönem geçiş yakıtı, yeni çevreci santral teknolojilerinin uygulandığı ve karbon salınımının en düşük seviyeye çekildiği yerli kömür olacaktır (Danış, 2017).

Günümüzde maden mekanizasyonuna ve otomasyona tüm ülkeler geçmek için çaba sarf etmektedirler. Çünkü mekanizasyon ve otomasyon teknolojilerini kullandığımız takdirde, ürettiğiniz birim ton başına düşen üretim maliyeti daha düşük olmaktadır. Bu durum daha fazla para kazanmanıza ve diğer ülkelerle daha iyi bir rekabet edebilmenize olanak sağlamaktadır. Bir diğer önemli avantajı iş güvenliğini daha iyi sağlanabilmesidir. Günümüz dünyasında bu sebeplerle artık madencilikte teknolojinin kullanılması kaçınılmaz bir hal almıştır. Aksi takdirde rekabet gücü kaybolacaktır. Dünyada maden teknolojilerini Avustralya, Kanada, Amerika ve Avrupa ülkeleri çok iyi bir şekilde kullanmaktadır. İnanmak biraz zor ama insanların hiç çalışmadığı tamamen otomasyon ve uzaktan kumanda edilen birkaç maden işletmesi de bulunmaktadır (Bilim, 2015).

1.1. Madencilikte Mekanizasyon Nedir?

Fransızca kökenli mecanisation bir kelimedenden dilimize geçmiş olup; Türk Dil Kurumu'na göre mekanik düzen sağlama, makineleşme olarak tanımlanmaktadır.

Madencilik terminolojisinde maden terimler sözlüğünde ise Mekanizasyon; Maden ocaklarında kömürün veya cevherin makina gücü ile kazılıp yüklenmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Cevherin veya kömürün tamamının kazılıp yüklenmesinin (tahkimatın mekanik veya manuel (el) ile yapılması hariç) makine yardımı ile yapılması gerçekleşiyorsa, "Tam mekanizasyon" eğer bu işlem kısmen makine ile yapılıyorsa "Yarı mekanizasyon" dan bahsedilir. Mekanize kömür kazısı, a) rendeleme, b) kesme ve c) yonga kaldırma suretiyle yapılır (TDK, maden terimleri sözlüğü, M-1.sayfa).

Madencilikte mekanizasyon ise; maden işletmelerindeki cevher üretim ve hazırlık işlerinin insan emeği ile yapılan iş sürecinden, maden makine ekipmanlarının tam veya kısmen kullanıldığı üretim prosesine geçilmesi şeklinde ifade edilebilir. Maden işletmeleri için insan emeği ile yapılan çalışma biçimi klasik sistem olarak, mekanizasyonun bütün iş aşamalarında tamamen makine ile sağlandığı çalışma şekli için

tam mekanize, makineleşmenin kısmen veya bir bölümünün insan emeği ile yapılmakta olduğu çalışmalara yarı mekanize çalışma sistemi olarak anlaşılmaktadır.

"Maden Makineleri ve Mekanizasyonu" denilince, akla ilk gelen kömür üretimi için kullanılan makineler ve kömür Madencilikindeki mekanizasyondur. Kömür yapısal özelliklerinden dolayı makine kullanmaya elverişlidir. Madencilikte ilk mekanik kazı uygulamaları kömür işletmeciliğinde olmuştur. Ülkemiz madencilikinde de maden makineleri ve mekanizasyonu kömür madencilikindeki uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır (Tatar ve Özfirat, 2011). Maden mühendisliğinde lisans ve yüksek lisans düzeyinde maden mekanizasyonu ve teknolojisi Ana Bilim Dalı olarak okutulmaktadır.

1.2. Mekanizasyonun Önemi Nedir?

Dünya fosil yakıt rezervlerinin yaklaşık %70 ini oluşturan kömür, termik santrallerde elektrik enerjisi üretiminde, demir çelik ve çimento sanayinde enerji hammaddesi olarak, konutlarda, ulaşırmada, endüstri proseslerinde ısınma ve buhar enerjisi elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ülkemizin yer aldığı coğrafya Ortadoğu ve Kafkasya da zengin petrol ve doğal gaz yatakları olmasına karşın jeolojik özellikleri nedeniyle Türkiye’de bu enerji kaynakları maalesef az bulunmaktadır. Aynı durum maden kömürü içinde söz konusudur. Türkiye’nin fosil enerji kaynaklarından sadece linyit kömür rezervleri kendi ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde olduğu bilinmektedir (Yılmaz, 2012).

Dünya genelinde ve ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde kömürün toplamdaki payının yaklaşık %40 oranında olduğu gerçeği göz önüne alınırsa bütün çevreci eleştiriler ve iklim sözleşmelerine rağmen kömür kullanımının 30-40 yıl daha devam edeceği öngörülmektedir. Bu nedenlere bağlı olarak, sanayi devriminden itibaren 250 yıldır kullanımda olması, kömürün özellikleri nedeniyle enerji talebi artışına paralel olarak, günümüzde ve hatta gelecekte de terk edilmesinin zor olacağı tahmin edilen bir enerji kaynağıdır.

Sonuç olarak ülkemiz petrol ve doğalgaz olarak sınırlı rezervlere sahiptir. Ancak linyit kömür rezervleri kükürt oranı yüksek olmakla birlikte kendi ihtiyacını karşılayabilecek düzeydedir. Fosil yakıt olarak baca teknolojilerine AR-GE yatırımları ve temiz kömür yakma teknolojilerinde sağlanacak gelişmeler, uygun baca filtrasyon sistemleri ile baca gazları vs. tehlikeleri insan sağlığı için uygun limitlere düşürmek mümkün olabilecektir. İşletmecilik safhasındaki ortaya çıkması muhtemel çevre

sorunlarının olumsuz etkilerinin giderilmesi için çevre mevzuatı yeterli olup, sadece yapılacak sıkı denetimler ve farkındalık eğitimleri ile çözülmesi mümkündür.

Mevcut olan enerji kaynaklarında dışarıya bağımlı olmamak için başta yerli kömür ve milli kaynakların üretimine önem ve öncelik vermek zorunluluktur. Ancak alışlagelmiş klasik düzen, insan emeği ile günümüzde ilkel iptidai şartlarda işletmecilik yapmanın mümkün olamadığı Soma ve Ermenek maden kazaları sonrası klasik ocaklarda dramatik örnekler acı tecrübe ile yaşanmıştır. Bu noktada yerli kömür kaynakları üretilmeye devam edilsin mi? sorusuna verilecek cevap elbette evet olmalı, zira kömür ülkemizde kendi ihtiyacını karşılayabilecek tek yeterli fosil yakıt olmakla birlikte, ancak bunun yapılması; iş güvenliği standartları en üst düzeyde, kalifiye işgücüne sahip, maksimum üretim verimliliği ile çevreye uygun yakma teknolojinine sahip modern ve mekanize üretim yöntemleri ile sağlanması olarak gerekçeleri ortaya konulmalıdır.

1.3. Çalışmanın Amacı Gerekçeleri ve Kapsamı

Maden sektörü, dünya genelinde en ağır ve en tehlikeli iş kollarından biridir. Madenlerde oluşan iş kazalarının sayısı, işçi yoğunluğu, jeolojik ve jeoteknik koşullar, uygulanan teknoloji ve yöntem, işçi eğitimi seviyesi, iş güvenliği kurallarının iyi uygulanması, etkin bir denetim mekanizması gibi birçok faktöre bağlıdır (Köse ve diğ., 1990).

Yeraltı kömür madenciliğinde üretim süreci iş kazalarının yoğun olarak yaşandığı bir süreçtir. İş organizasyonu kömür kazısı, tahkimat işleri, kömürün ve diğer malzemelerin nakledilmesi gibi işlemler aynı anda yapılmaktadır (Akkaya, 2001).

Bu işlemlerin zaman, üretim miktarı ve üretimin sürdürülebilirliği ve çalışma koşullarının güvenli ve emniyetli bir hal alması açısından birlikte ve merkezi bir kontrol sistemiyle yapılması gerekmektedir. Bu durumun sağlanması için de yeraltı kömür üretiminde mekanize üretim sistemine geçmek kaçınılmaz olmaktadır. Ülkemizde yeraltı kömür madenlerinde yaşanan iş kazaları ile ilgili yapılan araştırmalarda yaşanan kazalar, üretim sürecinde meydana gelen aksaklıklar nedeniyle sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (Akkaya, 2001).

Ülkemizde yeraltı kömür ocaklarında yaşanan kazalar ile ilgili çalışmalardan da görüleceği üzere meydana gelen iş kazaları ve dolayısıyla iş kayıplarının en fazla yeraltı işletmelerinde görülmesi, bu sektörde oluşan kazaların önlenmesi ile ilgili çalışmalara daha yoğun çaba sarf edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma; dünyada

hızla gelişen madencilik teknolojisinin ülkemizde yeraltı kömür üretiminde de kullanılması ve bu sayede ölümlü iş kazalarının en çok yaşandığı yeraltı kömür ocaklarında kazaların önlenmesi için yeni önlemler alınması gerektiği ve yeraltı kömür üretiminde mekanizasyon uygulamasına geçilmesi gerekliliğini açık ve net olarak ortaya koymaktadır (Dursun, 2014).

Ülkemizde kömür üretimi yapılmakta olan kömür havzalarında faaliyet yapmakta olan küçük ve orta ölçekli mevcut yeraltı kömür işletmelerinin 2014 yılında yaşanan Soma ve Ermenek maden kazalarından sonra ortaya çıkan sektörel travma, mevzuat değişikliği sonucu olarak artan maliyetler ve iş güvenliği önlemleri ile yapılan denetim teftişler sonucunda iş durdurma yaptırımlarında hemen hepsindeki ortak paydanın; klasik yöntemle ve emek yoğun iş gücü ile faaliyet yapmakta oldukları ortaya çıkmıştır.

Bu anlamda tez çalışmasının amacı; başta Ermenek kömür havzasındaki ve ülkemizdeki benzer nitelikteki halen klasik sistemle emek yoğun iş gücü ile faaliyet yapmakta olan mevcut yeraltı kömür işletmelerinin; iş sağlığı ve güvenliği öncelikli, yüksek randımanlı, optimum sayıda iş gücü ile modernize edilmiş, tam veya yarı mekanize sistemle üretim yapan işletmelere dönüştürülmesini, mekanize kazıya dönüşüm için gerekli veya yeterli ön şartlar dikkate alınarak uygun parametrelerin araştırılmasını ve uygun teknik ve yöntemlerin belirlenmesini amaçlamaktadır.

Bunlara ek olarak rezervi tespit edilmiş, fizibilite etütleri yapılmış, projesi safhasında olan faaliyete açılması planlanan benzer nitelikteki yeraltı işletmelerinin işletme projelerini ve finans yatırımlarını tam veya yarı mekanize sistemle faaliyete başlamaları amacıyla yol göstermek üzere ve referans kaynak olarak yardımcı olmak ve yanlış finansman yatırımlarına engel olunması amaçlanmaktadır.

1.4. Ermenek Kömür Havzasının Durumu Mekanizasyon Dönüşümünün Önemi

Karaman'ın Ermenek ilçesi özel sektör maden kömür işletmeciliğinde hiçte küçümsenemeyecek ölçüde madencilik faaliyetlerinin yapılmakta olduğu, hiyerarşik yönetim organizasyonunu sağlamış, karo ve sosyal tesisleri kendi ölçülerinde ihtiyaçları karşılar vaziyette, yeraltında makine ekipman ve teçhizat olarak yeterli donanımına sahip, yeraltı projelerindeki hazırlık ve üretim çalışmalarında madencilik ilkelerini uygulama ve uyum sorununu aşmış, interaktif yerel iş gücü insanı ile klasik sistem madencilik kültürünü benimsemiş durumda olan orta Toroslarda mütevazı kömür üretim havzasıdır.

Ermenek kömür havzasında madencilik faaliyetleri 1970 yıllardan 13 Mayıs 2014 Soma ve 28 Ekim 2014 Ermenek maden kazası tarihine kadar kendi ölçeğinde birçok ekonomik krizden etkilenmeden ilçe ve bölge ekonomisine de katkı sağlayacak ölçüde devam edebilen ender ilçelerde biri sayılmaktadır. Söz konusu her iki maden kazası sonrası büyük bir sosyolojik yıkım yaşanmış, yürek yakan acıyla birlikte, yapılan madencilik mevzuat değişiklikleri ile yeterli ve gerekli şartları sağlayamayan kömür işletmeleri ya mali sorunlar nedeniyle ya da ilgili kamu kurumlarının denetimleri sonucunda yapılan iş durdurma gerekçeleri nedeniyle kapanmak zorunda kalmıştır.

2014 yılından sonra faal olan 9 kapalı işletmeden 6 tanesi yukarıdaki nedenler dolayısıyla kapanmış, bir tanesi rödevansçıdan ruhsat sahibi şirkete devir yapılmıştır. Diğer iki tanesi başta işçilik ödemeleri vd. maliyetler yüzünden kamu borçları ve maden çalışanlarına işçilik ödemelerini zamanında yapamayarak, iş yavaşlatma, durdurma, işçi eylemleri, gibi sorunlarla baş etmek zorunda kalmıştır. Bunun sonucunda sosyo-ekonomik sıkıntılar artmış ve işsizlik sonucu göç sorunu ortaya çıkmış bulunmaktadır.

Ortaya çıkan durumun analizinde; orta ölçekte ve en az 50 yıllık madencilik tecrübesine sahip bu ocakların yönetimleri aynı aile şirketleri olup, yaşadıkları tecrübe veya işletmecilik birikimlerinin dışında farklı bir düşünce yapısına girdikleri veya başka nedenlerle mali sıkıntılara girdikleri düşünülmemelidir. Bir an için öyle düşünülse bile Ermenek dışında ülkemizde 440 maden ruhsatında faaliyet yapmakta olan işletmelerin %75'nin de aynı kaderi paylaşmasını veya aynı gerekçelerle kapanması nasıl açıklanabilir? (Güngör, 2014).

Ermenek ilçesinde yeraltı kömür işletmelerindeki ortaya çıkan bahse konu sorunlar ülkemizin madencilik yapılan birçok kömür havzasında da artan üretim maliyetleri ve iş güvenliği yaptırımlarının karşılanamaması nedeniyle birçok kömür işletmesini kapanmak zorunda bırakmıştır. Ermenek vd. kömür havzalarında ortaya çıkan işsizlik bir süre devlet teşvikleri ve işsizlik ödenekleri ile karşılanırsa da kömür madenciliğinde çalışan iş gücünün zaman içerisinde farklı iş kollarındaki arayışları alışlagelmiş yaşam tarzını ve kültürünün yerini dolduramamıştır (Akkaya ve diğ., 2019).

Aradan geçen 10 yıllık sürede 9 tane yeraltı kömür işletmesinde yaklaşık 2000 kişinin çalıştığı, 350-400 nakliyecinin taşımacılık yaptığı, yurt içine yıllık 500.000 ton kömür sevkiyatının yapıldığı Ermenek'te yaklaşık 1500'e yakın madenci ailesinin işsizlik nedeniyle farklı ilçelere göç etmek zorunda kaldığı tahmin edilmektedir. İlçede yıllarda özellikle karayolu ulaşımında eskisiyle kıyas götürmeyecek derecede iyileşme olmasına karşın ekonomik ve sosyal açıdan kan kaybetmeye devam etmektedir (Çetin, 2021).

Ermenek havzası kömür işletmelerinin tezin kapsamına konu yapılan, tespit edilen uygun yöntem ve tekniklerin belirlenmesi ile maden mekanizasyonu ve teknolojiye dönüştürülmesi üç yıl gibi bir termin süresinde ve 100.000.000 TL finans yatırım ile mümkün olabileceği öngörülmektedir. İşletmelerin tümü için ortaklaşa yapılacak ocakların modernize edilmesi (mekanizasyon ve otomasyon) organizasyonu ile yatırım maliyetlerinin ve geri dönüşüm süresinin daha geriye çekileceği unutulmamalıdır.

Ermenek kömür havzasındaki klasik düzen mevcut yeraltı kömür işletmeleri mekanize sistem dönüşümünü gerçekleştirdiği takdirde; havzadaki beş kömür ruhsat sahasındaki yaklaşık 10.000 hektarlık (10 km²) alanda görünür rezerv olarak tespit edilmiş olan yaklaşık 5.000.000 ton linyit kömür rezervi ülkemiz ekonomisine ve bölge kalkınmasına, katma değer sağlamakla birlikte istihdam ve iş olanaklarını sürdürmeye devam edecektir. Çok daha önemlisi Ermenek havzası ülkemizdeki otuz civarındaki diğer kömür havzalarına mekanizasyon dönüşümü gerçekleştirmiş, modernize olmuş güvenli ve verimli çalışan kömür ocakları ile örnek olarak öncülük edecektir.

1.5. Mekanizasyonun Avantajları Dezavantajları ve Sonuçları

Mekanizasyon sisteminin yeraltı kömür madenciliğinde kullanımının getireceği birçok avantajları vardır. Başlıcalarını sıralamak gerekirse;

- 1- Yüksek üretim verimliliği ve yüksek üretim miktarı yapabilme kapasitesi,
- 2- Düşük işletme maliyeti ile serbest piyasada rekabet gücüne sahip olma,
- 3- Yüksek işletme performansına bağlı sürdürülebilir işletmecilik ve istikrar,
- 4- İyi bir iş organizasyon disiplini ile işine hâkim teknik ve idari yönetim,
- 5- Kalifiye personel çalıştırma zorunluluğu ile yüksek işçilik verimliliği,
- 6- Yüksek iş güvenliği standartlarında daha güvenli çalışma ortamı az sayıda iş kazası, iş günü kayıpları ve bunlara bağlı sosyal güvenlik harcamaları,
- 7- Enerji verimliliği, birim kömür başına harcanan enerji, klasik sistemlere göre daha düşüktür.
- 8- İş kazaları neticesinde işletmelerin uğradığı maddi, manevi giderler ile itibar kaybı yaşanmaması veya en az sevide maruz kalınması, olarak sıralanabilir.

Çizelge 1.1’de kategorilere göre Ermenek kömür havzası özelinde mekanizasyon sistemine dair avantajlar tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 1.1. Mekanizasyonun başlıca avantajları

Kategori	Ermenek Özelinde Avantaj	Kaynak / Dayanak
Üretim Verimi	Klasik sisteme göre pano başına üretim miktarı 2–3 kat artabilir.	Özfırat, M.K. (2020) – <i>Yeraltı Mekanizasyonu Eğitim Notları</i>
İş Güvenliği	Tavan göçmesi riski azaldığından, klasik tahkimata göre %40 daha az iş kazası görülür.	Bilim, N. (2019) – <i>Maden İşletmelerinde Mekanizasyon</i>
Ürün Kalitesi	Kömür kaybı azalır, kömürün kül oranı %1–2 daha düşük olur.	ERA Grup Teknik Raporu (2022)
Planlama ve İzleme	Mekanize ekipmanlara entegre sensörler sayesinde üretim verileri anlık izlenebilir.	ALA Grup Mekanizasyon Kataloğu (2023)
İş Gücü Verimliliği	Operatör başına üretim artışı klasik sisteme göre %60–80 daha yüksektir.	TTK Eğitim Dairesi (2021)

Maden mekanizasyonun dezavantajları konu ve kapsam dışı olmasına karşın durum tespiti ve etki analizi açısından kısaca yer verilecek olursa;

1. Yüksek ilk yatırım maliyeti; Mekanize sistemlerin (kesici-yükleyici, yürüyen tahkimat, konveyör sistemleri vb.) kurulumu oldukça pahalıdır. Finansman gereksinimi yüksek olduğundan, küçük ve orta ölçekli işletmelerin ekonomilerini zorlamaktadır (Hartman, H.L. & Mutmanský, J.M., 2002).
2. Bakım ve yedek parça bağımlılığı; Mekanize ekipmanlar karmaşık yapıda olduklarından, periyodik bakım, yedek parça temini ve teknik servis gerektirir. Yedek parçaların ithal olması durumunda tedarik süresi ve maliyet artar (Bilim, N. & Özfırat, M.K., 2018).
3. İşletme esnekliğinin azalması; Mekanize sistemler belirli damar kalınlıkları, eğimleri ve jeolojik koşullar için tasarlanmıştır. Damar yapısında ani değişikliklerde sistemin uyumu azalır. Özellikle düşük damar kalınlıkları veya yüksek eğimli tabakalar için uygun olmayabilir.
4. Yüksek enerji ve altyapı gereksinimi; Mekanize ekipmanlar elektrik enerjisine bağımlıdır. Havalandırma, drenaj ve nakliyat sistemlerinde kapasite artışı gerekebilir. Bu durum işletme giderlerini yükseltir.
5. Nitelikli iş gücü gereksinimi; İlk zamanlar emek yoğun çalışma ile klasik yöntemlerle yapılan kömür madenciliği sıradan bir insan beden iş gücüne dayanmakta iken özellikle 1900 yılların başında Avrupa’da başta İngiltere, Almanya ülkelerde başlayan makineleşmenin getirdiği mekanizasyon uygulamaları ile farklı kulvara geçmiştir. Yeni durum daha çok üretim, daha az maliyet ve azami iş güvenliğini sağlamıştır. Artık daha fazla üretim için daha çok insan değil, daha fazla mekanizasyon sistemi ve otomasyona ihtiyacı ortaya çıkarmıştır.

Operatörlerin ve bakım personelinin teknik eğitilmiş olması gerekir. Eğitim eksikliği, arızalar, duruşlar ve iş güvenliği risklerini artırabilir (Çelik, T. & Akçın, N.A., 2016).

6. Jeoteknik uyum sorunları; Zayıf tavan veya taban koşullarında mekanize tahkimat sistemleri zorlanabilir. Zemin deformasyonları ekipman hasarına yol açabilir. Bu da tahkimat ve üretim sürekliliğini olumsuz etkiler.

7. Sosyal ve istihdam etkileri; Mekanizasyon, iş gücü verimliliğini artırırken işçi sayısında azalma yaratır. Bölgesel istihdam açısından sosyal sorunlara neden olabilir.

8. Teknolojik bağımlılık; Gelişmiş mekanize sistemlerin çoğu yabancı teknolojiye dayalıdır. Bu da teknoloji transferi ve dışa bağımlılık sorunlarını beraberinde getirir.

Çizelge 1.2. Mekanizasyonun başlıca dezavantajları

Dezavantaj Kategorisi	Açıklama (Ermenek Havzası Özelinde)	Kaynak / Dayanak
1. Yüksek İlk Yatırım Maliyeti	Mekanize uzun ayak sistemleri (örneğin yürüyen tahkimat ve kesici-yükleyici) yüksek yatırım gerektirir. Ermenek işletmelerinde küçük ölçekli özel sektör yapısı bu yatırımı zorlaştırmaktadır.	Bilim, N. & Özfirat, M.K. (2018), <i>MTA Dergisi</i>
2. Damar Kalınlığı ve Eğim Sorunları	Ermenek kömür damarları genellikle 1.5–2,5 m kalınlığında ve yüksek eğimli (20–35°) yapıdadır. Bu durum tam mekanize tahkimat sistemlerinin çalışmasını zorlaştırır.	Çelik, T., Akçın, N.A. (2016), <i>Türkiye Madencilik Bilimsel Dergisi</i>
3. Taban ve Tavan Zayıflığı	Zayıf tavan kayacı (ıştılı yapı) mekanize tahkimatların yük dağılımında dengesizlik yaratabilir. Bu da ekipman deformasyonuna yol açabilir.	Ermenek İşletme Jeoteknik Raporu, TTK (2019)
4. Enerji ve Altyapı İhtiyacı	Mekanize sistemlerin çalışması için sürekli ve yüksek gerilimli enerji hattı gereklidir. Bölgedeki eski altyapı sistemleri yetersiz kalmaktadır.	ERA Grup Teknik Değerlendirme, 2022
5. Nitelikli Personel Eksikliği	Mekanize sistemlerin kullanımı için operatör, bakım teknisyeni ve otomasyon personeli gereklidir. Bölgedeki yerel iş gücü bu konuda sınırlı tecrübeye sahiptir.	Özfirat, M.K. (2020), <i>Yeraltı Kömür Mekanizasyonu Eğitim Notları</i>
6. Bakım ve Parça Temini	Ekipmanların çoğu ithal kaynaklıdır (örn. Joy, Eickhoff, Glünik). Parça temini zaman alır, üretim sürekliliği risk altına girer.	ALA Grup & ERA Grup Teknik Kataloğu (2023)
7. Jeoteknik Uyum Sorunları	Mekanize tahkimat sistemleri yüksek eğim ve değişken damar kalınlığı nedeniyle uyum sorunu yaşar. Özellikle göçertmeli sistemlerde pano stabilitesi zor sağlanır.	Bilim, N. (2017), <i>Kömür Üretim Sistemleri Ders Notları</i>
8. Sosyo-Ekonomik Etki	Mekanizasyon işçi sayısını azaltır, bölgedeki istihdamı etkiler. Ermenek gibi küçük yerleşimlerde bu durum sosyal tepkilere neden olabilir.	TÜBİTAK Raporu, (2021) “Madencilikte Sosyoekonomik Etkiler”

Sonuç olarak; Yukarıda sıralanan avantajları yanında ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve çalışma ortamında ocak havasının toz oranı açısından klasik üretim yöntemine göre daha fazla olması gibi mahzurları olmakla birlikte, teknik avantajlarındaki gerekçelerine istinaden ülkemizde mekanize üretim sistemi uygulamasına hızlı bir şekilde geçilmesi, mevcut klasik ocaklarında ivedilikle mekanizasyona dönüştürülmesi gerekmektedir. Yüksek ilk yatırım maliyeti ve finans sorununda; çözümün ön görülebilir piyasa şartları ile güven ve istikrara dayalı sektör ve ekonomik politikalara dayandığı görülmektedir. Bu şartlar mukabilinde mekanizasyon sisteminin belirlenen avantajları ve gerekçeleri nedeniyle uygulanması zorunludur.

2. LİTERATÜR VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tez çalışmasında öncelikle başta Ermenek ve ülkemizdeki mevcut klasik tip yeraltı kömür ocaklarındaki durum tespiti yapılmıştır. Kömür üretimi yapılmakta olan 30 civarındaki kömür havzalarında yaşanan sosyo-ekonomik şartlar ve ocaklardaki teknik, idari ve mali sorunlar nedeniyle birçoğunun işletmeci/ruhsat sahibi tarafından kapatılması veya Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı iş müfettişleri ya da Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) maden uzmanları tarafından iş güvenliği ve çalışma mevzuatı kapsamındaki denetimlerde iş durdurma veya kapatma yaptırımına tabi tutularak kapanmak zorunda kaldıklarına dair ilgili kurumların web sitelerindeki bilgi dokümanlarıyla ortaya konulmuştur.

İkinci olarak kömürün enerji hammaddesi olarak stratejik önemi ve sektörel olarak gelecekteki kullanım alanlarındaki payına dair makale ve tezlerden alıntılar yapılarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Son yüzyılda özellikle orta doğuda yaşanan sıcak ve soğuk harpler neticesinde enerjide dışa bağımlılık konusunun küresel anlamda milli güvenlik ve beka sorunu olarak görülmeye başlandığından hareketle kömürün doğalgaz ve petrol gibi ithal etmek zorunluluğu olmadığı, yerli ve milli kömür kaynaklarıyla yıllık 120 milyon tonluk kömür ihtiyacının karşılanabilmesi ifade edilmeye çalışılmıştır.

Bunun için mevcut klasik tip kömür işletmelerinin ivedilikle mekanize sistem kömür işletmeciliğine geçilmesi; Ermenek kömür havzasındaki işletmeler ve pilot seçilen işletme üzerinden dönüştürmenin mümkün olabilirliği; belirlenen parametreler, uygun yöntem ve tekniklerin termin planında maliyet analizleri ile uygulamalı olarak ortaya konulan seçim kriterleri ve çözüm önerileri yer almaktadır.

Sonuç olarak pilot seçilen işletme için klasik tip çalışmada mevcut çalışan sayısı ve şartları ele alınarak, üretim miktarındaki kapasite artışı, daha güvenli çalışma ortamında maksimum iş güvenliği standartlarına ulaşılması, birim üretim maliyetinin düşürülerek serbest piyasa koşullarında rekabet gücünün artırılması sayısal olarak karşılaştırmalı tablolarda verilmiş bulunmaktadır.

2.1. Mekanize Kazının Tarihçesi ve Sanayi Devrimi

Avrupa'da ilk olarak ispanyaya Cebeli Tarık boğazına adını veren Tarık Bin Ziyad komutasında 711 yılında ayak basan Müslümanlar Abbasilerin, Emevî hanedanına son vermesiyle Emevî sülalesinden gelen Hişam'ın torunu 1.Abdurrahman; İspanya'ya giderek 756 yılında Endülüs Emevî Devleti'ni kurmuştur (The Wisdom Fund, 2019).

İspanya ve Portekiz de 756 ile 02 ocak 1492 yılları arasında hüküm süren Endülüs Emevî devleti zamanının medeniyetinin zirvesini yaşarken Avrupalılar orta çağ karanlığını yaşamaktaydı. Endülüs Emevî devletinin etkileriyle Rönesans, XV. yüzyılda coğrafi konumu itibarıyla Doğu ve Batı uygarlıklarına yakın ve İslâm kültüründen etkilenmeye elverişli olan İtalya'da doğmuştur (Durant, 1957).

İtalya'da Rönesans, XIV. yüzyılın sonlarında Hümanizma ile başlamıştır. Hümanizm; Eski Yunan ve Latin kültürlerini en yüksek kültür örneği olarak alan ve Orta Çağ'ın skolastik düşüncesine karşı Avrupa'da doğup gelişen felsefe, bilim ve sanat görüşü, insanlık sevgisini en yüce amaç ve olgunluk sayan bir doktrindir. Hümanizm, insanın kendini tanımasına, yasalarını yapmasına ve haklarını korumasına ortam hazırlamıştır (Heydari-Malayeri, 2007; The Wisdom Fund, 2019).

XV. ve XVI. yüzyıllarda önce İtalya'da başlayan ve daha sonra Avrupa'da yayılan edebiyat, güzel sanatlar ve bilim alanındaki gelişme, yenilik ve yeni fikirlere "Yeniden Doğuş" anlamında **Rönesans** denilmiştir (Gombrich, 1995; Burke, 1987).

Rönesansın İtalya'da başlamasında; İtalya'nın coğrafi konumu, ekonomik durumu, dini önemi, tarihi önemi, siyasal durumu ve İslam medeniyetinden etkilenmesi önemli rol oynamıştır. Avrupa devletleri, İtalya Savaşları (1494-1559) sırasında İtalya'daki Rönesans hareketlerinden etkilenmişlerdir. Hristiyanların papayı ziyaret etmeleri de İtalya'daki yenilikleri kendi ülkelerinde tanıtmalarında etkili olmuştur. İtalya'da Yetişen Rönesans Öncüleri: Giotto, Raffaello ve Leonardo da Vinci sayılabilir (Plumb, 1961).

Katolik Kilisesi'nin bozulması ve dini amaçlardan uzaklaşması üzerine, XVI. yüzyılda Almanya'da başlayarak diğer Avrupa ülkelerine yayılan dini alandaki yeniliklere Reform denilmiştir. Yani XVI. Yüzyılda Avrupa'da Hristiyanlığın Katolik mezhebinde yapılan değişiklik ve düzenlemelerdir, diyebiliriz. Katolik Kilisesi'nin yanlış uygulamalarına Martin Luther'in karşı çıkması, ekonomik sıkıntı içindeki Alman halkı arasında büyük ilgi görmüştür (1517).

Almanya'da başlayan Reform hareketleri, İngiltere, Fransa, İsveç, Norveç ve Danimarka gibi ülkelere de yayılmıştır. Fransa'da Nant Fermanı ile Kalvenistlere ve Protestanlara inanç serbestliği tanınmıştır.

İngiltere Kralı VIII. Henri Anglikan Kilisesi'ni kurarak Katolik Kilisesi'nden ayrılmıştır. Henri'nin papayla ilgisini kesip Anglikan Kilisesi'ni kendine bağlaması üzerine İngiltere'de din, milli bir karakter kazanarak kilise yönetimi içinde yerini almıştır. Avrupa'da yeni mezheplerin ortaya çıkması, okulların kiliseden alınması inanç özgürlüğü doğrultusundaki gelişmeleri kolaylaştırıcı bir ortam sağlamıştır (Bainton, 1952).

Rönesans ve reform hareketlerindeki yaşanan gelişmeler, hızlı nüfus artışı ve kırsal bölgelerden kentlere olan nüfus göçü sonrasında kentlerde hazır iş gücünün oluşması gibi sebeplerle 18. Yüzyılda Birleşik Krallıkta (İngiltere) sanayi devrimi ortaya çıkmıştır (Cartwright, 2023).

İngiltere’de uygulanmakta olan anayasal monarşi, mülkiyet hakkıyla birlikte bireysel hak ve özgürlüklerin koruyucusuydu. Ekonomik açıdan da oldukça ileri düzeyde olan İngiltere’de özgür rekabet ortamı vardı. Ayrıca dünyanın en büyük sömürge imparatorluğu konumunda olan bu ülke toprakları, sanayi için gerekli olan kömür ve demir gibi yeraltı zenginliklerine sahipti ve bu hammaddelerle üretilmiş malları satmak için geniş bir pazar imkânına da sahipti. Bir ada ülkesi olması dolayısıyla Avrupa’daki savaş ve kavgalardan uzak kalmış, sahip olduğu donanma gücü de taşımacılık faaliyetlerini kolaylıkla yapmasını sağlamıştır.

Bu devrim ilk olarak tekstil ve demir-çelik sektörlerinde başladı. Fabrikalaşmayla birlikte hızlı ve seri üretim ortaya çıkmış, İlk dönemlerde buhar gücüyle işleyen makine ve araçların (tren, gemi, vs.) icadıyla sanayi devrimi daha da gelişmiştir. Daha sonraki dönemlerde elektrikli ve benzinli makine ve araçlar kullanılmaya başlandı. 19. yüzyılın ikinci yarısına kadar İngiltere’nin tekelinde olan sanayi devrimi, bu dönemden itibaren Avrupa ve Amerika’ya hızla yayılmıştır (Cartwright, 2023).

Sanayi Devrimi’nin toplumsal yapıda değişimler olması, burjuva sınıfı çok daha zenginleşmesiyle ve işçi sınıfının doğması, İşçilerin birçok haktan mahrum olması da sosyalizm akımının ortaya çıkması gibi siyasal sonuçları olmuştur. Ayrıca tarımda makineleşmenin artması, köyden kentlere yoğun göçler yaşanması ve nüfus artışının hızlanması gibi sosyal sonuçları olmuştur (Durant, 1957; Cartwright, 2023).

Tüm bu gelişmeler dünyadaki enerjiye ihtiyacı arttırmış, enerji hammaddesi olarak kömürü çok önemli bir unsur haline getirmiştir. Kömür ihtiyacının karşılamak üzere ilk olarak uzun çalışma süreleri ile işçi sınıfı ile karşılanmıştır. Ne var ki ilkel koşullar, sağlıksız iş yeri ve barınma koşulları beraberinde birçok dramatik sosyal olayların yaşanmasını kaçınılmaz kılmıştır (Engels, 1845). Zamanla ortaya çıkan çalışma koşullarını ve ücret ödeme yükümlülüklerini düzenleyen yasalar ile önemli gelişmeler yaşanmıştır.

Diğer taraftan emek veya beden gücünün sınırlı ve süreli olması, belli bir seviyeyi aşamaması ile giderek artan enerji ihtiyacı kömür üretiminin makine ile daha hızlı ve daha çok üretilmesi fikrini doğurmuştur. İfade edilen bu veya buna benzer gerekçeler kömür üretiminde mekanizasyonun ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Britannica, 2023).

2.2. Mekanize Kazının Gelişme Aşamaları

Kazı makinaları ve mekanizasyonu, gelişmesini kömür madenciliğine borçludur. Yeraltı yapıları asırlar önce yapılmış olmasına rağmen mekanize kazılar 19.yüzyılda kömür üretiminde başlamıştır. Kömür, genellikle tabakalı, aşındırıcı olmayan zayıf bir formasyondur. İlk defa 1850 yıllarında İskoçya’da dökme demir, kesici uç olarak basınçlı hava ile birlikte kullanılmıştır. 1900’lü yıllardan sonra elektrik enerjisinin yeraltına girişi ile yeraltı kazı makinalarındaki gelişme hızlanmıştır. Günümüzde kazı makinalarındaki gelişim hızı, teknolojinin gelişme hızına paralel olarak çok hızlıdır.

Yeraltı madenciliğinde mekanize kazının gösterdiği gelişme, potkabaç makinası ve bu makine tekniğinin geçirdiği aşama ile yakından ilgilidir. İlk olarak geçen yüzyılın başlarında uygulanan potkabaç makinası, beden işçiliğini azaltmıştır. İlk aşamada bir veya iki serbest hareketli zincirle damar içerisinde yarık açan zincirle potkabaç makinası kullanılmıştır. Bu yarıklar, damarda serbest yüzeyler oluşturarak kazıda kolaylık sağlamıştır. Kazılan kömür ise oluğa manuel olarak yüklenmiştir. Potkabaç çekmede amaç kömür kazısı değil, sadece serbest yüzey oluşturarak kazı kolaylığı sağlamaktır.

1930’lu yılların ortalarında potkabaç makinası ile kazılan kömürün yüklenmesi denemeleri yapılmıştır. Kazı arınında boydan boya potkabaç çekilerek daha sonra yüklenmesi yerine, arın boyunca kazı yapmak düşüncesi, kömür sabanının bulunmasına neden olmuştur. 1937 yılında, kömürde çift sürer gibi kazı yapabilen bir alet, sabanın ilk aşaması olmuştur. Sabandaki gelişmede, sabanın zincirli oluk ile birlikte çalıştırılması yeni bir çıkır açmıştır. Zincirli oluğun sabana gıdaj görevi gördüğü yavaş saban, 1941’de uygulanmış ve kesme ile oluğa yükleme birlikte yapılmıştır.

Bu gelişmeler bedeni işçiliğin ve patlayıcı maddenin kullanılmadığı, kömürün kazılıp ardından zincirli konveyöre yüklendiği tamburlu kesici yükleyici makinaların üretilmesi ile sonuçlanmıştır. İlk olarak 1912-1929 yılları arasında düşünce olarak ortaya atılan bu makinalar ancak 1950’li yılların başlarında üretilmiştir. Tambur tarafından kesilen ve/veya koparılan kömür, tambur arkasındaki küreyiciler ile zincirli oluğa yüklenmektedir (Tatar ve Özfirat, 2016).

1950’lerin sonlarına doğru, Almanya’da Kömür Pulluğu (saban), İngiltere’de ise Tamburlu Kesici-Yükleyiciler geliştirilmiş olup, hidrolik direklerin yerini, çerçeve ve kalkan tipi hidrolik yürüyen tahkimatlar almıştır. Avrupa’da bu çalışmalar sürerken, Amerika’da da benzer çalışmalar yapılmış ve 1948 yılında Sürekli kazı (continues miner)

makineleri üretilmiştir. Ancak günümüzde normal galeri açma makineleri de üretim amaçlı kullanıldıkları zaman “Sürekli Kazı Makinesi” olarak adlandırılmaktadır.

Bu nedenle kömür ve benzeri madenlerin üretiminde kullanılan sürekli kazı makineleri “Tambur Tipli Kollu Kazı Makineleri” olarak da adlandırılmaktadır (Hekimoğlu, 1988).

Günümüzde güçlü motorlara sahip bazı özel donanımlarla yüksek damar eğimlerinde dahi etkin ve verimli olarak kullanılan tamburlu kesici yükleyiciler üretilmektedir (Tatar ve Özfirat, 2016).

2.3. Mekanize Kazı Yöntemleri

Yeraltı ocaklarında kullanılan kazı makinaları, son yıllarda büyük gelişmeler göstermiştir. Kömür kazısında mekanize kazıyı, kullanılan makinalara bağlı olarak dört yönteme ayırmak mümkündür.

- Manuel Kazı: Kömürün ilkel araçlarla insan gücü ile kazılarak nakliyat aracına yüklenmesidir. Genellikle kazı aracı olarak kazma, martopikör, yükleme aracı olarak kürek kullanılır.
- Yarı-mekanize Kazı: Kömür kazısında insan gücünü azaltan, nakliyat aracına yüklemenin manuel veya mekanik olarak yapıldığı yöntemdir. Potkabaç makinası, damarda kazı kolaylığı serbest yüzeyleri oluşturmak amacıyla, damar içinde yarıklar açar.
- Mekanize Kazı: Kömürün kazısı ve nakliyat aracına yüklenmesi mekanik olarak yapılmaktadır. Ancak ayak tahkimatını kurmada insan gücüne gerek duyulur. Genellikle kazı aracı olarak saban ve tahkimat olarak da çelik sarma+hidrolik direk uygulanır.
- Tam-mekanize Kazı: Kömürün tamamının mekanik olarak kazılmasının yanı sıra, ayak tahkimatının da tamamen mekanik olarak yapıldığı yöntemdir. Kazı aracı kazıyı gerçekleştirdikten sonra yükleme işini de yapar. Bu nedenle bu yöntemde uygulama alanı bulan kazı makinalarına “kesici-yükleyici” adı verilir. Genellikle kazı aracı olarak tamburlu kesici-yükleyici makinalar, ayak tahkimatı olarak da yürüyen tahkimat uygulanır.

Şartlar uygun oldukça ilkel yöntemler terk edilerek yoğun işlerin, makinalara yaptırılmasına başlanmıştır. Zamanla yer altı madenciliğinde, özellikle kömür üreten tüm işletmelerde mekanizasyona geçileceğinden şüphe yoktur. 1960’lı yıllarda yatay ve az

eğimli damarlarda uygulanabilen mekanizasyon, günümüzde az da olsa, yarı dik ve dik damarlarda da uygulama alanı bulmuştur. Kazı mekanizasyonundaki gelişme safhaları şöyle özetlenebilir.

- 1- Bilinen kazı makinalarının uygulama alanlarını genişletmek,
- 2- Manuel kazı terk edilerek, en azından yarı-mekanize kazı uygulamak,
- 3- Yarı-mekanize ve mekanize kazıyı, tam-mekanize kazıya çevirmek,
- 4- Kazı araçlarında yeni gelişmeler sağlamak,
- 5- Üretim randımanını artırmak için, kazı aracından faydalanma oranını ve kazı vardiya sayısını yükseltmek,
- 6- Çok emek gerektiren işlerin tamamının makinalar tarafından yapılması,
- 7- Nihai amaç olarak ‘İnsansız ayak’, ‘uzaktan kumandalı ayak’ için yapay zeka (artificial intelligence) teknolojisi kullanılarak uzaktan kumandalı kazı makinalarının geliştirilmesi (Tatar ve Özfirat, 2016).

Günümüzde kömür ve benzeri madenlerin üretiminde mekanizasyonu meydana getiren maden makine ekipmanlara göre ve uygulanan üretim yöntemine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kömür üretiminde mekanizasyona uygun üretim yöntemine göre üç yöntem vardır. Bunlar;

- Oda-Topuk üretim yöntemi
- Uzun-Ayak üretim yöntemi
- Kısa-Ayak üretim yöntemi

Bu yöntemler yaygın olarak az meyilli, ince ve orta kalınlıktaki damarlarda uygulanmaktadır. Daha kalın ve/veya fazla meyilli damarlarda ise ara katlı, suni tavanlı arkadan tavan kömürü boşaltmalı gibi özel metotlar uygulanmaktadır (Çetinkaya, 2019). Bu yöntemler için geliştirilen ekipmanlar Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yeraltı cevher üretiminde kullanılan kazı yöntemleri ve ekipmanlar

YÖNTEM	KAZI İŞLEMİ	GEREKLİ EKİPMANLAR
ODA TOPUK	Delme Patlatma	Potkapaç, Jumbo delici, Kollu Yükleyici, Kömür Arabası, Tavan Civatalayıcısı, Zincirli Nakliye sistemi
	Mekanize Kazı (Sürekli Kazıcı)	Sürekli Kazı Makinesi, Kömür Arabası, Tavan Civatalayıcı
UZUN AYAK	Mekanik Kazı (saban)	Zincirlik Oluk, Saban, Yürüyen Tahkimat
	Mekanik Kazı (Tamburlu Kesici Yükleyici)	Zincirlik Oluk, Tamburlu Kesici-Yükleyici, Yürüyen Tahkimat
KISA AYAK	Mekanik Kazı (Sürekli Kazıcı)	Sürekli Kazı Makinesi, Kömür Arabası veya Çelik plakalı taşıyıcı, Yürüyen Tahkimat

Ermenek havzasındaki yeraltı kömür işletmeleri ve pilot seçilen işletme için tablodaki verilere göre; uzun ayak üretim yönteminde delme-patlatma kazısı (ilk etapta) yapılarak, zincirli konveyör nakliyatında yarı mekanize yürüyen tahkimat sisteminin kullanıldığı, en son Sabanlı kazı makine ekipmanları uygulanması öngörülmektedir.

2.4. Mekanize Kazı İçin Gerekli Önkoşullar

Mekanizasyonun sadece üretim birimiyle ilgili olarak gelişmesi yeterli değildir. Kazı aracının randımanını yükseltirken, geri hizmetleri kapsayan tüm işlerin de buna uyması gerekir. Bunun için ise iyi bir iş organizasyonu gereklidir. Kazıda mekanizasyonu sağlayabilmek için bazı ön koşulların titizlikle incelenmesi gerekir (Tatar ve Özfirat, 2016). Mekanizasyon için söz konusu genel ön koşulları incelenirse;

2.4.1. Cevher yatağının derinliği ve eğimi

Tam mekanize uzun ayaklarda damar derinliği arttıkça tahkimatlar üzerine gelen yüksek basınç etkileri nedeniyle üretim olumsuz yönde etkilenir (Yavuz ve Ankara, Erçelebi, 2003).

Cevher yatağı eğiminin, kazı makinası seçimi üzerinde birinci derece önemi vardır. Sürekli kazıcılar 0° ile 14° arasındaki eğimde çalışır. Potkabaç ve tamburlu kesici yükleyiciler 0° - 22° eğime kadar, koparıcı sabanlar 36° eğime kadar verimli çalışır. Bu eğim değerleri bazı özel teçhizatlarla biraz daha yükseltilebilir. Yarı dik ve dik damarlarda vurucu saban etkin olarak kullanılabilir. Özel durumlarda saban, potkabaç makinası, tamburlu kesici yükleyici makinalar, yarı dik ve dike yakın eğime sahip kömür yataklarında özel yöntemlerle kullanım alanı bulmuşlardır (Tatar ve Özfirat, 2016).

Son yıllarda kömür üretim ayaklarında 30 - 40° eğime kadar çalışan kirişli yarı mekanize yürüyen hidrolik tahkimat sisteminin kullanılmaktadır. Dik damarlar için Zonguldak OFKAR Madencilikte 70 - 80° eğime sahip dik damarda kirişli yarı mekanize tahkimat sistemi uygulamaları kullanılmaktadır.

2.4.2. Direksiz arın cephesinin teşkil edilmesi

Mekanizasyonun uygulanabilmesi için, kömür üretim ayak arının da kazı aracının serbestçe hareket edebileceği direksiz bir alanın olması zaruri ve gereklidir. Çürük, kırılmaya eğimli, fazla gerilmeli tavan şartları, hemen tahkimat gerektirir, bu ise mekanizasyon uygulamasını izin vermez. Mekanizasyonun uygulanabilmesi için, sağlam,

gerilmesi az, altında emniyetli çalışmanın yapılabileceği tavan şartları gerekir. Şekil 2.1 de mekanize kazı arınında direksiz tavan yapısının durumunu göstermektedir (Tatar ve Özfırat, 2016).



Şekil 2.1. Ayak kazı Arının da Direksiz cephe arın bölgesinin tahkimi (data:image/jpeg;base64)

2.4.3. Taban taşının yapısı ve hidrojeolojik koşullar

Kazı makinası nakliye oluşunun üzerinde değil de yanında (taban taşı üzerinde) hareket ediyorsa, taban taşının yapısı önem kazanır. Taban taşı yumuşak, kolay kırılabilen ve dalgalı yapıda olmamalıdır. Aksi takdirde kazı aracı çabuk aşınır, çekme aracı ve tahrik motoru aşırı yüklenir. Kazı aracı tabana saplanabileceği gibi, tavan taşını kazarak kömüre karıştırma olasılığı da mevcuttur. Yumuşak taban formasyonu tahkimat içinde istenmeyen bir özelliktir. Gerek hidrolik direk gerekse yürüyen tahkimat ünitelerinin tabana batma olasılıkları söz konusudur (Tatar ve Özfırat, 2016).

Tam mekanize uzun ayaklarda üretim periyodu sırasında istenmeyen bir olumsuzluk da ayakta ortaya çıkan su problemidir. Özellikle tam mekanize kömür panolarında su gelisinin üretim sırasında ortaya çıkması üretimi aksatacaktır. Yürüyen tahkimat üniteleri ilerlemesinde tabana batacak, ayakta problemler yaşanacak ve ayak ekipmanları sudan olumsuz yönde etkilenecektir. Bu nedenle, uzun ayakta çalışmaya başlamadan önce detaylı hidrojeolojik analizler yapılmalıdır. Su geliri ve seviyesi üretim panosu alt taban yolu kotundan daha aşağı kota indirilerek düşürülmelidir. Ortam susuzlaştırılmalıdır (Yavuz, M., Ankara, H., Erçelebi, S.G. ,2003).

2.4.4. Kazı kolaylığı ve mekanik mukavemet

Kömürün yapısında olan kayma düzlemleri ve klivajlar kazıyı kolaylaştırıcı yapıda olmalıdır. Bir kömür damarında klivaj düzlemlerinin olabilecek konumları ve bu konumdaki spesifik enerji değerleri ile klivaj sıklığının kesme kuvveti ile değişimleri Şekil 2.2 de verilmektedir.

Kesici kazıda klivaj durumunun önemi az iken sıyrıcı (saban) kazıda ilk planda dikkate alınmalıdır. Bu çatlakların ayağa göre şekli kazıdaki önemi açısından Şekil 2.2 de ve çizelge 2.2 de gösterilmektedir. Mekanik mukavemet, kömürü parçalamak ve onu yapısal bağlarından koparıp parçalamak için karşılaşılan çekme, basınç, kesme ve burma dirençlerinin toplamıdır.



Şekil 2.2. Mekanize kazıda kömürde klivaj sistemlerinin kazıya etkisi

Düşük mekanik mukavemete sahip kömürlerde saban, yüksek mekanik mukavemetlerde ise genellikle saban ve kesici-yükleyici kazı aracı olarak kullanılır. Zor kazılabilir kömürlerde kazıdan önce kazı arınının basınçlı su ile gevşetilmesi, kömürü kolay kazılabilir hale getirilebilmektedir.

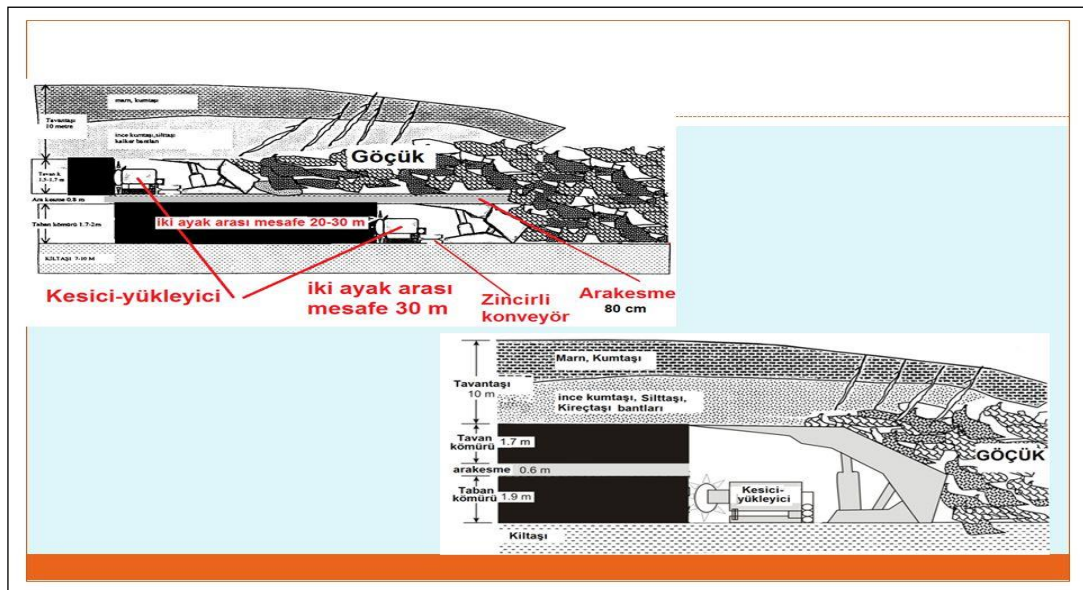
ELİ 'de kömür damarlarının kesilmesi ve mekanik saban performansı üzerine yapılan bir araştırmada; kömürün kesilebilirlik tahmininde basınç dayanımı, nokta yük indeksi, Schmidt çekici indeksi Cerchar sertlik testinin Çizelge 2.2' de görüldüğü gibi kullanılabileceği ortaya çıkmıştır (Bilgin vd., 1992). Ayrıca, kömür çok karmaşık bir malzemedir, bu nedenle herhangi bir dayanım sınıflama sistemi oluştururken, her bir uygulamanın özelliklerinin farklı olabileceği göz önüne alınmalıdır. Elde edilen bir veri grubunun genelleştirilip başka bir kömür havzası için de kullanılması durumunda dikkatli olunması gerekmektedir (Tatar ve Özfirat, 2016).

Çizelge 2.2. Sabanın kazı performansının tahmini için ELİ 'de yapılan kömür damarları dayanım sınıflaması) (Bilgin vd., 1992)

Dayanım Özellikleri	Kolay Kesilebilir	Kesilebilir	Zor Kesilebilir	Çok Zor Kesilebilir
Basınç Dayanımı (MPa)	< 12,0	12,0-17,0	17,0-25,0	> 25,0
Nokta Yük Dayanımı (MPa)	< 0,35	0,35-0,45	0,46-0,11	> 0,11
Cerchar Sertliği (Dakika)	< 15,0	15,0-21,0	21,0-54,0	> 54,0
Koni Delici Sertliği (Iw)	< 1,5	1,5-1,8	1,8-2,6	> 2,6
Schmidt Çekici (N Tipi)	< 27,0	20,0-27,0	27,0-42,0	> 42,0
Darbe Dayanım Sayısı	< 45,0	45,0-58,0	58,0-72,0	> 72,0

2.4.5. Arakesme varlığı

Kömür damarının çeşitli yerlerinde zaman zaman kazı aynasında karşılaşılan kömür olmayan (kil veya taş gibi) formasyonlar, kazı mukavemeti ve kalınlığı az ise mekanizasyonu büyük ölçüde etkilemez. Kalın, kazı mukavemeti yüksek ve çatlaksız arakesmeler kazı hızını ve randımanını düşürürler. Yürüyüş aksamını olumsuz etkileyerek, kesici-kazıcı uçların aşınmasına ve elektrik motorlarının aşırı yüklenmesine neden olurlar. Bu gibi nedenlerle arakesmeli damar yapısı mekanize kazı için dikkate alınması gereklidir. Park Teknik İşletmeleri'nde arakesmelerin kalın olduğu kesimlerde tavan-taban ayak çalışılması, arakesme kalınlığının azaldığı bölgelerde ise sadece taban ayak uygulaması örnek olarak verilebilir (Şekil 2.3) (Tatar ve Özfirat, 2016).



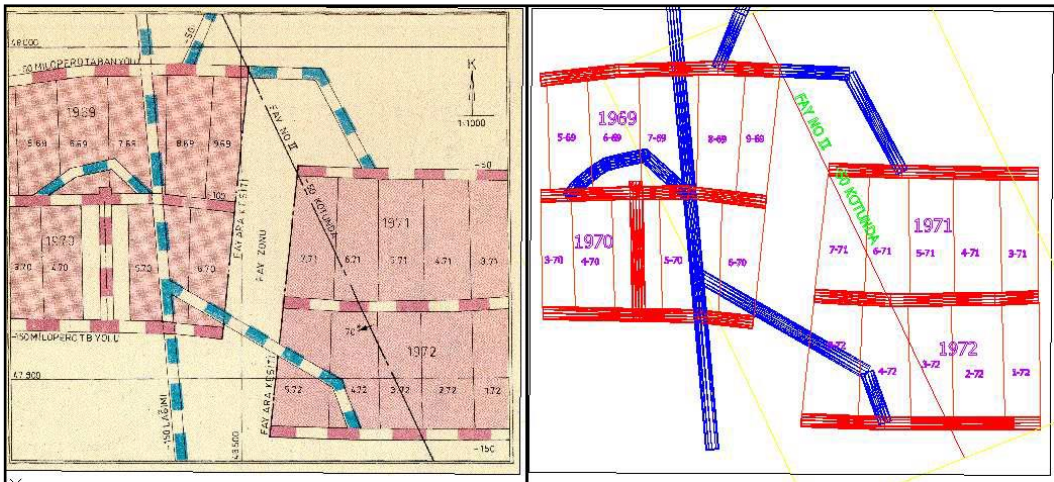
Şekil 2.3. Arakesmenin mekanizasyona ve yöntem seçimine etkisi

2.4.6. Parça büyüklüğü

Mekanizasyonda büyük parça kömür üretimi azalmıştır. Özellikle kesici-yükleyici kazı sisteminde kömürde parçalanma çok fazladır. Üretim briketlenecek veya termik santrale verilecekse, parçalanma avantajdır. Aksi takdirde parça büyüklüğüne göre piyasaya verilecekse, parçalanma olumsuz bir etken olmaktadır. Kazı makinasının hareket hızı, kesme hızı, kesme derinliği gibi etkenler de parça büyüklüğünü etkilemekte olup, Sabanlı kazıda parça büyüklüğü, kesici-yükleyicilerden daha fazla olmaktadır (Tatar ve Özfırat, 2016).

2.4.7. Jeolojik arızalar fay ve süreksizlikler

Mekanizasyon uygulanacak panoda jeolojik arızalar pek istenmez. Özellikle kazı arınına dik veya dike yakın fayların geçilmesi çok zordur. Çünkü faylı bölge boyunca üretim kayıpları, kesici-kazıcı uçlarda aşınmalar, elektrik yükünde aşırı gerilimler gibi problemler devam edecektir. Arına paralel veya hafif diyagonal küçük atımlı (1-2 metre) faylar, bazı özel uygulamalı yöntemlerle geçilebilir. Kömürdeki iniş-çıkışlar da (ondülasyonlar), mekanizasyon için olumsuzluktur. Özellikle çekme aracı (zincir veya halat) boşlukta hareket eden sabanlarda, birtakım güçlükler ortaya çıkarır. Arızalı durumlara, kesici-yükleyici makinalar ve hareket zinciri kanal içerisinde olan saban tipleri daha kolay uyum sağlar. Üretim panosunda karşılaşılabilecek olumsuzlukları önceden bilerek gerekli önlemlerin zamanında alınması açısından “geri dönüşlü ayak” uygulaması mekanizasyon için daha uygundur. Şekil 2.4 de arına paralel konumlu normal fay atımlı pano planı ve şekil 2.5 de arında fay yüzey örneği yer almaktadır (Tatar ve Özfırat, 2016).



Şekil 2.4. Kazı arınına dik veya dike yakın normal fay hattı (Kuşçu Ş., Şahin H., Akçın H, 2005)



Şekil 2.5. Fay hatlarının kazı arınınına göre konumunun önemine görsel fotoğraf
(https://tr.wikipedia.org/wiki/Uzunayak_madenciligi)

2.4.8. İşletme yöntemi kazı yönü ve ayak uzunluğu

Panoda kömür damar eğimine dik, eğim yönünde, geri dönüşlü veya ilerletimli olarak üretim organizasyonu önemli etkindir. Geri dönüşlü çalışmanın faydaları;

- ✓ Tavan ve taban yolları damar içinde açıldığından, damar yataklanmasındaki fay atımları ve süreksizlik arızaları önceden tespit edilmiş olmaktadır.
- ✓ Tavan ve taban yollarındaki tahkimatlar, üretim yapıldıkça sökülebilir. Böylece tahkimat, üretim sırasında oluşan ek basınçların etkisinde daha az kalmış olur.
- ✓ Ayak üretim hızı, taban yollarının önden açma hızına bağlı değildir.
- ✓ Hazırlık işleri, üretimden tamamen bağımsız olarak yürütülebilir. Üretim hızına bağlı kalmaksızın mekanizasyon uygulanarak, daha kısa zamanda, ucuz ve yüksek randımanla hazırlık işleri yapılabilir.
- ✓ Havalandırma ve emniyet açısından da geri dönüşlü çalışma faydalıdır.

Ayak içi konveyör zincirinin ve kazı makinasını hareket ettiren zincir veya halatın kopma mukavemetleri, ayak uzunluğunun seçiminde önemli etkindir. Dolayısıyla konveyör paletlerinin ve kazı aracının hareketi için gerekli gücü sağlayabilecek güçlü motorlara ihtiyaç vardır. Günümüzde kazı aracını hareket ettirmek için zincir veya halat kullanılmaması yönünde bir gelişme vardır.

Damar kalınlığının da ayak uzunluğunun seçiminde etkisi vardır. Pano uzun ayak üretim planlaması yeraltında oluşturulan ana veya ara kat hazırlıklarının durumuna göre belirlenmektedir. Ayak uzunluğu kısaltıldıkça ekonomik olarak üretim yapabilmek için, üretim hızının artması gerekecektir. İşletme şartlarında teknik olarak uzun ayak uzunluğu

için optimum ayak boyu mesafesi belirlenmelidir. Ekonomik olarak en uygun ayak uzunluğu, nakliyat araçlarının boyu ve kapasitesine, kazı makinesi teknik özelliğine, iş organizasyonuna ve her işletmenin özel şartlarına bağlıdır. Genel olarak 200 m ile 300 m arası mekanize kazı için uygun ayak uzunluğudur (Tatar ve Özfirat, 2016).

2.4.9. Ayak tahkimat sistemi

Üretimde mekanizasyonun uygulanabilmesi için ayak arının da direksiz bir cephenin oluşturulması gerekir. Direksiz cephenin sağlanabileceği uygun tahkimat seçimi yapılmalıdır. Seçim yapılırken üretim yapılan panonun tavan ve taban şartları dikkate alınmalıdır. Yarı-mekanize ve mekanize kazıda genellikle hidrolik direk+çelik sarma veya kirişli-zincirli bağlantılı yürüyen yarı mekanize hidrolik tahkimat sistemi tahkimat uygulaması olarak yapılabilmektedir. Günümüzde, bütün şartlar elverişli ise üretim hızının yüksek olduğu tam-mekanize üretimde, kesici-yükleyici tamburlu tam mekanize yürüyen tahkimat sistemi uygulanmaktadır (Tatar ve Özfirat, 2016).

2.4.10. Dolgulu (ramble) ve göçertmeli çalışma yöntemi

Kazı mekanizasyonu için tavan kontrolü ve emniyeti önemlidir. Üretim anında tavan kontrolü ve emniyeti sağlanabiliyorsa göçertmeli çalışma daha iyidir. Çünkü dolgulu çalışmada oluşan malzeme ve işçilik giderleri olmadığı gibi, üretim hızı dolgu ilerleme hızına bağlı değildir. Ancak yeryüzünde yerleşim alanlarının olması, damar kalınlığı, damar eğimi, üretim panosunu su basma tehlikesi, ocak yangını tehlikesi, tavan kontrolünün zorluğu gibi nedenlerle göçertmeli sistemle çalışma olanağı yoksa dolgulu sistemle çalışmak gerekecektir (Tatar ve Özfirat, 2016).

2.4.11. Toz gürültü ve meslek hastalıkları

Üretim için uygulanan mekanizasyon işlemlerinin hemen hepsi toz oluşturur. Delme, kesme, kırma, öğütme, patlatma, yükleme ve boşaltma, toz oluşturan işlemlerin başlıcalarıdır. Kesici-yükleyici makinalarda, kesici kısımların yüksek hızla dönerek kazı yapması, çok miktarda toz oluşumuna neden olur. Nakliye araçlarına boşaltma-yükleme işlemlerinde de toz oluşur. Damar içinde arakesme varsa, galeri sürme sırasında insan sağlığına zararlı olan taş tozu oluşur. Kazı makinalarının kesici uçlarının olduğu yere yerleştirilen su püskürtme fisketelerinden püskürtülen su, tozu çöktürerek kontrol altına alınabilmektedir. Diğer bir mücadele yöntemi ise kazı arınına basınçlı su enjeksiyonudur. Bu işlem tozun oluşumunu azalttığı gibi, kazı kolaylığı sağlayacaktır. Günümüzde

mekanizasyonla oluşan gürültü de işçiler üzerinde çeşitli fizyolojik olumsuzluklar yapmaktadır. ISO 1999 standardına göre 90 dB (A) gürültü şiddetinin 8 saatlik bir çalışma süresinde normal bir kulakta işitme sağlığını olumsuz etkilemeyeceği belirtilmiştir. Gürültülü birimlerde çalışan işçilere kulak tıkacı veya kulaklık verilmesi gerekir. Meslek hastalıklarının erken tespiti için her yıl, 6 ayda bir periyodik olarak işçi sağlığı kontrolleri yaptırılarak takip edilmelidir (Tatar ve Özfırat, 2016).

2.4.12. Nakliye araçları seçimi

Mekanizasyonla yapılan verimli üretime bağlı olarak, uygun nakliye aracı seçimi yapılmalıdır. Nakliyat araçları seçiminde temel amaç yüksek kapasitede üretilen kömürün kesintisiz ve süreksiz olarak ayak içinden taban yollarına, taban yollarından ana nakliyat yollarına ve nihayet yerüstüne çıkarılmasıdır. Günümüzde kazı araçlarındaki gelişmeler, nakliye aracının kazı aracına kızaklık yapması yönündedir. Üretimdeki mekanizasyona bağlı olarak kazı aracının kapasitesine göre ayak içinde, taban yollarında ve galerilerde uygun nakliyat sistemi ve araçları seçilir. Gelişme, üretim ayağında ve taban yollarında zincirli konveyör üniteleri, ana nakliyat ve desandrelerde sürekli nakliyat aracı olan lastik band konveyörlerin etkin kullanılması yönündedir (Tatar ve Özfırat, 2016).

2.4.13. Enerji ihtiyacı

Mekanizasyonla birlikte güçlü elektrikli motorların kullanılması zorunludur. Ocak içerisinde kullanılan elektrik voltajı yükseldikçe, kullanılacak motorun hacmi küçülecektir. Yeraltı madenciliğinde 550 veya 1100 voltluk elektrik enerjisi kullanımı yaygınlaşmaktadır. Yeraltında mekanizasyona geçilmeden önce kullanılması planlanan mekanize ekipmanların gücü ve kapasitesine göre gerekli elektrik enerjisi trafo ve iletim nakil hatları tespit edilerek, temini için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Güç ve kapasite artışı durumunda ortaya çıkacak maliyetlerde artış olacaktır (Tatar ve Özfırat, 2016).

2.4.14. Cevher hazırlama ve yıkama tesisine etkileri

Mekanizasyonla birlikte üretilen cevherin parça büyüklüğü küçülür. Cevher hazırlama ve yıkama tesislerindeki kayıplar artar. Mekanizasyon sonucu üretilen ince kömürün etkin olarak kullanılabileceği sanayi kuruluşlarının sevkiyat maliyeti açısından üretim birimine yakın olması gerekir. Tozu bastırmak veya kazı kolaylığı sağlamak üzere kullanılan suyun yıkama tesisi üzerindeki olumsuzlukları göz ardı edilmemelidir (Tatar ve Özfırat, 2016).

2.4.15. Maden yatağının rezerv miktarı

Üretilcek cevherin uygun kimyasal veya tenör özellikleri yanında, yan kayaç özellikleri vd. ön koşul gerekliliği kadar; maden mekanizasyonu uygulanacak saha, ocak ya da işletmedeki rezerv miktarı çok önemli bir unsur olarak görülmektedir.

Zira yapılacak tam veya yarı mekanizasyon sistemi yatırım miktarı; klasik sistem ile çalışılan ocaklara göre mevcut piyasa koşullarında asgari 10-15 kat daha fazla finansman temini gerektirmektedir. Bu ölçekte yapılacak mekanizasyon sistemi seçiminde yatırımının kendini amorti edip kara geçmesi için üretim ve rezerv miktarı doğrudan ilişkili olup, üretim miktarı kapasitesi ve rezerv miktarı çok önemli etkindir.

Tam mekanize sistem için; günlük 10.000 ton, aylık 250.000 ton ve yıllık 3.000.000 ton üretim yapılmasını, yarı mekanize sistem için; günlük 500-1.000 ton, aylık 10.000-25.000 ton ve yıllık 100.000-300.000 ton üretim kapasitesi asgari gerekmektedir. Öngörülen üretim miktarlarının bugün için ülkemizin Manisa-Soma, Kütahya-Tunçbilek, Amasya-Suluova, Edirne-Uzunköprü havzalarındaki yarı ve tam mekanize uygulayan ocaklarda yapılabildiği görülmektedir. Klasik tip çalışan orta ölçekli bir işletmenin üretim kapasitesi günlük 150-300 ton, aylık 5.000-10.000 ton, yıllık 60.000-120.000 ton civarındadır. Üretim kapasitelerinden hareketle; rezerv miktarının klasik tip çalışan ocak için asgari 1 milyon ton, yarı mekanize için 5 milyon ton ve tam mekanize için 50 milyon ton olması yapılan yatırımın geri dönüşü süresi ve karı için ön görülmektedir.

Asgari rezerv miktarına göre; yarı mekanize sistem yatırımı için, tam mekanize sisteme göre 5-10 kat, klasik tip ocak için 50 kat, hidrolik direk+çelik sarma sistemi yatırımı için tam mekanize sistemine göre 20 kat daha az üretimi gerekli kıldığından maden kömür rezerv miktarının ekonomik işletmecilik açısından, üretim yönteminin seçimi ve uygulamasıyla doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

2.4.16. Üretim panosu boyutları (damar kalınlığı, pano ve ayak boyu)

Mekanizasyon uygulaması için üretim yapılacak panolarda sisteme ait kazı ve tahkimat unsurlarının kurulumu tam mekanize için asgari 2 ay, yarı mekanize için 1-ay ve hidrolik direk+çelik sarma için 15-günlük süre mekanize çalışan ocaklardaki uygulamalardan görülmektedir. Sistemin ilk kurulumu sonrası üretim yapılmakta olan pano ayağındaki üretim sona ermeden diğer bir panonun üretime hazırlanması gerekmektedir. Bu durumda kesintisiz olarak tam mekanize üretim için asgari biri üretim diğeri hazırlık olmak üzere iki üretim panosu mekanize sistem ünite ekipmanına ihtiyaç duyulacağı aşîkârdır. Kurulum ve üretim sürecindeki geçen zaman ve mekanizasyon

sistemlerinin yüksek maliyetleri dikkate alındığında pano ve ayak boyu mesafelerinin mekanize kazı yönteminin seçimini doğrudan etkileyen unsur olduğu, bu mesafelerin uygulanabileceği jeolojik ve maden yatağı özelliklerini gerekli kılmaktadır. Zira kurulan mekanize sistemin amacı; asgari 6 ay ile 1 yıl kesintisiz çalışmasını gerekli kılmaktadır.

Buna göre tam mekanize üretim için ayak boyu 200 m, pano boyu 1.000 m, Yarı mekanize üretim için asgari ayak boyu 100 m, pano boyu 500 m ve hidrolik direk+çelik sarma üretim için asgari ayak boyu 80 m, pano boyu 250 m olması, klasik tip çalışan ocak için ayak boyu 80 m, pano boyu 100 m olması asgari gerekli şart olarak öngörülmektedir.

Tam mekanize tahkimat sisteminin yeraltına taşınması, yeraltında nakledilmesi kurulum süresi ve üretime başlaması ortalama 2 aylık süreyi, yarı mekanize tahkimat sisteminin kurulum süresi için aynı durumun ortalama 1-ay gibi süre aldığı bilindiğine göre yılın geri kalan 8-10 ayında kesintisiz olarak çalışabilmeleri planlanan üretim hedefini yakalayabilmeleri için pano boyutlarına uygun taban yolları ve ayak boyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun sağlanmadığı ocak ya da panolarda mekanize sistem kurmak ekonomik olarak amacına ulaşamayacaktır.

Damar kalınlığının mekanize üretime etkisinde; kalınlığın artması üretim kapasite artışına doğrudan olumlu etkisi beklenmektedir. Başka bir ifade ile diğer koşullardan bağımsız düşünüldüğünde olumsuz etkisi yok denebilir. Manisa-soma havzasında tam ve yarı mekanize sistemle çalışan ocaklarda normal ayak arının da damar yüksekliğinde 1-havelik ilerleme sonrası yapılan üretim sonrası, ayak arkasından üstte bırakılan tavan kömürünün arka kapak açılarak arına göre 5-10 katı fazla üretim miktarlarının yapıldığı katlı çalışmalarda damar kalınlığından faydalanılmaktadır. Lakin bu çalışmalarında üretim kayıplarının %50 kadar çıktığı, ayak arkasında kalan kömürün yangın riskini barındırdığı, yangın için üst düzey önlemleri gerekli kıldığı gerçeği 13 Mayıs 2014 de yaşanan ve 301 madencinin ölümüyle sonuçlanan Soma maden kazası acı tecrübe ile göstermiştir. Damar kalınlığının katlı çalışmaya uygun olduğu kömür damarlarında, tavan şartları dikkate alınarak, mutlaka suni portatif tavan oluşturularak, tavan taşının kömüre karışmadığı, kömürün temiz ve tamamına yakınının üretildiği yöntemlere göre tasarımı yapmak esastır. Zira kömür tüketildikçe biten, oluşumu için milyonlarca yıl zaman gerektiren kıymetli bir varlıktır. Dahası yeraltında yangınla en iyi mücadele metodu, yanması için kömür bırakmamak tamamını üretmektir.

Damar kalınlığının azalması mekanize kazıyı sınırlandıran etkenlerden olup, daha ziyade 1,50 m altındaki damarlar için olumsuz etkisi görülmektedir. Bununla birlikte bazı özel tasarım uygulamaların 1,00-1,50 m arasındaki kömür damarları için geliştirilmiş

veya modifiye edilmiş yerli tasarımları yer almaktadır. Bu konuda Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Mekanizasyon ABD başkanlığını yürüten Prof. Dr. Niyazi BİLİM hocanın öncülüğünde İnce Damar Kömür Kazı Makinesi Prototip Tasarımı ve Üretimi projesi örnek olarak verilebilmektedir.

2.4.17. Mekanizasyon için gerekli yatırım veya finansman

Mekanize sistemlerin uygulanabilmesi için yeterli ve ön koşulları sağlayan kömür damarının yapısal jeolojisi vd. şartların yanında bu sistemin satın alınabilmesi için önemli oranda finansmana ihtiyaç duyulmaktadır. Orta ölçekte 500 ton/gün üretim yapan klasik yöntemle çalışan bir işletme ile kıyaslama yapılırsa asgari ilk yatırım maliyeti asgari 10-15 kat daha fazla olması öngörülmektedir.

2.4.18. Mekanizasyon uygulanacak damarda kömürün metan gazı desorpsiyonu

Kömür damarında yer alan metan gazının içeriğinin havalandırma sistemi ile deşarj edilmesi ve çalışma ortamında emniyetli oranlarda tutulması iş güvenliği açısından zaruridir. Klasik tip çalışan ocaklar ile yarı ve tam mekanize çalışan kömür ocaklarında artan üretime bağlı olarak ortaya çıkan serbest metan gazı miktarı önemli oranda artış yönünde değişkenlikler göstermesi kaçınılmazdır. Bu bakımdan ocak ana havalandırma aspiratör sistemi ekipmanlarının seçimi ve kapasitesi ortaya çıkan metan gazı ve diğer unsurları karşılayabilecek kapasitede olmalıdır. Bunu sağlayabilmenin en kestirme yolu hava dönüş yolu kesitlerinin ve hava hızının artırılması şeklinde yapılabilmektedir. Hava hızının 8 m/sn ile sınırlandırılması maden mevzuatıyla kesin hükme bağlandığına göre, geriye kesitlerin ne kadar büyütülebilmesi en önemli soru ya da sorun olarak kalacaktır. Dolayısıyla tam ya da yarı mekanizasyon uygulaması için çalışılan kömür damarının metan gazı içeriği göz önüne alınması gereken önemli parametrelerdendir.

Mekanize kazıda metan gazının yüksek içerikli olduğu damarlarda kömür tane boyutu ve serbest yüzey fazla oluşması beklendiğinden ocak ortamına yayılan metan gazı miktarında artış beklenmektedir. Bu durumda ocak havasındaki metan miktarı izin verilebilir limitleri aştığı durumlarda otomatik sensör algılayıcıları elektrikli kazı sistemini otomatik durdurma yaparak üretimin durmasını, ocak havasındaki metan miktarının düşmesini beklemektedir. Buda üretimi sınırlayan başka bir etken olarak karşılaşılan durumdur. Örneğin 18 Ekim 2022 tarihinde yaşanan TTK Amasra Müessesesi Kömür İşletmesindeki maden kazası tamda uzun yıllar klasik yöntemde

çalışırken mekanize kazı üretim yöntemine geçiş sürecinde yaşanması bu konunun önemini ortaya koymaktadır.

2.4.19. Mekanize kazı için kömür damarının kendiliğinden yanma parametreleri

Mekanize sistem üniteleri yüksek maliyetli ekipmanlar olup, çalışma yapılması planlanan kömür damarının hava ile temasından sonra kendiliğinden kızışarak yanması veya kömür damarının kendiliğinden yanma parametreleri, olası ocak yangınlarına karşı mücadelede alınabilecek önlemlerinde göz önünde tutularak mekanizasyon uygulamasının kurulup kurulmaması kararını etkileyen önemli kriterler arasındadır. Zira tüm sistemin kurulup çalışmaya başlanmasından sonra çıkabilecek bir ocak yangını sonrası tüm iş güvenliği risklerinin yanında, üretim kaybı ve yüksek maliyetlerle satın alınan mekanize sistemin yangınlı pano içinde hapsedilmesi söz konusudur.

2.4.20. Mekanizasyon uygulaması için eğitimli ve nitelikli personel ihtiyacı

Klasik tip üretim yöntemi ile madencilik çalışmaları ülkemizde 1850'den sonra Zonguldak Ereğli kömür havzasında başlanmış olup, ilk işletmecilik yıllarında Alman ve Fransızların öncülüğünde başlanmıştır. Tabiatıyla ilk çalışan idari ve teknik kadrolar ile çalışanların büyük çoğunluğu yine yabancılardan müteşekkildir. Daha sonraki yıllarda ve cumhuriyetin ilanından sonra Ereğli kömür işletmeleri adıyla kamulaştırma yapılarak taş kömürü işletmeciliği Ereğli Kömür İşletmeleri (EKİ) ismiyle devlet eliyle yapılmaya başlanmıştır. Devlet eliyle işletme yapılmasından sonra yerli ve milli kaynaklar ile bölge insanının çalıştırılması yoluna gidilmiştir. O tarihlerde yeraltı ve kömür madenciliğinin neredeyse hiç bilinmemesi ve zor çalışma şartları çok dramatik sosyal durumları ortaya çıkardığı halen hafızalarda yer almaktadır. Havza-i Fahmiye diye kanun çıkarılan Zonguldak taş kömürü bölgesinde bazı iyileştirmeler ve askerlik çağındaki erkeklerin 1940'lı yıllarda askerlik hizmetini ocaklarda zorunlu çalışmayı gerekli kılan "mükellefiyet" diye bilinen askerlikten sayılma gibi bazı teşviklerle bölge insanın madencilğe uyumu sağlanmıştır. Hatta komşu illerden ve doğu, iç Anadolu ve özellikle doğu Karadeniz illerinden büyük sosyal göçlerin olmasına neden olmuştur. 1975-80 yıllarda Zonguldak havzası kömür ocaklarında 40.000 işçinin çalıştığı ve Zonguldak ili merkez nüfusunun 150.000 aştığı bilinmektedir.

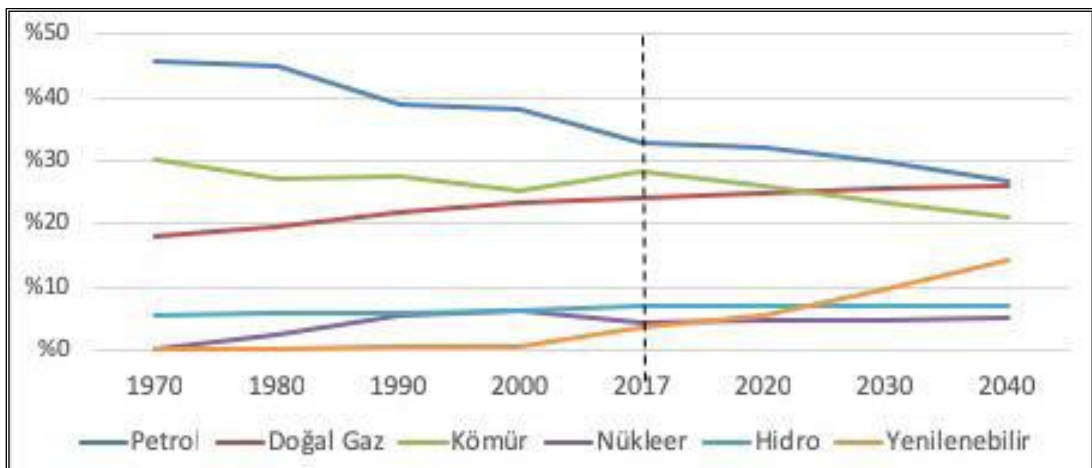
Ne var ki mekanizasyon sistemi çalışan sayısını önemli ölçüde azaltırken, bu sistemde görevlendirilecek çalışanların eğitimli ve nitelikli insan olmasını gerekli kılmaktadır. Mekanize ocaklarda çalışanların büyük çoğunluğu eğitimli, kalifiye olması,

başta maden, mekanik, elektrik-elektronik, makine, inşaat, iş güvenliği gibi farklı disiplinlerin bir arada koordineli yönetim organizasyonu ile çalıştırılması zorunludur.

2.5. Dünyada ve Türkiye de Enerji Üretiminde Kömürün Yeri ve Önemi

Kömür ve maden yatakları milyonlarca yılda oluşan, tüketildiğinde kısa zamanda tekrar yerine konulamayan tabii kaynaklardır. Türkiye 1,52 milyar ton taşkömürü 19,32 milyar ton linyit ve asfaltit olmak üzere toplam 20,84 milyar ton kömür rezervine sahiptir. Ülkemizde 2022 yılı içinde 105,37 milyon ton tüvanan kömür üretilmiş, 119,80 milyon ton kömür tüketilmiştir. Yerli kömür kaynakların yaklaşık %11 pay aldığı termik santral kurulu gücümüz, toplam kurulu gücün %21'ini oluşturmaktadır. Enerji temininde %75 oranında yurtdışına bağımlı olan ülkemiz, enerji hammaddeleri ithalatına yıllık ortalama 45 milyar dolar ödemektedir. Bu durum, dış ödemeler dengesinde ülkemize büyük bir ekonomik yük getirmektedir (Delibalta, 2024).

Toplumların sosyo-ekonomik gelişim sürecinde önemli unsurlardan biri de sürdürülebilir enerji ve tabii kaynaklara sahip olmalarıdır. Son yıllarda enerji arz güvenliğini temin etmek maksadıyla ülkelerin alternatif kaynaklara yönelmesi özellikle dünyada çok yaygın bulunan kömür rezervlerine ilgiyi arttırmaktadır (Delibalta, 2024). Tüm dünya ülkeleri enerji talebinin yaklaşık %80'i petrol, doğal gaz ve kömürden, %15'i yenilenebilir, %5'i de nükleer ve diğer kaynaklardan karşılanmaktadır. Aşağıdaki şekil 2.6 de dünya enerji talebinin yıllara göre dağılım oranları verilmektedir (Delibalta, 2024).

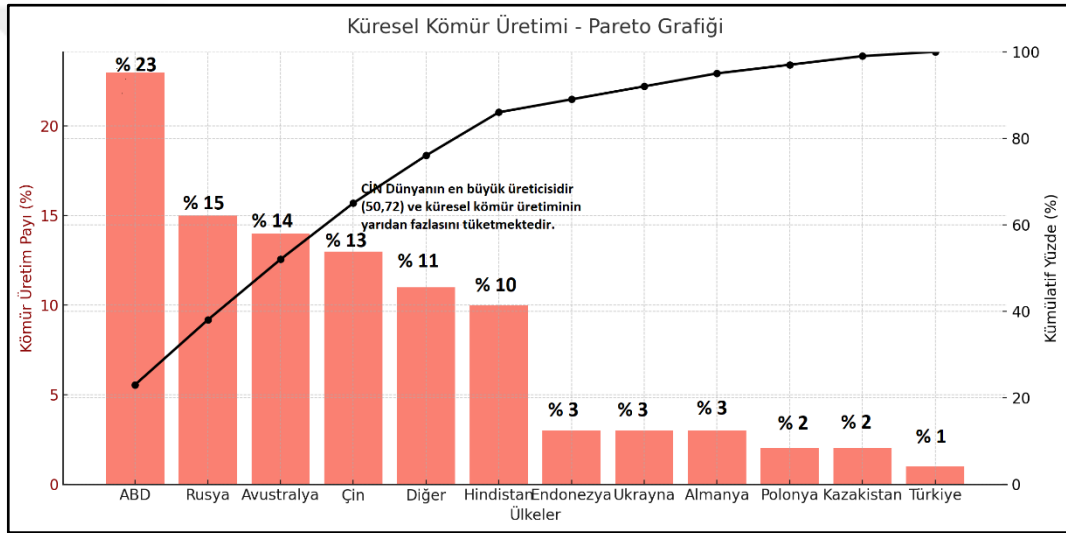


Şekil 2.6. Global enerji talebinin kaynaklara ve yıllara göre % dağılım oranları

2.6. Dünyada Kömür Üretimi Yapılmakta Olan Ülkeler ve Rezervleri

Petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların tersine, kömüre yerkürenin neredeyse her yerinde rastlanmaktadır. Rezerv miktarı açısından bakıldığında dünya kömür rezervlerinin büyük bir bölümü kuzey yarım küre üzerinde bulunmaktadır. Özellikle ABD, Rusya Federasyonu, Çin, Doğu ve Batı Avrupa ülkeleri büyük kömür rezervlerine sahiptir. Şekil 2.7 de dünya kömür rezervleri yüzdesel dağılımı verilmiştir.

Dünya kanıtlanmış işletilebilir kömür rezervi toplam 1,07 trilyon ton büyüklüğündedir. Bunun 749 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömür, 321 milyar tonu alt bitümlü kömür ve linyit kategorisindedir (Dinlen, 2024).



Şekil 2.7. Dünya Kömür Rezervleri Yüzdesel Dağılımı (Bp, 2024)

Dünya kömür rezervleri birçok ülkeye yayılsa da önemli rezervler belli ülkelerde yoğunlaşmıştır. ABD, Rusya, Avustralya ve Çin dünya rezervinin 2/3 üne sahiptir. BP tarafından 2020 yılında yapılan çalışmaya göre 80 civarında ülkede dünya kömür rezervlerinin en büyük kısmı (249,5 milyar ton) ABD de yer almaktadır. ABD'yi 162,17 milyar ton ile Rusya Federasyonu ve 149,08 milyar ton ile Avustralya izlemektedir. Diğer kömür zengini ülkeler arasında; Çin (141,6 milyar ton), Hindistan (105,9 milyar ton), Endonezya (39,9 milyar ton), Almanya (35,9 milyar ton), Ukrayna (34,4 milyar ton) ve Kazakistan (25,6 milyar ton) bulunmaktadır (Dinlen, 2024).

2.7. Dünyada Kömür Üretimi

Dünya kömür üretimi 2023 yılında 8,9 Milyar ton olarak gerçekleşmiştir. Çin, 1990 yılından beri dünya kömür üretiminin yaklaşık %50'sini yapmakta olup üretim miktarı 2023 yılında yaklaşık %53'e ulaşmıştır. Dünya kömür üretim dağılımı çizelge 2.3 de tablo halinde verilmektedir (Dinlen, 2024).

Çizelge 2.3. Dünyada ve Türkiye de kömür üretimi miktarları dağılımı (Dinlen, 2024)

KÖMÜR ÜRETİMİ YAPAN ÜLKELER	ÜRETİM MİKTARI (MİLYON TON)
ÇİN	4.705
HİNDİSTAN	1.045
ENDONEZYA	752
ABD	528
AVUSTRALYA	439
RUSYA	429
GÜNEY AFRİKA	222
KAZAKİSTAN	109
TÜRKİYE	83
DİĞER	588
TOPLAM	8.900

2.8. Türkiye de Kömür Üretimi

Ülkemizde kamu ve özel sektör dâhil olmak üzere 2023 yılında toplamda **83.329.165 ton** kömür (asfaltit, bitümlü şist, linyit ve taşkömürü) üretimi yapılmıştır. Ülkemizdeki 2019 ile 2023 yılları arasındaki kömür üretim miktarları çizelge 2.4. de tablo halinde verilmektedir.

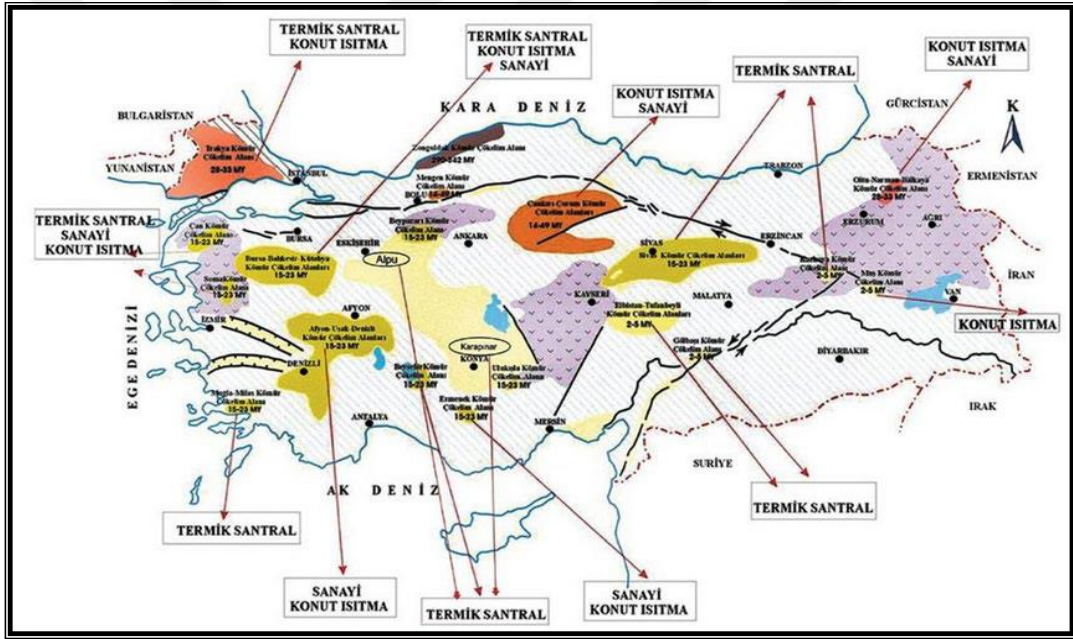
Çizelge 2.4. Türkiye de 2019-2023 yıllarına ait kömür üretim miktarları (MTA, 2024)

MTA-MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ							
TÜRKİYE KÖMÜR ÜRETİM MİKTARLARI TABLOSU 2019-2023 YILLARI (TON)							
SIRA NO	MADEN ADI KÖMÜR CİNSİ	KURUMLAR ÖZEL VE KAMU	2019 YILI	2020 YILI	2021 YILI	2022 YILI	2023 YILI
1	ASFALTİT		2.187.974	2.444.416	1.552.566	1.499.605	1.290.309
2	BİTÜMLÜ ŞİST		385.165	86.837		181.625	46.134
3	LİNYİT KÖMÜRÜ	EÜAŞ	20.137.855	15.419.856	19.249.189	23.982.157	9.464.867
4		TKİ	28.629.988	29.569.004	32.419.401	28.882.230	19.057.607
5		DİĞER KAMU *	120.722	1.574.208	326.889	303.617	226.517
6		ÖZEL SEKTÖR	44.104.896	38.248.452	38.784.557	48.929.450	51.730.001
7		TOPLAMI	92.993.461	84.811.520	90.780.036	102.097.454	80.478.992
8	TAŞ KÖMÜRÜ	TTK + RÖD.	1.805.118	1.613.624	1.726.109	1.794.712	1.423.726
	GENEL TOPLAM		97.371.718	88.956.397	94.058.711	105.573.396	83.239.161

Dipnot (*) : İl özel idareleri ve benzerleri diğer kamu başlığı altında verilmiştir.

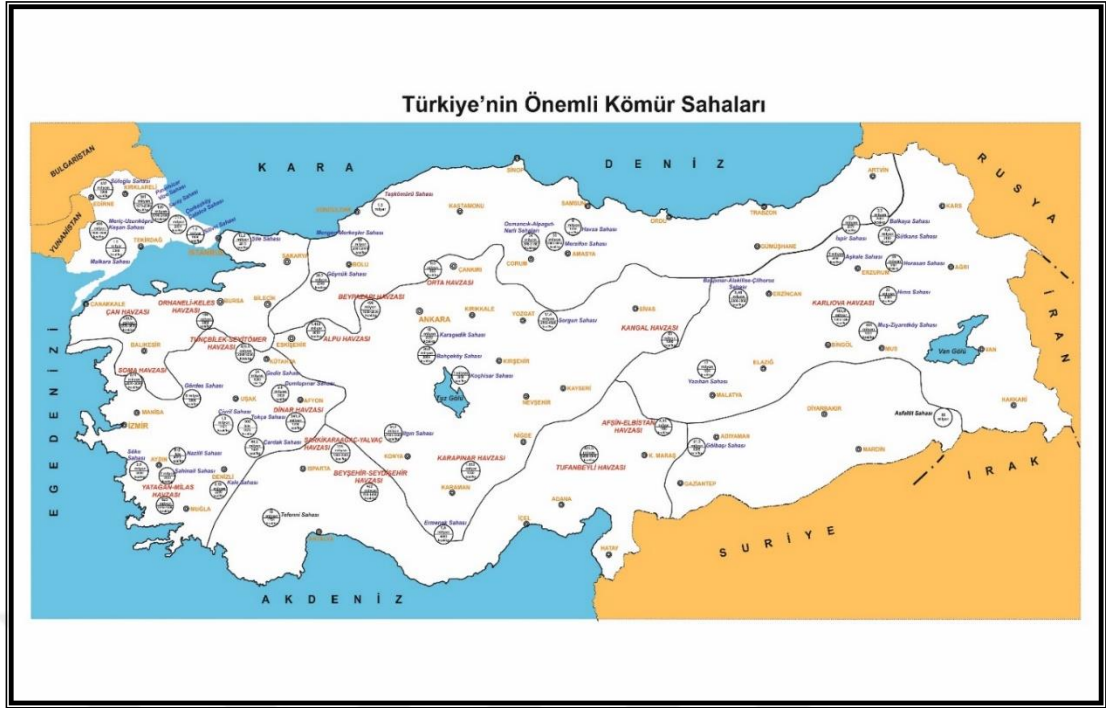
2.9. Türkiye’deki Linyit Kömür Üretim Sahaları ve Rezervleri

Ülkemiz kömür kaynağı ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe (antrasit) ise alt düzeyde değerlendirilmektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen rezerv güncelleme ve arama sondaj çalışmaları ile ülkemizin 19,32 milyar ton linyit ve asfaltit (%92,7) ile 1,52 milyar ton taş kömürüyle (%7,3) birlikte toplam kömür kaynağı yaklaşık 20,84 milyar ton olmuştur. Toplam dünya linyit kaynağının %8,7 si, linyit ve alt bitümlü kömür kaynağının yaklaşık %3,6’sı ve antrasit dâhil toplam dünya kömür kaynağının yaklaşık %2,1 i ülkemizde bulunmaktadır. Bazı yabancı kaynaklarda bu rakam %1 olarak verilmektedir (Dinlen, 2024). Ülkemizde önemli kömür sahaları ve potansiyel kullanım alanları Şekil 2.8. de verilmiştir.



Şekil 2.8. Ülkemizde Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları (MTA, 2024)

Linyite ülkemizin birçok yerinde rastlanmaktadır. Ülkemizin önemli havzaları ve sahaları aşağıdaki Şekil 2.9 da gösterilmektedir. Linyit kaynağımızın ısı değerleri 1.000 kcal/kg ile 4.200 kcal/kg arasında değişkenlik göstermekle birlikte yaklaşık %79 unun alt ısı değeri 2.500 kcal/kg'ın altındadır. Linyit kaynaklarımızın ısı değerlerine göre yüzdesel dağılımı çizelge 2.5 de verilmiştir. Ülkemizde; 2022 yılı itibariyle 1 adet asfaltit, 46 adet linyit, 4 adet taş kömürü ve 16 adet ithal kömürle çalışan olmak üzere toplam 67 adet kömürle çalışan elektrik üretim santrali bulunmaktadır (Dinlen, 2024).



Şekil 2.9. Ülkemizin Önemli Linyit Havzaları ve Sahaları (Kavaz, 2019)

Çizelge 2.5. Türkiye linyit kaynaklarının ısı değerlerine göre dağılımı (MTA, 2024)

ISIL DEĞER (Kcal/kg)	Genel Linyit Kaynaklarına Göre Oranı (%)
1.000-1.150	41
1.150-1.500	22
1.500-3.000	26
3.000-4.000	4
4.000-5.000	1
DİĞER	6
TOPLAM	100

Türkiye, dünya taş kömürü rezervleri açısından oldukça fakir bir konumdadır. En önemli taşkömürü kaynağı Zonguldak havzası ve civarındadır. MTA'nın son yıllarda yapmış arama çalışmaları ile göre 736 milyon tonu görünür olmak üzere taşkömürü kaynağımız 1,52 milyar ton' dur. Havzada üretilen taşkömürü kısmen koklaşmaya elverişlidir. Taşkömürümüz alt ısı değeri 5.450-7.250 kcal/kg arasında değişmektedir.

Ülkemizde üretilen taşkömürü demir-çelik sanayinde kullanılmaktadır. Ülkemizin demir çelik üretimi kapasitesi için yeterli olamayan taşkömürü ihtiyacının yaklaşık %88'i ithal yoluyla karşılanmaktadır. Taşkömürü, madencilik sektörümüzde en çok ithal edilen ilk on maden içinde her zaman ilk sırada yer almaktadır. Ülkemiz, 2023 yılında toplam maden ithalatımız içinde 40 milyon ton ve 5,7 milyar USD değerinde taşkömürü ithal etmiştir. Ülkemizin önemli linyit sahaları ve rezervleri çizelge 2.6 da ve bitümlü şist yatakları Şekil 2.10 da verilmektedir (Dinlen, 2024).



Şekil 2.10. Türkiye bitümlü şist yatakları (MTA, 2024)

Çizelge 2.6. Türkiye kömür sahalarındaki kömür rezervleri tablosu (Dinlen, 2024-MTA)

MTA-MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ			
ÜLKEMİZİN ÖNEMLİ KÖMÜR SAHALARI VE KAYNAK MİKTARLARI			
SIRA NO	KÖMÜR SAHALARI (Kömür Havzası)	KÖMÜR Cinsi	KÖMÜR REZERVİ Miktarı (ton)
1	Afşin-Elbistan	LİNYİT	4,642,340.000
2	Afşin-Elbistan (MTA)	LİNYİT	515,000.000
3	Manisa-Soma	LİNYİT	861,450.000
4	Adana-Tufanbeyli	LİNYİT	429,549.000
5	Adıyaman-Gölbasi	LİNYİT	57,142.000
6	Bingöl-Karlıova	LİNYİT	88,884.000
7	Ankara-Beypazarı	LİNYİT	498,000.000
8	Afyon-Dinar-Dombayova	LİNYİT	941,500.000
9	Bolu-Mengen	LİNYİT	142,757.000
10	Muğla-Milas	LİNYİT	750,214.000
11	Çankırı-Orta	LİNYİT	123,165.000
12	Çanakkale-Çan	LİNYİT	92,483.000
13	Kütahya-Tunçbilek	LİNYİT	317,732.000
14	Kütahya-Seyitömer	LİNYİT	198,666.000
15	Sivas-Kangal	LİNYİT	202,607.000
16	Kütahya-Gediz	LİNYİT	23,945.000
17	Tekirdağ-Çerkezköy	LİNYİT	573,600.000
18	Tekirdağ-Malkara	LİNYİT	1,563,300.000
19	Tekirdağ-Saray	LİNYİT	141,175.000
20	Amasya-Yeniçeltekt	LİNYİT	19,791.000
21	Yozgat-Sorgun	LİNYİT	13,206.000
22	Bolu-Göynük	LİNYİT	43,454.000
23	Çorum-Dodurga	LİNYİT	38,500.000
24	Konya-Karapınar	LİNYİT	1,832,000.000
25	Konya(Beyşehir-Seydişehir)	LİNYİT	348,000.000
26	Bolu (salıp.-Merkez)	LİNYİT	98,000.000
27	İstanbul (Silivri)	LİNYİT	1,100,000.000
28	Eskişehir (Alpu)	LİNYİT	1,453,000.000
29	Eskişehir(Kayunağılı)	LİNYİT	57,430.000
30	Muş-Merkez	LİNYİT	400,000.000
31	Edirne	LİNYİT	850,000.000
32	Bursa (Keleş-Orhaneli)	LİNYİT	85,000.000
33	Balıkesir	LİNYİT	34,000.000
34	Ankara (Gölbasi)	LİNYİT	48,000.000
35	Diğerleri	LİNYİT	1,950,000.000
	Ermenek Havzası	5. Milyon ton	
	TOPLAM		20,533,890.000

2.10. Kömürün Yakın Gelecekteki Önemi ve Uluslararası Stratejiler

Kömür, Sanayi Devrimi'nden itibaren küresel ekonomik büyümenin ve sanayileşmenin temel enerji kaynağı olmuştur. Özellikle 20. yüzyıl boyunca elektrik üretiminde, çelik sanayisinde ve ısınmada kritik rol oynayan kömür, günümüzde yenilenebilir enerji teknolojilerinin hızlı yükselişi, doğal gazın esnekliği ve iklim değişikliği ile mücadele hedefleri karşısında tartışmalı bir konuma gelmiştir (IEA, 2024). Buna rağmen, kömür hâlâ küresel enerji karışımının yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır ve bazı ülkelerde enerji arz güvenliğinin temel dayanağı olmayı sürdürmektedir (World Bank, 2025).

Yakın gelecekte kömürün önemi iki temel ekseninde değerlendirilmektedir. Birincisi, **iklim değişikliğiyle mücadele** ve **karbon emisyonlarını azaltma hedefleri** çerçevesinde kömürden çıkışın hızlandırılması gerekliliği; ikincisi ise gelişmekte olan ülkelerde **enerji güvenliği, ekonomik büyüme ve istihdam** gerekçeleriyle kömürün hâlâ vazgeçilmez bir kaynak olarak görülmesidir (IPCC, 2023). Bu çelişkili dinamikler, uluslararası arenada farklı stratejilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kömürün yakın gelecekteki önemini belirleyen başlıca unsurlar arasında enerji arz güvenliği, teknolojik gelişmeler (örneğin karbon yakalama ve depolama teknolojileri), finansman politikaları, uluslararası iklim anlaşmaları ve “adil dönüşüm” yaklaşımları bulunmaktadır (Kachi, 2024). Bu tez bölümünde kömürün günümüzdeki rolü, yakın gelecekteki muhtemel gelişmeler ve uluslararası stratejiler çok boyutlu olarak ele alınacaktır.

Son yıllarda kömürün enerji sistemlerindeki rolüne ilişkin çok sayıda rapor ve akademik çalışma yayımlanmıştır. Bu literatür, genel olarak üç ana eksen üzerinde toplanmaktadır:

1-İklim Değişikliği ve Çevresel Etkiler : IPCC'nin (2023) Altıncı Değerlendirme Raporu, 1,5°C küresel ısınma sınırına uyumlu bir senaryoda kömürden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının bu on yıl içerisinde hızlı ve kapsamlı biçimde azaltılması gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Höök ve Li (2020) çalışmalarında, kömürün yüksek karbon yoğunluğunun iklim hedefleriyle bağdaşmadığını ve uzun vadeli sürdürülebilir enerji stratejilerinde kömürün sınırlı bir rol oynayabileceğini ileri sürmektedir.

2- Enerji Güvenliği ve Ekonomi : Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2024), özellikle Çin ve Hindistan gibi yükselen ekonomilerde enerji talebinin hızlı artış gösterdiğini, bu nedenle kısa vadede kömürün enerji arz güvenliği açısından stratejik bir yakıt olmaya devam edeceğini belirtmektedir. Benzer şekilde Spencer ve arkadaşları (2018), Asya'daki kömür yatırımlarının yalnızca enerji üretimi değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma ve istihdam boyutlarıyla da ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır.

3- Politika ve Finansman Stratejileri : Dünya Bankası (2025), yeni kömür santrallerine yönelik finansman kısıtlarının, enerji dönüşümünün hızını ve yönünü belirlemede kritik rol oynadığını ifade etmektedir. Kachi (2024) ise çok taraflı kalkınma bankalarının kömür finansmanını sınırlandırmasının, ülkeleri yenilenebilir enerji ve düşük karbonlu teknolojilere yönlendirmede etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Literatürde öne çıkan bir diğer tema ise “adil dönüşüm” (just transition) kavramıdır. Sovacool (2021), kömürden çıkış süreçlerinde iş gücü piyasası, bölgesel kalkınma ve sosyal adalet unsurlarının göz ardı edilmesinin, enerji dönüşümüne yönelik toplumsal desteği zayıflatabileceğini ileri sürmektedir.

Genel olarak literatür, kömürün yakın gelecekteki öneminin bölgesel olarak farklılaşacağına, gelişmiş ülkelerde hızlı bir azalma yaşanırken, gelişmekte olan ekonomilerde daha temkinli ve kademeli bir dönüşümün söz konusu olacağına işaret etmektedir.

2.10.1. Kömürün yakın gelecekteki önemi

Enerji Güvenliği : Enerji güvenliği, özellikle gelişmekte olan ülkeler için stratejik bir önceliktir. Kömür, yerli rezervleri sayesinde ithalat bağımlılığını azaltabilen ve arz sürekliliğini sağlayabilen bir kaynak olarak görülmektedir (IEA, 2024).

Kömürün enerji güvenliğine katkısı, birkaç nedenle önemlidir:

- **Stoklanabilirlik ve erişilebilirlik:** Kömür, doğal gaz veya yenilenebilir enerjiye kıyasla daha kolay stoklanabilmekte, bu da arz kesintilerine karşı tampon mekanizması oluşturmaktadır (Spencer et al., 2018).
- **Jeopolitik risklerin sınırlılığı:** Petrol ve gazda sıkça görülen jeopolitik arz kesintileri, kömür ticaretinde daha sınırlıdır (World Bank, 2025).
- **Altyapı uyumu:** Birçok ülke, mevcut elektrik üretim altyapısını kömür santralleri üzerine inşa etmiştir (IEA, 2024).

2.10.2. Ekonomik ve sosyo-kültürel boyut

Kömür sektörü, enerji kaynağı olmanın ötesinde istihdam, bölgesel kalkınma ve kamu gelirleri açısından da önemlidir. Dünya genelinde yaklaşık 6 milyon kişinin doğrudan kömür madenciliğinde çalıştığı tahmin edilmektedir (Sovacool, 2021).

- **İstihdam:** Özellikle kömür bölgelerinde alternatif istihdam olanaklarının sınırlı olması, kömür madenciliğini bir sosyal güvenlik ağı hâline getirmektedir.
- **Bölgesel kalkınma:** Kömür, yerel ekonomilerde altyapı yatırımları ve kamu hizmetleri için önemli bir finansman kaynağıdır (Kachi, 2024).
- **Kamu gelirleri:** Kömür sektörü, vergi gelirleri ve ihracat kazançlarıyla devlet bütçelerine katkı sağlamaktadır.

Ancak iş kazaları, meslek hastalıkları ve çevresel kirlilik, kömürün toplumsal maliyetlerini artırmaktadır (Höök & Li, 2020).

2.10.3. Sanayi ve diğer kullanım alanları

Kömür, elektrik üretiminin yanı sıra sanayi sektöründe de stratejik bir rol oynamaktadır. Özellikle çelik üretiminde kullanılan **kok kömürü**, ikame edilmesi zor bir hammaddestir (World Steel Association, 2023).

Sanayi sektöründeki en önemli tartışma, dekarbonizasyon stratejilerinde kömürün geleceğidir. Hidrojen ve yenilenebilir bazlı çözümler geliştikçe, kömürün sanayi kullanımındaki payının azalacağı öngörülmektedir (IEA, 2024; IPCC, 2023).

2.10.4. Uluslararası stratejiler

2.10.4.1. Kömürden çıkış (phase-out) politikaları

AB, Kanada ve bazı gelişmiş ülkeler 2030'lu yıllara kadar elektrik üretiminde kömürden tamamen çıkma hedefleri açıklamıştır (European Commission, 2024).

- Almanya 2038 yılına kadar kömürden çıkmayı planlamaktadır (Oei et al., 2020).
- Gelişmekte olan ülkeler için kademeli azaltım ve hibrit enerji stratejileri daha gerçekçidir (IEA, 2024).

2.10.4.2. Finansman kısıtları ve alternatif mekanizmalar

Dünya Bankası (2025), yeni kömür santrallerine doğrudan finansman sağlamamaktadır. Bunun yerine finansman yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projelerine yönlendirilmektedir (Kachi, 2024). Ancak Çin'in "Bir Kuşak Bir Yol" girişimi çerçevesinde sağladığı kömür finansmanı, gelişmekte olan ülkelerde yeni santrallerin inşasını mümkün kılmıştır (Gallagher, 2021).

2.10.4.3. Teknoloji odaklı çözümler

Karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) teknolojileri ve yüksek verimli düşük emisyonlu (HELE) santraller, kömürün çevresel etkilerini azaltmada kritik rol oynamaktadır (IEA, 2024; IPCC, 2023).

2.10.4.4. Adil dönüşüm (just transition)

Adil dönüşüm yaklaşımı, kömür sektörüne bağımlı bölgelerin ve işçilerin korunmasını hedeflemektedir (Sovacool, 2021). AB'nin Just Transition Mechanism programı bu yaklaşımın başarılı bir örneğidir (European Commission, 2024).

2.10.5. Bölgesel ve ülkesel örnekler

Avrupa Birliği (AB) : AB, 2050 yılına kadar karbon nötr olma hedefi doğrultusunda hızlı kömürden çıkış planlamaktadır (European Commission, 2024).

Çin : Kısa vadede kömür bağımlılığı devam etmekle birlikte, uzun vadede yenilenebilir enerji ve CCUS ile geçiş stratejisi uygulanmaktadır (Gallagher, 2021).

Hindistan : Hindistan, kömürü kısa vadede enerji güvenliğinin temeli olarak kullanmaya devam etmekte, aynı zamanda yenilenebilir enerji kapasitesini artırmaktadır (World Bank, 2025; Sovacool, 2021).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) : ABD'de kömür payı gerilemekte, ancak bazı eyaletlerde enerji arz güvenliği ve istihdam açısından önemini korumaktadır. CCUS teknolojileri kömürün sınırlı bir şekilde devam etmesini mümkün kılmaktadır (Höök & Li, 2020).

2.10.6. Genel değerlendirme ve sonuç

Kömür, tarihsel olarak sanayileşmenin temel enerji kaynağı olmuş ve günümüzde de birçok ülkenin enerji güvenliği açısından kritik bir rol oynamaya devam etmektedir. Ancak, iklim değişikliğiyle mücadele, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve enerji dönüşümü süreçleri, kömürün gelecekteki rolünü tartışmalı hâle getirmiştir. Bu çalışma kapsamında yapılan incelemeler, kömürün yakın gelecekteki öneminin üç temel eksen üzerinden şekilleneceğini göstermektedir: **(i) enerji güvenliği, (ii) ekonomik kalkınma, (iii) iklim değişikliği taahhütleri.**

İlk olarak, enerji güvenliği açısından kömür hâlâ önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Çin, Hindistan ve Endonezya gibi gelişmekte olan ülkeler artan enerji talebini karşılamak için kömüre bağımlılıklarını sürdürmektedir. Bu durum, kömürün kısa ve orta vadede küresel enerji miksindeki önemini koruyacağını ortaya koymaktadır (IEA, 2024).

İkinci olarak, ekonomik kalkınma bağlamında kömür, istihdam, sanayi üretimi ve bölgesel kalkınma açısından bazı ülkeler için vazgeçilmez bir unsur olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, uluslararası finans kuruluşlarının kömür yatırımlarına yönelik kısıtlamaları ve piyasa koşullarında doğal gaz ile yenilenebilir enerjinin giderek daha rekabetçi hâle gelmesi, kömürün ekonomik cazibesini azaltmaktadır (Kachi, 2024; World Bank, 2025).

Üçüncü olarak, iklim değişikliği taahhütleri kömürün uzun vadeli geleceğini belirleyen en güçlü faktördür. Paris Anlaşması çerçevesinde küresel sıcaklık artışının 1,5–2°C ile sınırlandırılması hedefi, kömürden hızlı bir çıkışı zorunlu kılmaktadır (IPCC, 2023). Bu doğrultuda, Avrupa Birliği ve gelişmiş ülkeler kömürden çıkış politikalarını hızlandırırken, gelişmekte olan ülkeler daha esnek ve kademeli geçiş stratejileri benimsemektedir.

Bununla birlikte, teknolojik çözümler kömürün dönüşüm sürecinde bir “ara seçenek” sunmaktadır. Karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) teknolojileri, yüksek verimli düşük emisyonlu (HELE) santraller ve hibrit enerji sistemleri, kömürün çevresel etkilerini azaltmada kritik rol oynamaktadır. Ancak bu teknolojilerin yüksek maliyetleri ve sınırlı uygulanabilirliği, kömürün uzun vadede sürdürülebilir bir seçenek olamayacağını göstermektedir (Höök & Li, 2020; Sovacool, 2021).

Son olarak, kömürden çıkışın sosyal ve ekonomik maliyetleri göz önünde bulundurulmalıdır. “Adil dönüşüm” (just transition) yaklaşımı, kömür sektörüne bağımlı bölgelerin ve işçilerin korunması için uluslararası stratejilerin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Bu çerçevede, Avrupa Birliği’nin Adil Dönüşüm Mekanizması ve Dünya Bankası’nın desteklediği projeler, kömürden çıkışın yalnızca çevresel değil aynı zamanda sosyal açıdan da yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (European Commission, 2024; World Bank, 2025).

Genel olarak değerlendirildiğinde, kömürün yakın gelecekteki önemi enerji güvenliği, ekonomik kalkınma ve iklim değişikliği taahhütleri ekseninde şekillenmekte olup, **bölgesel farklılıklar** göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde kömürün hızla devreden çıkarılması hedeflenirken, gelişmekte olan ülkelerde enerji güvenliği ve ekonomik kalkınma kaygıları nedeniyle kömür belirli bir süre daha enerji miksinde (enerji payı) kalacaktır. Teknolojik çözümler ve adil dönüşüm politikaları, kömürden çıkış sürecini yönetilebilir kılmaktadır. Ancak uzun vadede, küresel iklim hedefleri ve ekonomik dinamikler kömürün önemini giderek azaltacak, kömür enerji sistemlerinde ancak sınırlı ve teknolojik çözümlerle desteklenmiş bir rol üstlenecektir.

2.11. Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Arz Güvenliği ile Kalkınma Stratejisi

Küresel enerji talebi 2016 yılı sonu itibarıyla 13.760 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP) olarak gerçekleşmiştir. Talebin yaklaşık %19’u Kuzey Amerika ve %14’ü Avrupa kaynaklıyken %41’i Asya-Pasifik kaynaklıdır. 2016 yılı sonu itibarıyla dünyada tüketilen enerjinin %87 si fosil kaynaklardan oluşmaktadır.

Enerji kaynaklarının üretim ve temin maliyeti yüksektir. Enerji projeleri, uzun planlama, gelişim ve yatırım süreleri, yüksek finansman ve gelişmiş teknoloji gerektiren yatırımlardır. Sürdürülebilir bir kalkınma yaklaşımı içinde, ekonomik ve sosyal gelişimi Destekleyecek, çevreyi en az düzeyde etkileyecek, optimum miktar ve asgari maliyette enerji tüketimi ve dolayısıyla optimum bir arz yapısı hedef alınmak durumundadır. Artık kişi başına enerji tüketimi tek başına bir gelişmişlik göstergesi olarak görülmemekte bir birim enerji tüketimi ile en fazla üretimi ve refahı yaratmak daha da önem kazanmaktadır. Bu çerçevede, enerji verimliliği bütün sektörler itibarıyla bir yatay bileşen olarak ele alınmalıdır.

Enerji verimliliği, enerji üretim yatırımlarıyla karşılaştırıldığında daha kısa sürede gerçekleştirilebilen, daha fazla yerli kaynak kullanma imkânı sunan ve yatay kesen niteliği nedeniyle daha fazla katma değer yaratma potansiyeli bulunan bir alandır. Bu alana yapılacak yatırımlar, mühendislik, mimarlık, proje ve müteahhitlik sektörünün gelişimine katkı sağlayacağı gibi elektro-mekanik üretimi ile bunların alt sektörlerinin ve AR-GE çalışmalarının gelişimine ve istihdama da katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Özetle, enerji verimliliğinin dış enerji ödemelerinin azaltılması, dolayısıyla finansman ihtiyacının düşürülmesi, sektörlerin uluslararası rekabet avantajının artırılması, enerji sektörü kaynaklı salınımların ve kirleticilerin azaltılması gibi son derece önemli etkileri bulunmaktadır.

Enerji sektörünün değişmeyen paradigması arz güvenliğinin sağlanmasıdır. Enerji ihtiyacının üçte ikisinden fazlasını ithalat yoluyla karşılayan Türkiye açısından arz güvenliğinin sağlanması, farklı politika alanlarının konusudur. Bu süreçte kurumlar arası eşgüdüm ile enerji diplomasisi her geçen gün daha da öne çıkmaktadır. Etkin bir enerji diplomasisi, enerji güvenliğinin sağlanmasının ötesinde enerji gündemindeki yerini koruyan bölgesel enerji ticaret merkezi olma hedefi bağlamında da önem arz etmektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

2.12. Kömür Politikalarına Dönük Uygulama Stratejileri ve Tedbirler

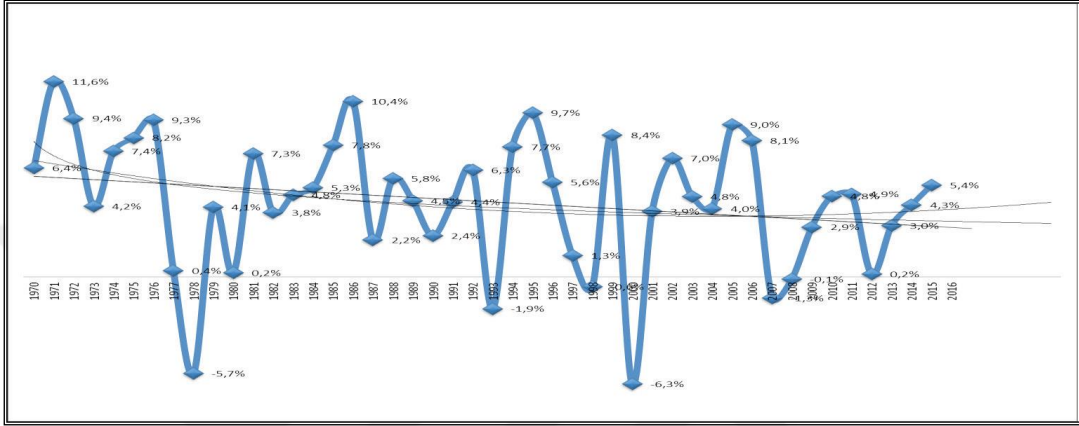
Başta linyit olmak üzere kömür kaynaklarımızın doğru, finanse edilebilir ve düşük maliyetle ekonomimize kazandırılması amacıyla hazırlanan “Akıllı Kömür Stratejisi” hayata geçirilmelidir. Bu kapsamda;

- Kaya gazı ve kömür kaynaklı metan gazı potansiyelinin Kömür Yatağı Metanı-Kömür Madeni Metanı (CBM-CMM) tespiti amacıyla çalışmalar yapılmalı ve gazın drene edilip ekonomiye kazandırılması ile ilgili yerli teknoloji kurulması çalışmaları yürütülmeli,
- Kömür sahalarının elektrik üretim yatırımlarına açılması kapsamında her saha için özgün yatırım ve finansman modeli geliştirilmeli,
- Termik santral atık ısısından yararlanılması verimliliğin bir gereği olarak öncelikle değerlendirilmeli,
- Yerli kömürlerin kullandığı ısı değerini artıracak veya kalitesini yükseltecek AR-GE çalışmalarına ağırlık verilmeli,
- Mevcut linyit yakıtlı termik santraller bir plan dahilinde gecikmeksizin rehabilite edilmeli, verimlilikleri artırılırken çevresel etkileri azaltılmalı; bunun için öncelikli yerli mühendislik uygulamaları tercih edilmeli,
- Kömürün iyileştirilmesi ve farklı alanlarda kullanımı için ürün çeşitliliğinin artırılmasına ilişkin temiz kömür teknolojileri, gazlaştırma, sıvılaştırma ve benzeri çalışmalar yürütülmeli, bu bağlamda kömürden gaz, petrol ve hidrojen üretiminin sağlanmasına yönelik yerli teknolojilerin gelişimi desteklenmeli,
- Kömürden üretilen sentetik gazın doğal gaz yetersizliğinde doğal gazı ikame edici özelliği çerçevesinde ticarileşmesi değerlendirilmeli,
- Kurulacak ve işletmedeki kömür santrallerinde çevresel standartlara uyum durumu takip edilmeli ve mevzuatta tanımlanan gereklerin hayata geçirilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Enerjide ithalat bağımlılığının kontrol altına alınmasının ülkemiz bağlamında sınırlı sayıda seçeneği bulunmaktadır. Bu seçenekler, esas itibarıyla kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarının işlevselleştirilmesine odaklı arz imkanları ile verimli enerji kullanımını (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Aşağıdaki grafikten genel enerji talebi artış hızının, beklendiği üzere giderek yavaşladığı, üst üste azami 4 yıl talep artış hızının arttığı, iktisadi durgunluk ve kriz koşullarında talebin daraldığı, 2002 yılından bugüne enerji talebi artış hızının yıllık

ortalama %4,1 oranında gerçekleştiği görülmektedir. Bu veriler ve Onuncu Kalkınma Planı öngörülerinin gerçekleşme durumu birlikte değerlendirildiğinde, On Birinci Kalkınma Planı döneminde dünyadaki gelişmelere de bağlı olarak herhangi bir iktisadi yavaşlama veya daralma olmaması halinde genel enerji talebinin yıllık ortalama %3,4 ile %4,2 arasında artabileceği varsayılabilecektir. 1970 yılı baz alındığında 2016 yılına kadar genel enerji talebi yıllık ortalama %4,5 oranında artmıştır. Aşağıdaki şekilde enerji denge tablosu verilmektedir.



Şekil 2.11. ETKB Genel Enerji Denge Dağılım Tabloları

Enerji sektörünün değişmeyen paradigması arz güvenliğinin sağlanmasıdır. Enerji ihtiyacının üçte ikisinden fazlasının ithalat yoluyla karşılayan ülkemiz açısından arz güvenliğinin sağlanması, salt enerji politikasının meselesi değildir. Aynı zamanda dış politikanın, sanayileşme, kentleşme, ulaştırma ve kalkınma politikalarının da önemli bileşenidir. Bu bağlamda, enerji arz güvenliğinin sağlanmasında enerji diplomasisi her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

Türkiye'nin enerji güvenliğinin sağlanmasında aşağıda sıralananların hayata geçirilmesinin önemli olduğu değerlendirilmektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018).

- Enerji verimliliğinin arz kaynağı olarak kabul edilmesi ve kapsamlı ve sistematik planlama ve uygulamayla enerji verimliliğinin artırılması,
- Enerji kaynağı bakımından ülke ve güzergâhların çeşitlendirilmesi,
- Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması,
- Nükleer enerjiden en güvenli şekilde yararlanarak sürekli kaynak girişinden azade baz yük ihtiyacının karşılanması,
- Enerjide bölgesel ticaret merkezi oluşturularak çok boyutlu değer yaratılması

3. MATERYAL YÖNTEM VE UYGULAMALAR

3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması ve Genel Özellikleri

Tez çalışmasına konu edilen Ermenek havzasında yer alan ve halen beş maden ruhsatında faaliyet yapmakta olan; Ermenek Cenne Kömür İşletmesi-Anadolu Merkez Enerji A.Ş., Seba Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Hür Madencilik Kömür İşletmesi, Özakpınar Madencilik Nakliyat ve İnşaat San. Tic. Ltd. Şti., ve Üçpınar Madencilik Ermenek kömür İşletmesi olmak üzere mevcut faal olan işletmeleri kapsamaktadır. Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesi uygulama aşmalarının gerçekleştirilerek ve raporlanarak dokümanite edildiği pilot ocak işletme prototip olarak seçilmiştir.

Ermenek havzasındaki yeraltı kömür ocaklarında ve pilot uygulama olarak seçilen Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesinde planlanan ve tez çalışmasına konu olan maden mekanizasyon teknolojisi uygulama parametreleri üç ana başlıkta belirlenerek tespit edilmiştir.

- 1- Ana nakliyat yollarında yan kayaçta açılan galeri ve desandreler ile damar içinde açılan kömür pano taban yolları ve başyukarılarda tahkimat unsurlarının klasik ağaç tahkimattan çelik tahkimat uygulamasına geçilmesi,
- 2- Ana nakliyat galeri ve desandrelerinde raylı sistem vagon nakliyatından; lastik bant konveyör ile kömür panosu ayak ve taban yollarında zincirli konveyör nakliyat otomasyon sistemine geçilmesi,
- 3- Pano kömür üretim ayaklarında; klasik ağaç tahkimat yerine elektro-hidrolik yarı mekanize, yürüyen tahkimat sistemine dönüştürülmesi, mümkünse nihai olarak Sabanlı kazı uygulamasının hayata geçirilmesi, olarak belirlenmiştir.

Ermenek bölgesi için mevcut ocakların işletme projelerini ve uygulamadaki parametrelerini gözden geçirerek kısa (1-yıl), orta (2-yıl) ve uzun (3-yıl) vadede yukarıda bahse konu yapılan madencilik faaliyetlerinin mekanizasyon uygulamasına dönüşümünü en geç 3-yıl içinde tamamlaması, Ermenek kömür madenciliğinin kalıcılığı ve sürdürülebilirliği açısından hayati önem arz etmektedir. Zira klasik sistem emek yoğun faaliyet yapmakta olan yeraltı işletmelerine verilen kömür teşviklerinin oranı ve miktarı gittikçe azalmakta olup, mali kısır döngüden çıkamayan bu ve benzer kömür havzalarındaki işletmelerin kapanması sonrası tekrar açılabilmesi mümkün olmayacak ya da aynı şartlarda tekrar açılmaları faaliyete başlamaları çok daha maliyetli olacak, ancak ekonomik işletmecilik ve amortisman süreci uzayacaktır.

Mekanizasyonun sağlayacağı diğer en önemli avantajı da klasik tip çalışma için çalışan başına üretim randımanının ortalama 1,0-1,30 ton/yeveymiyeden, yarı mekanize çalışma ile 4-5 ton/yeveymiyeye çıkarılması ile üretim verimliliğinde önemli artış sağlanırken iş kazalarında da önemli ölçüde (En az %40) oranında azalma ile nitelikli, interaktif ve eğitilmiş çalışan profilini zorunlu kılacaktır.

Nitelikli kalifiye personel, uygun mekanizasyon teknolojisi kullanımı, artan üretim verimliliği, yüksek finans gücü, istikrarlı daha iyi öngörü ile yatırım yapabilen işveren ve maaşını zamanında daha yüksek alan mutlu çalışanlardan oluşan maden işyerlerinde; iş güvenliği standartlarının yükseltilmesiyle, maden iş kazaları ve ölümlü iş kazalarında önemli ölçüde azalması, ülke ve insan kaynaklarında yaşanan maddi ve manevi kayıpların en aza indirilmesinin beklenmesi doğal bir sonuç olacaktır. Bu şartları sağlamış olan ülkemizdeki az sayıdaki işletmelerde bu durum gözlenmektedir.

Tez kapsamında materyal yöntem ve uygulama olarak; saha kontrolü için arazi çalışmaları, tahkimat tasarımı için kaya mekaniği laboratuvar testleri, uygulama safhasında personel eğitimi için örnek işletmelere yapılacak teknik geziler ve ofis ortamında yapılan çalışmalara ait alınan notların dokümanlarının raporlanması şeklinde olmak üzere dört ana başlıkta yürütülmesi planlanmaktadır.

3.1.1. Arazi çalışmaları

Sahadaki işletmelerde özellikle pilot uygulama ocağında; yerinde gözlem ve kontroller yapılarak mekanizasyona dönüştürülmesi için uygun görülen parametrelerin kısa orta ve uzun vadede gerçekleştirilmesinin izlenmesi, takip edilmesi, ortaya çıkan anlık sorunlarda ana hedeften uzaklaşmadan çözümler üretilmesi, diğer taraftan ocaklardaki normal iş akışının sürdürülmesi, faaliyetlerin engellenmemesi, tez çalışma uygulama safhalarında teknik ve çalışan personelin eğitilerek yapılan iş ve işlemlere dair oryantasyon ve işbaşı sürecinde liderlik edilmesi sürecini kapsamaktadır.

Bu süreçte tez için pilot uygulama olarak seçilen Üçpınar Madencilik Ermenek Boyalık kömür İşletmesinde; 2024 yılı sonuna kadar nefeslik desandresinin tamamı (daha önce yapılan 110 m kısmı dışında) kalan 50 m, dahili kuzey-1 desandresi (+1355/1320) kotları arasındaki 120 m kısımda çürüyen ağaç tahkimat unsurlarının NPI-80-100 mm rijit demir bağ tahkimatına dönüştürülmesi ile tamamında raylı ve bantlı konveyör nakliyatı 18° meyilde ve otomasyon sistemi tamamlanmıştır. Ocaktaki özellikle hava dönüş yolu başta olmak üzere ana nakliyat yollarının ağaç tahkimat dan rijit demir bağ tahkimatına dönüşümü etaplar halinde sürdürülerek tamamlanması sağlanacaktır.

Tüm ocak açıklığı ana nakliyat yollarında 2.500 m olup, rijit NPI-110 demir tahkimata, taban yollarının geçme TH demir tahkimata geçilmesiyle tez çalışmasına konu dönüşüm parametrelerinin ilki %100 olarak tamamlanmış olacaktır. Ermenek havzasında diğer işletmelerden Cenne Kömür işletmesinde de bahse söz konusu tahkimat dönüşüm uygulamasının ve kaya saplaması ile güçlendirme çalışmalarının devam ettiğine dair tespitler yapılan işyeri ziyaretinde görülmüştür. Seba Madencilik mekanizasyon için Ala Grup firması ile ilgili iş ekipmanlarının satın alınmasıyla ilgili görüşmeler yaptığı işverenden öğrenilmiştir. Hür Madencilik İşletmesi maden kanunu 7. Madde orman izinleri konusunda yaşanan hukuki sürecin bitmemesi nedeniyle faaliyetleri durdurmuş durumda olup yakın zamanda başlaması tahmin edilmemektedir.

3.1.2. Laboratuvar çalışmaları

Mekanizasyon dönüşümü için planlanan parametrelerden birisini oluşturan ‘‘tahkimat tasarımı ve boyutlandırılması’’ uygulanmasında üniversitelerin maden mühendisliği bölümlerindeki kaya mekaniği laboratuvarında ocaklardan alınan kömür ve yan kayaçlara ait blok numunelere ait yapılan deneyler sonucu bilimsel rapor haline getirilmesinin tezin amaçları doğrultusunda faydalı olacağından hareketle, kaya mekaniği laboratuvar çalışmalarının ve sonuçlarının uygulamaya geçirildiği çalışma sürecini kapsamaktadır. Kaya Mekaniği laboratuvarında, kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenebilmektedir. Deneyler; Dünya’da en yaygın şekilde kullanılan önerilmiş yöntemler ve standartlar olan Uluslararası Kaya Mekaniği Birliği (ISRM) veya Amerikan Deney Standartları (ASTM) göre aşağıdaki deneyler yapılarak sonuçlarına göre boyutlandırma tasarımı yapılması planlanmıştır.

Ermenek kömür ve yan kayaçlarına ait mekanik özelliklerin tayininde (ISRM 1981/ISRM 1985) göre aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

1. Örnek hazırlama deneyi (KM-1)
2. Yoğunluk, birim hacim ağırlık tayini deneyi (KM-3),
3. Görünür gözeneklilik ve boşluk oranı tayini (suya doyurma yöntemiyle) (KM-5)
4. Laboratuvarda ve arazide Schmidt çekici sertlik deneyi (KM-8),
5. Nokta yükleme dayanım indeksi deneyi (KM-9),
6. Endirekt (Brazilian) çekme deneyi (KM-12),
7. Tek eksenli sıkışma (serbest basınç) deneyi (KM-13),
8. Üç eksenli sıkışma deneyi (KM-15),

Mekanize kazı için pilot seçilen ocak ve diğer ocaklardaki ‘‘tahkimat tasarımı ve boyutlandırılması’’ uygulamasının temel amaçları sıralanacak olursa;

- 1-Ana nakliyat desandreleri ve galeri ile kömür taban yolu ve başyukarılarda ahşap tahkimat yerine planlanan; kaya saplaması, GI-rijit veya TH geçme demir bağların tipi ve şekline göre seçiminde kesit alanı ve uygulama aralığının belirlenmesi amacıyla,
- 2-Pano üretim ayağında uygulanması planlanan yarı mekanize hidrolik yürüyen tahkimat ünitesinin uygun tavan-taban çalışma şatlarının ve tavan yükü yoğunluğunun belirlenmesi ve tahkimat cinsinin seçim kriterlerinin belirlenmesi amacıyla; gerekli görülmüştür.

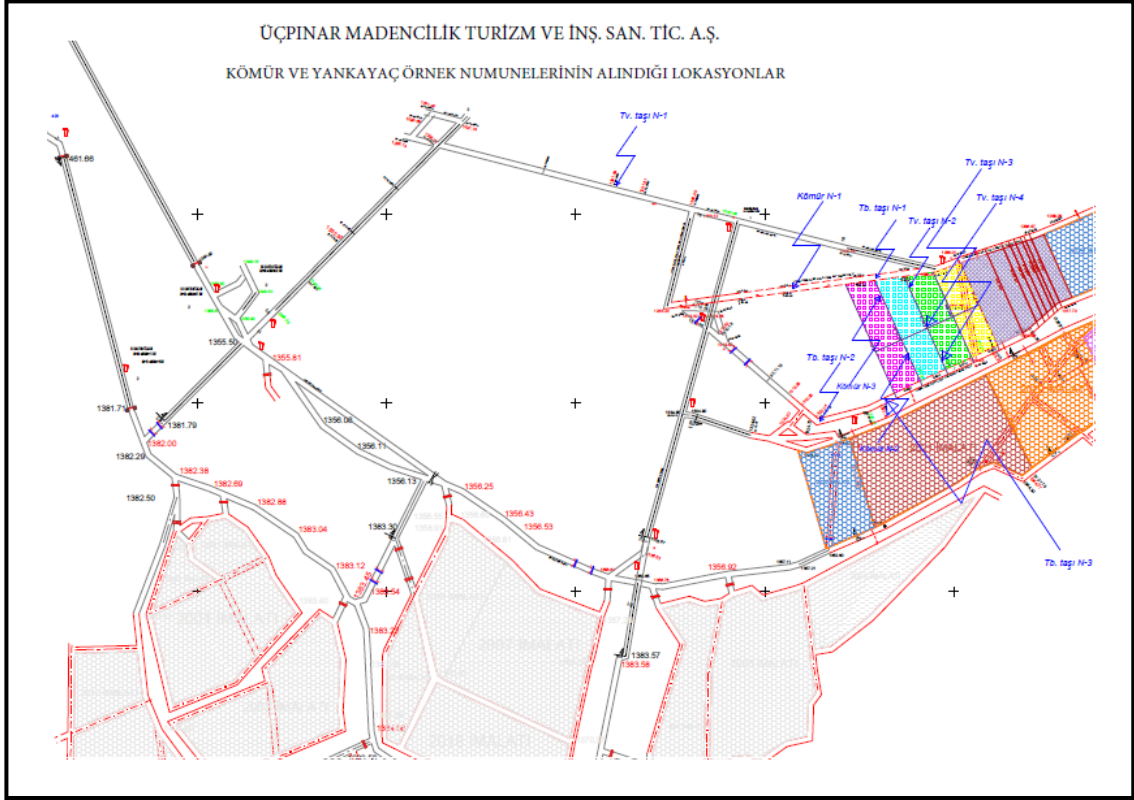
3.1.2.1. Laboratuvar deneyleri için blok numune lokasyonlarının belirlenmesi

Materyal yöntem ve uygulamaları için; laboratuvar deneyleri belirlenen dönüşüm parametrelerindeki ana esasların uygulamada ocak şartlarına uygunluğunun test edilmesi veya sağlaması amacıyla yapılmakta olan süreci kapsamaktadır. Bu kapsamda öncelikle kömür damarına ve yan kayaçlara (tavan taşı-marn ve taban taşı- serpantin kiline) ait yapılması planlanan deneyler için arazide (ocaktaki) blok numune alınacak lokasyonlar belirlenmiştir. Numune alınan lokasyonlara ait ocak imalat planı aşağıda şekil 3.1. de verilmektedir.

Laboratuvar deneylerinin yapılması sürecine dair; Numune alınacak lokasyonlar belirlenirken; tez çalışmasındaki tahkimat unsurlarının dönüşümü için kömür damarı ve yan kayaçların kaya mekaniği özelliklerinin belirlenmesi, belirlenen sonuçlara göre uygulanacak demir çelik tahkimat unsurlarının seçimi ile üretim ayağına kurulacak yarı mekanize tahkimat sisteminin emniyetle çalışabileceği gerilme yüklerine dayanımı ve teknik özelliklerinin tavan taşı (marn) ve taban taşı (kıltaşı/serpantin) kaya mekaniği kriterlerine uygunluğu hedeflenmiştir.

Kömür damarı için; mevcut 2024 yılı üretim panosu (+1320/1285) Batı üretim ayağından, +1320 ayak başından, +1285 ayak dip kısmından, alt ve üst taban yollarındaki bloklu kömür stampında tavan-taban serisinde, alt-üst seviyelerden belirlenerek, tabakalanma eğimine ve konumuna uygun alınması sağlanmıştır.

- 1- Tavan taşı-marn tabakası için; üretim ayağının ayak arkasında düşürülen ana ve yalancı tavan blokları ile hazırlık ana nakliyat yolu üzerinde üretim ayağı baskısına maruz kalmamış galeri tavan taban stampından seçilerek tabakalanma eğimine ve konumuna uygun olarak alınması sağlanmıştır.
- 2- Taban taşı-serpantin kili için; kömürün altında yer alması ve sürekli taban kabarması nedeniyle kesitin kaba kısmının kazılarak, normal seviyesine indirilmesi nedeniyle +1320 üst taban yolunda ortaya açığa çıkan zemin malzemesinin konumuna uygun olarak alınmıştır.



Şekil 3.1. Üçpınar Ermenek işletmesi kömür ve yankayaç blok numunelerine ait lokasyonlar

Alınan numuneler blok verimi yüksek yerlerden, yerinde streç rulolar ve kapalı plastik kaplar ile sızdırmazlığı sağlanacak şekilde sarılarak, laminalı torbalara doldurularak, ağızları bağlı vaziyette Konya Teknik Üniversitesi (KTUN) üniversitesi Maden İşletme laboratuvarına nakli sağlanmıştır.

KTUN Maden İşletme Laboratuvarında (Şekil 3.2) ve (Şekil 3.3)'de streçli film torbalanmış haliyle laboratuvara nakledilmiş olan blok numuneler ile yapılan deneylere ait çalışma takvimi tablosu Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. KTUN/NÖHÖ kaya mekanığı laboratuvarında yapılan deneylere ait takvim tablosu

S. No.	TARİH VE GÜNÜ	ÜNİV.	DENEY NO	YAPILAN DENEYE DAİR AÇIKLAMALAR
1.	04 Ocak 2024 Perşembe	KTUN	KM-1	Tv taşı, tb taşı ve kömürden karot alınması
2.	05 Ocak 2024 Cuma	KTUN	KM-1	Tv taşı, tb taşı ve kömürden karot alınması
3.	17 Ocak 2024 Çarşamba	KTUN	KM-1	Karotiyer numunelerinin hazırlanması
4.	18 Ocak 2024 Perşembe	KTUN	KM-8	Schmidt çekici ile sertlik deneyi ölçülmesi
5.	19 Ocak 2024 Cuma	KTUN	KM-12/13	Brazilian deneyi, Tek eksenli basınç deneyi
6.	09 Şubat 2024 Cuma	KTUN	KM-12/13	Brazilian deneyi, Tek eksenli basınç deneyi
7.	16 Şubat 2024 Cuma	KTUN	KM-12/13	Brazilian deneyi, Tek eksenli basınç deneyi
8.	19 Şubat 2024 Pazartesi	KTUN	KM-2	Su içeriği tayini
9.	04 Mart 2024 Pazartesi	KTUN	KM-3	Yoğunluk/birim hacim ağırlık porozite tayini
10.	05 Mart 2024 Salı	KTUN	KM-9	Nokta yükü dayanım indeks deneyi
11.	23 Eylül 2025 Salı	KTUN	KM-1	Tv taşı, tb taşı ve kömürden karot alınması
12.	08 Ekim 2025 Çarşamba	KTUN	KM-12/13	Brazilian deneyi, Tek eksenli basınç deneyi
13.	09 Ekim 2025 Çarşamba	KTUN	KM-12/13	Brazilian deneyi, Tek eksenli basınç deneyi
14.	09 Ekim 2025 Çarşamba	NÖHÖ	KM-12	Brazilian deneyi

3.1.2.2. Numunelerin alınması ve muhafaza edilmesi



Şekil 3.2. Laboratuvar deneyleri için ocaktan alınan blok numune torbalarına ait fotoğraf



Şekil 3.3. Laboratuvar deneyleri için ocaktan alınan streçli kömür numuneleri fotoğrafı

3.1.2.3. Blok Numunelerin hazırlanması ve karot alınması

Üniversite laboratuvarına getirilmiş olan tavan taşı, taban taşı ve kömür bloklarına ait numunelerin boyutları yaklaşık olarak 20x30x40 cm civarında olup, masif ve sağlam bloklardan oluşmasına özen gösterilerek alınması sağlanmıştır. Numuneler streç film jelatin ile sarılarak laminalı torbalarda muhafaza edilmesi sağlanmış, 24 saatlik zaman diliminde laboratuvarında karot alma işlemlerine tabi tutulmuştur. Kömür numunelerinden alınan karotlar test ve işlem aşamasına kadar su dolu derin kaplarda muhafaza edilerek saklanmıştır. Tavan taşı (marn) karotları aynı gün içinde deney testleri yapılmıştır. Taban taşı serpantin ise su ile şişme özelliği taşıdığı, karot almanın zorluğu, zemin özelliği taşıması nedeniyle inşaat mühendisliği bölümü laboratuvarında değerlendirilmesinin

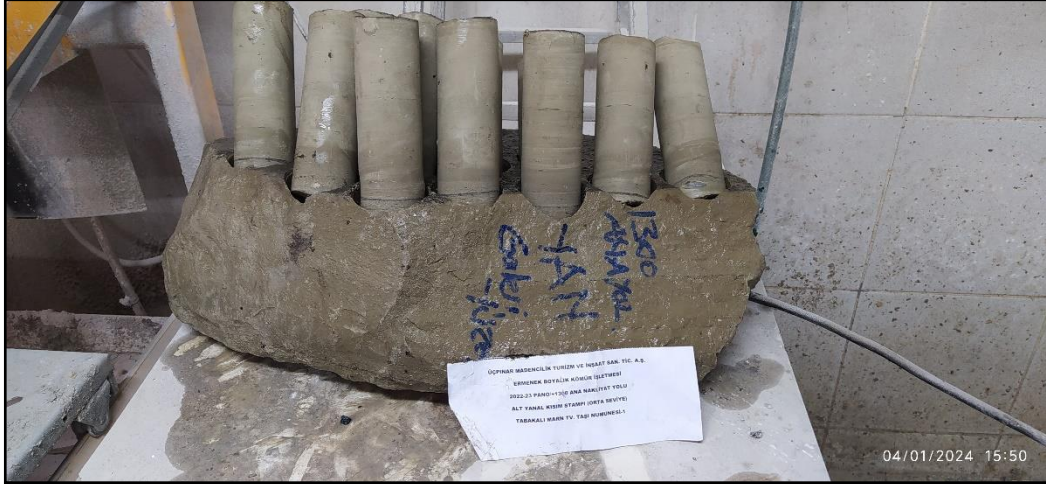
uygun olacağı düşüncesinden hareketle sona bırakılmış bulunmaktadır. Kaya mekaniği deneyleri için kömür ve yan kayaç numunelerinden alınan karot numunelerine ait görsellere aşağıdaki (Şekil 3.4'den 3.7'ye) kadar yer verilmiştir.



Şekil 3.4. Laboratuvarda blok numunelerden karot alınması ve hidrolik pres test ölçüm makinası



Şekil 3.5. Laboratuvarda karot alınan kömür blok numunesi örneğine ait fotoğraf



Şekil 3.6. Laboratuvarda karot alınan blok tavan taşı (marn) numunelerine ait fotoğraf



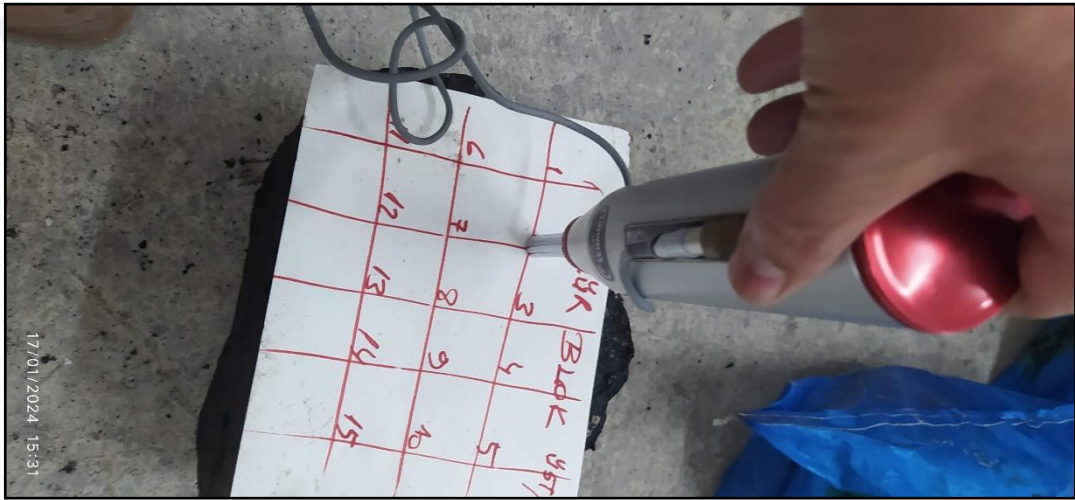
Şekil 3.7. Laboratuvarda karot alınan blok taban taşı serpantin numunelerine ait fotoğraf

3.1.2.4. Blok numunelerde Schmidt çekici ile sertlik ölçümleri yapılması

Laboratuvardaki linyit kömür bloklarında ve tavan taşı-marn numunelerinde yüzey sertliğinin ölçülmesi amacıyla Schmidt çekici ile sertlik ölçümleri yapılarak veriler kaydedilmiştir. Taban taşı kil taşında (serpantin) çekicinin blok yüzeyine batması nedeniyle ölçüm alınamamıştır. Deneylerde kullanılan Schmidt çekici Digi Schmidt 2000 modeli olup, İsviçre üretimidir. Ayrıca dijital göstergeli olup ölçülen değerleri hafızasına kayıt özelliği mevcuttur (Şekil 3.8) ve (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Laboratuvarda kömür ve tavan taşı numunelerinde kullanılan Schmidt çekici fotoğrafı



Şekil 3.9. Laboratuvarda kömür ve tavan taşı numunelerinde Schmidt çekici sertlik deneyi

3.1.2.5. Tek eksenli basınç dayanım deneyinin yapılması

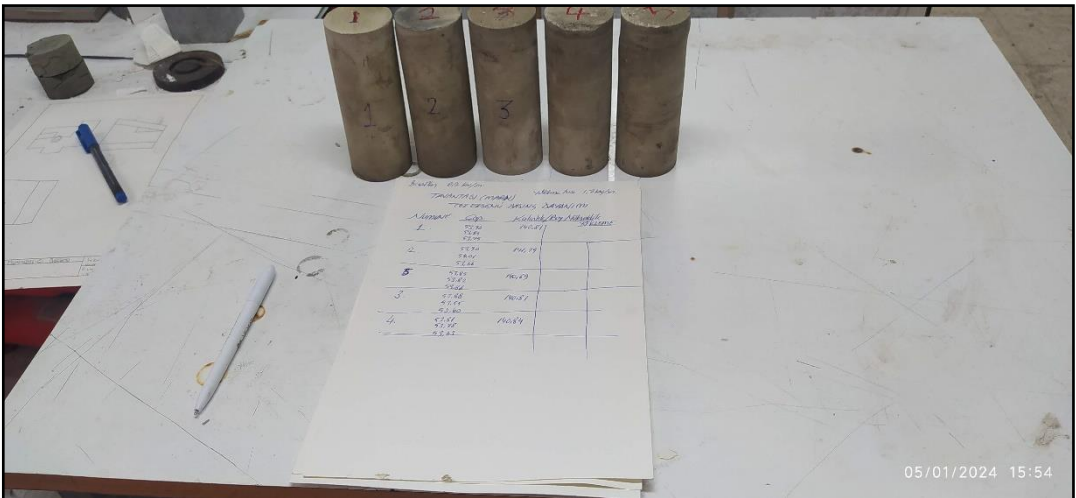
Tavan taşı-marn kayacı ve kömür numunelerinden karot almak mümkün olmuştur. Ancak taban taşı-serpantin-kil taşından karot alabilmek şişme ve sıkışma nedeniyle çok zor olmuştur. Alınabilenlerin muhafaza edilebilmesi suda dağılma ve şişme nedeniyle uzun süreli mümkün olamamıştır. Tavan taşı ve kömür karotları Boy/En oranı 2,5-3 katı olarak hazırlanarak hidrolik preste tek eksenli basınç dayanımı testlerine tabi tutulmuştur. Tek eksenli basınç deneyleri için hazırlanan karotlar ve deneyin gerçekleştirildiği hidrolik pres ile ilgili görseller Şekil 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 ve 3.13’de sunulmuştur.



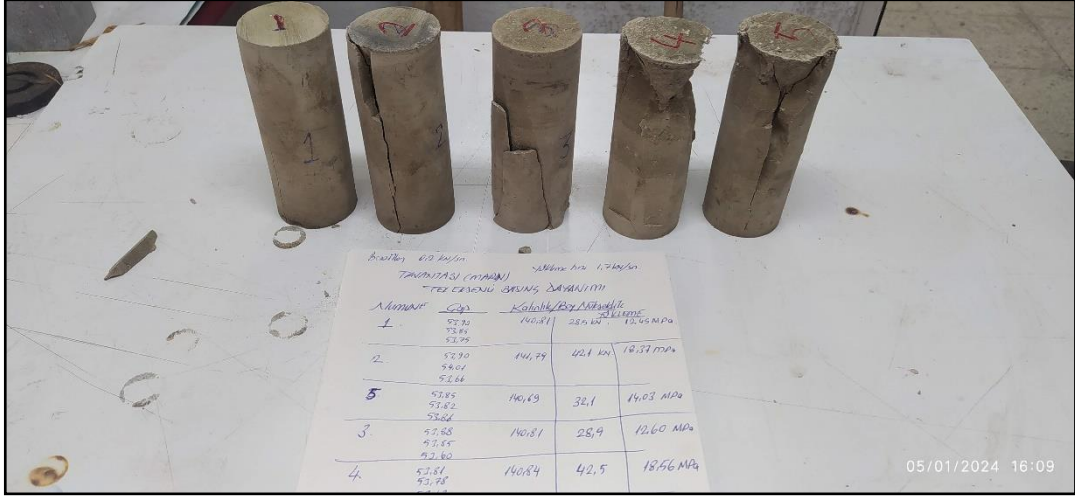
Şekil 3.9. Tek eksenli basınç deneyi için hazırlanan kömür numunelerine ait karotlar



Şekil 3.10. Tek eksenli basınç deneyinde kırılan kömür numunelerine ait karotlar



Şekil 3.11. Tek eksenli basınç deneyi için hazırlanan tavan taşı (marn) karotları



Şekil 3.12. Tek eksenli basınç deneyinde kırılan tavan taşı marn numune karotları



Şekil 3.13. Yük hücresinde tavan taşı (marn) ve kömür karotlarına uygulanan tek eksenli basınç deneyi

3.1.2.6. Brazilian (dolaylı çekme) deneyinin yapılması

Yeraltı Linyit ocağından temin edilen tavan taşı (marn), linyit kömürü ve taban taşı (serpantin-kil taşı) örneklerinden laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere standartlara uygun karot numuneleri hazırlanmıştır. Kömür blok numuneleri laboratuvar getirildikten ve karot numuneleri hazırlandıktan sonra su içerisinde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.14). Numuneler boy/en oranı 2,5–3 katı olacak şekilde; tek eksenli basınç dayanımı (UCS) deneyleri için; 54 mm çapında ve 150 mm uzunluğunda, Brazilian çekme dayanımı deneyleri için ise 54 mm çapında ve 30 mm kalınlığında standartlara uygun olarak hazırlanmıştır (Şekil 3.15). Hazırlanan karot numuneleri, hidrolik prese yerleştirilerek Brazilian çekme dayanımı testine tabi tutulmuş ve deneyler başarıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20). Elde edilen tüm ölçüm sonuçları ve gözlemler ilgili deney formlarına sistematik olarak kaydedilmiştir.



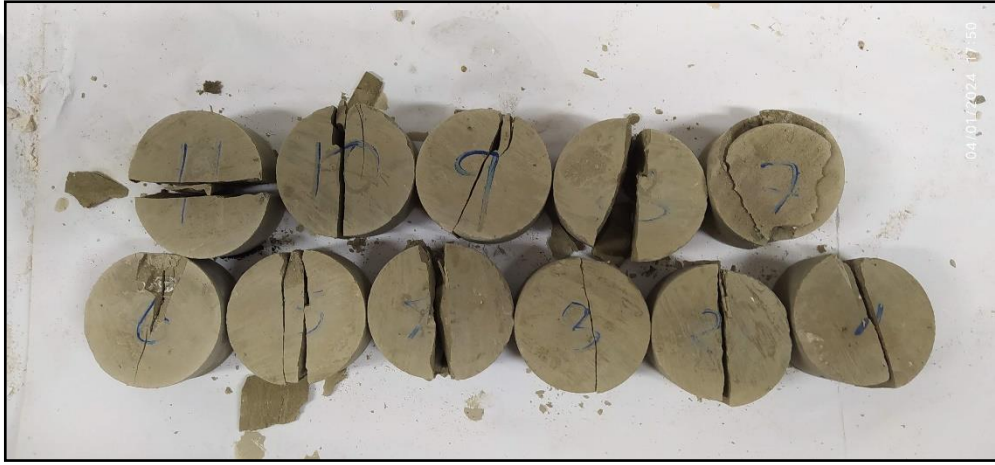
Şekil 3.14. Kömür karotlarının deney için su dolu kaplarda muhafaza edilmesi



Şekil 3.15. Brazilian deneyi için hazırlanan tavan taşı marn numune karotları (54x30 mm boyutlarında)



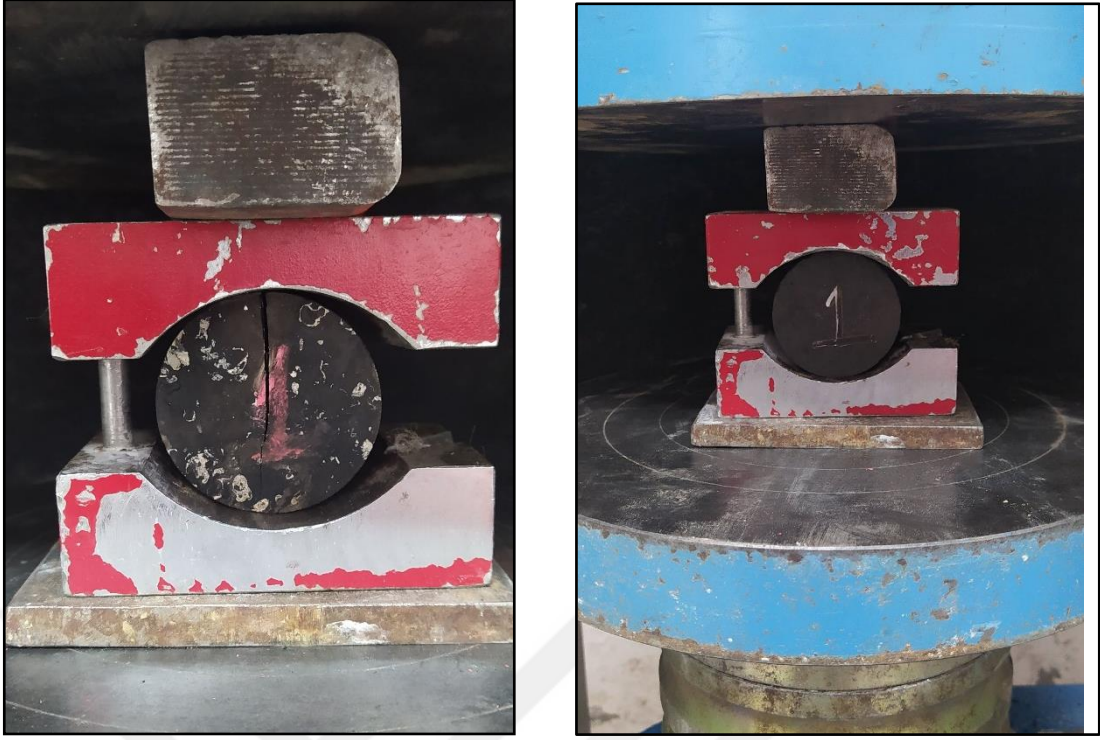
Şekil 3.16. T Brazilian deneyinde tavan taşı (marn) karotlarında gerçekleştirildiği fotoğraf



Şekil 3.17. Brazilian deneyi uygulanarak kırılan tavan taşı marn numuneleri



Şekil 3.18. Brazilian deneyi için hazırlanan kömür numuneleri



Şekil 3.19. 54x30 mm boyutlarındaki kömür numunelerinde gerçekleştirilen Brazilian deneyi



Şekil 3.20. Brazilian deneyi uygulanarak kırılan kömür numuneleri

3.1.2.7. Nokta yükü dayanım indeksi deneyinin yapılması

Çalışma yapılan tavan taşı-marn kayacı ve linyit kömürü numunelerinden nokta yükleme dayanımı deneyi için numuneler (Eksenel deney için 54x30 mm) hazırlanmışlardır. Taban taşı-serpantin-kil taşından zemin özellikleri nedeniyle çalışma yapılamamıştır. Hazırlanan karot numuneleri nokta yükleme deney aletinde ISRM ve ASTM standartlarında belirtilen şekilde eksenel ve çapsal yönde test deneyleri başarılı şekilde uygulanmıştır. Nokta yükleme dayanım indeksi deneyi için hazırlanan numuneler ve deney cihazı ile ilgili görseller Şekil 3.21 ile 3.28 arasında sunulmuştur.



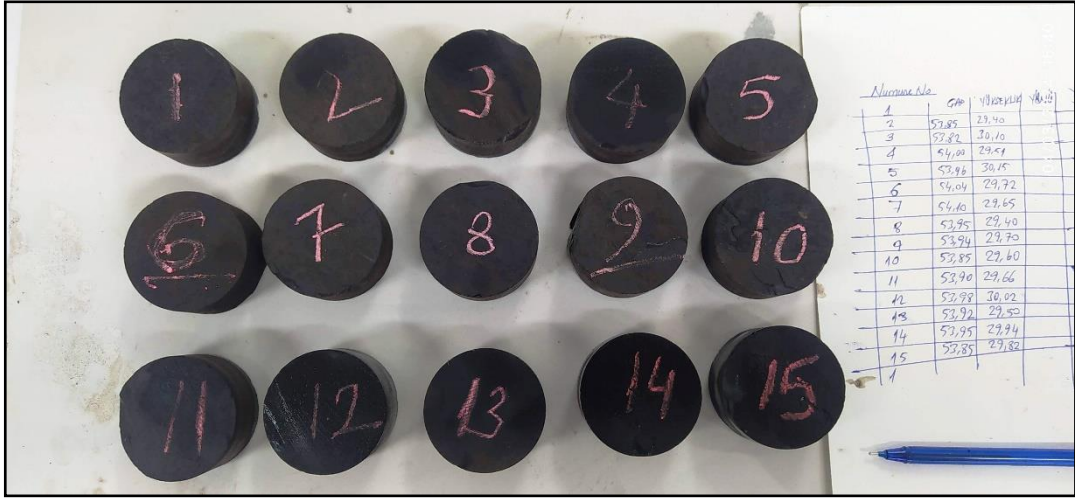
Şekil 3.21. Nokta yükü dayanım indeksi deneyi için hazırlanan tavan taşı (marn) karotları



Şekil 3.22. Tavan taşı-marn karotlarının nokta yükü dayanım indeksi deneyi uygulaması



Şekil 3.23. Tavan taşı-marn karotlarının nokta yükü dayanım indeksi deneyinde kırılması



Şekil 3.24. Kömür damarı karotlarının nokta yükü dayanım indeksi deneyi hazırlığı



Şekil 3.25. Kömür karotlarının eksenel nokta yükü dayanım indeksi deneyi uygulaması



Şekil 3.26. Kömür karotlarının eksenel nokta yükü dayanım indeksi deneyinde kırılması



Şekil 3.27. Kömür karotlarının çapsal nokta yükü dayanım indeksi deneyi uygulaması



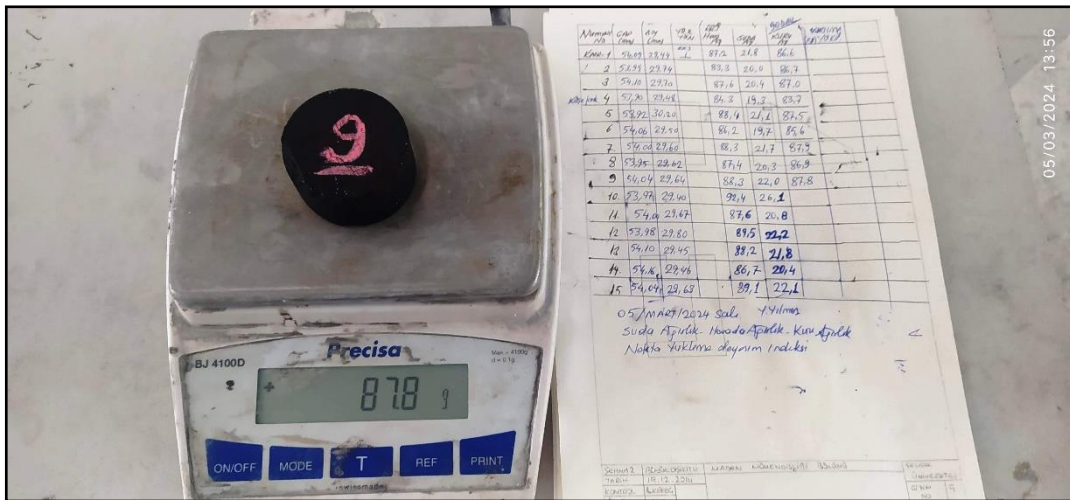
Şekil 3.28. Kömür karotlarının çapsal nokta yükü dayanım indeksi deneyinde kırılması

3.1.2.8. Yoğunluk birim hacim ağırlık deneyinin yapılması

Hazırlanan orijinal numuneler, su içindeki-suya doymuş, havada bekletilmiş olarak ve 105 °C, yaklaşık 10 saat fırında kurutularak hassas terazi ölçümlerinin yapıldığı ve ölçüm farkının yorumlanmasına dayanan tayin yöntemi olup, kömür ve tavan taşında (marn) uygulanmıştır. İlgili görsellere (Şekil 3.29 ile 3.31) arasında yer verilmektedir.



Şekil 3.29. Kömür karotlarının Yoğunluk Ağırlık Hacim deneyine hazırlanması



Şekil 3.30. Kömür karotunun Yoğunluk Ağırlık Hacim deneyi için havada tartılması



Şekil 3.31. Yoğunluk Birim Hacim Ağırlık deneyi için kömür ve marn karotlarının havada, su içinde ve 105°C fırında kurutularak hassas terazide tekrar tartılması

3.1.2.9. Kaya mekaniği deneylerine ait sonuçlar ve öneriler

KTUN/Maden Mühendisliği Kaya Mekaniği Laboratuvarında, kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri ISRM 1981-1985 standartlarında belirlenebilmektedir. Üçpınar madencilik Ermenek işletmesine ait aşağıdaki kaya mekaniği deneyleri başarı ile gerçekleştirilmiştir. Planlanan kaya mekaniği deneylerinden sadece üç eksenli sıkışma dayanımı deneyi triaksial test aparatında yük hücresindeki bakım ve onarım ihtiyacı nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Aşağıda maddeler halinde sunulan deneyler ise başarıyla gerçekleştirilmiştir.

1. Blok numuneden karot alınması ve örnek numune hazırlanması,
2. Yoğunluk, birim hacim ağırlık tayini deneyi,
3. Gözeneklilik ve boşluk oranı tayini deneyi,
4. Schmidt çekici sertlik deneyi,
5. Nokta yükleme dayanım indeksi tayini deneyi,
6. Brazilian endirekt çekme deneyi,
7. Tek eksenli basınç (serbest basınç) deneyi

3.1.3. Teknik geziler

Ermenek havzasında yeraltı kömür işletmelerinde uygulanması planlanan mekanizasyon sistemine yönelik olarak, satın alınacak teknik donanım, ekipman ve teçhizatların etkin biçimde devreye alınması, kullanımı, olası arızalarının giderilmesi ile bakım ve kontrol süreçlerinin sürdürülebilir şekilde yürütülmesi amacıyla kapsamlı bir personel eğitim programı gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında yürütülen çalışmalar çerçevesinde, ülkemizde faaliyet gösteren yarı ve tam mekanize kömür işletmelerine yapılması planlanan teknik inceleme ziyaretleri kapsamında, TTK Armutçuk Müessesesi'ne bağlı OYAK Erdemir Madencilik Alaağzı Kömür İşletmesi ziyaret edilerek, tam mekanize üretim sistemine geçiş sürecine ilişkin hazırlık çalışmaları yerinde incelenmiştir. Ziyaret sırasında işletme müdürü ve iş güvenliği uzmanından detaylı teknik ve idari bilgiler alınmıştır.

3.1.4. Ofis çalışmaları

Mekanizasyon uygulaması için Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesi pilot ocak olmak üzere sürece katılacak diğer işletmelerde normal iş akışının devam etmesi yanında eş güdümlü olarak etaplar halinde sürdürülecek dönüşüm parametrelerinin ofis ortamında raporlanarak dokümantasyonunun sağlandığı iş bölümünü kapsamaktadır. Bu süreçte KTUN Kaya mekaniği Laboratuvarında yapılan deney çalışmalarına ait sonuçların dokümantasyonu yapılarak tamamlanmıştır.

Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri (Ulusay, Gökçeoğlu ve diğ., 2005) kaynak kitabındaki 15 adet deney formları dijital ortamda kayıt edilmiştir. Deneylere ait hesaplama tabloları kaya mekaniği uygulamalarındaki formüllere uygun olarak göre hesaplanmıştır. Yapılan deneylerdeki elde edilen sonuçlar ilgili çizelge ve tablolardaki hesaplamalara göre sayısal verilere ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ocağın fiziksel ve mekanik özelliklerinin korelasyonu ile ilişkilendirilerek uygulama analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2. Ermenek İlçesi Hakkında Genel Bilgiler

Ermenek, Karaman iline bağlı bir orta Toroslarda bir ilçedir. Kentin tarihteki adı Yunanca: Γερμανικόπολις Germenikopolis'tir. Kimi zamanlarda Ermenak (yükseklerde yaşayan yiğit insanların ülkesi) olarak da anılan ilçe, Karamanoğulları Beyliği'ne başkentlik yapmıştır

Nüfusu Avşar Türkmenlerinin oluşturduğu önemli bir yerleşim iken, bu beyliğin yıkılması ve ardından gelen Osmanlı dönemiyle birlikte, Adana Eyaleti'ne bağlı İçel Sancağının "Paşa Hassı" olarak yönetilmiştir. 1845 Yılında Konya Eyaleti'ne bağlı sancak merkezi olmuş, 1910 yılında ilçe yapılarak önce Konya'ya sonra Mersin'e bağlanmıştır. Cumhuriyetin ilanı sonrası yeniden Konya ve 1989'da Karaman'ın il olmasıyla Karaman'a bağlanmıştır. Dünyaca önemli Maraspoli mağarasını bulunduran ilçe, denizden oldukça yüksekte Göksu nehri kıyısında yerleşmiştir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ermenek>).

3.3. Ermenek İlçesi Coğrafi Konumu

Ermenek, Güney Anadolu (Taşeli) Coğrafi yapısı içinde, 5000 yıldır insanların yaşadığı bir yerleşim merkezidir. Doğusunda Mut (87 km), Güneyinde Gülnar-Anamur (110 km), Batısında Alanya (120 km) Kuzeyinde Hadim-Bozkır, Karaman (Mut üzerinden: 160 km) ile çevrili sınırları vardır.

Akdeniz iklimi ile İç Anadolu kara iklimi arasında bir geçiş bölgesidir. Denizden yüksekliği şehir içinde 1250-1300 m olup çevresi oldukça yüksek dağ ve tepelerle çevrilidir. Ekilebilir toprakları azdır. Orman ve su bakımından zengin sayılır, Küçükbaş hayvancılık ve meyvecilik ile günlük hayata yönelik el sanatları ile özel ve resmi sektörün işlettiği linyit kömür madenlerine bağlı, işletmeler ve taşımacılık halkın en önemli geçim kaynağıdır. Güneyinde Göksu (Ermenek Çayı) ve kollarının oluşturduğu dar vadi tabanlarında ve yamaçlarda zeytinden incire, susamdan pamuğa, nardan cevizle her türlü bitki ve meyve yetişmektedir. Yüksekliği 2500 m aşan batı Toroslar'da Sedir, Ladin ve Köknar; eteklerinde çam ormanları arasında yer alan doğal güzellikler, dereler, pınarlar, çağlayanlar, dünya cenneti mesire yerleri, tertemiz havası, çevresinde İslamiyet öncesi ve sonrasına ait antik kentler, tarihi yapıları ile misafirperver, sıcakkanlı halkı ile turizme ve her türlü yatırıma açık bir eşsiz güzellikleri olan bir ilçedir. Ermenek HES barajı, son zamanlarda yapılan toplamda 50 MW GES projeleri, kömür ocakları ile Enerji üretim üssü olma unvanını fazlasıyla hak etmektedir. Aşağıdaki fotoğrafta Ermenek kalesinden çekilen ilçe merkezi ve Ermenek HES baraj gölüne ait fotoğraf aşağıda paylaşılmaktadır. (<https://ermenek.bel.tr/icerik/ermenek-cografi-konumu>).



Şekil 3.32. Ermenek ilçe merkezi ve Ermenek HES baraj gölüne ait fotoğraf

3.4. Ermenek Havzası Madencilik Faaliyetleri Hakkında Genel Bilgiler

Ermenek 28 Ekim 2014 tarihinde yaşanan maden kazasına kadar Devlet ve özel işletmeler eliyle 10 tane kömür işletmesinin faaliyet yapmakta olduğu yaklaşık 2.000 maden işçisinin çalıştığı önemli bir kömür havzası olma özelliği olan nevi şahsına münhasır madencilik kültürü ve ekolü olan; ülkemizdeki 1994, 1999, 2001, 2007 yıllarındaki ekonomik krizlerini kendi imkanlarıyla atlatan ender ilçelerdendir.

Ermenek havzasındaki madencilik faaliyetleri olarak 1965 yılından beri linyit kömür işletmeciliği, 2005 yılı sonrasında mermer işletmeciliği ve zaman zamanda krom işletmeciliği yapıldığı bilinmektedir. Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün (MİGEM) kuruluşundan önce Konya Sanayi ve Ticaret odası marifetiyle verilen maden ruhsatlarında ilk olarak kömür üretim çalışmalarının havzada 1965'li yıllara dayandığı bilinmektedir. Üretilen kömür orta sınıf kalitede 3.500-4.500 kcal/kg linyit kömürü olup, açık ve kapalı işletme yöntemiyle üretilmektedir.

Ermenek kömür havzası 1980-2014 yılları arasında toplamda yılda 350.000 ile 500.000 ton linyit kömürünün üretiminin yapılmakta olduğu, satış bölgesi olarak pergelin bir ucu Ermenek'te iken diğer ucunun batıda Isparta Şarkıkaraağaç, kuzeyde Ankara Nallıhan, Polatlı, orta Anadolu'da başta Konya, Aksaray, Karaman, Niğde ve Nevşehir il merkezleri ile ilçeleri, Kayseri-Develi, Yahyalı ve güney doğuda Şanlıurfa'ya kadar olan yelpazedeki geniş bir bölge alanını kapsamaktadır.

3.5. Ermenek Havzasındaki Madencilik Faaliyetlerinin Tarihçesi

1965’li yıllarda Ermenek havzasındaki madencilik ile ciddi olarak uğraşan ilk madenci; bölgede ‘‘Hurşit Ağa’’ lakabıyla bilinen Hurşit Akpınar (1927-2018) isimli bir iş adamıdır. Hurşit Ağanın asıl mesleği dülgerlik (marangozluk) iken 40’lı yaşlarda Ermenek Vadisi batısında yer alan Güzve köyü (Yerbağ) çanakçı mevkiindeki 1486 ve 6189 nolu maden ruhsatlarında Akpınar Kömür İşletmelerini kurmuş, Açık ve kapalı işletme olarak faaliyete almıştır. Ancak imkansızlıklar, ilkel koşullar ve henüz havzadaki madencilik kültürünün olgunlaşmamış olması, yol ve ulaşım imkanlarının zorluğu, makine ekipman ve donanım eksikliği nedeniyle 1486 nolu sahayı 10/09/1971 tarihinde Kömür İşletmeleri A.Ş. (KİAŞ) şirketini davet ederek şartlı olarak ruhsat devri sağlanmıştır. KİAŞ şirketi 1486 nolu sahadaki faaliyetleri 08/02/2010 tarihine Ermenek HES baraj gölünde su tutmaya başlayana kadar sürdürmüş bulunmaktadır. Hurşit Ağa’nın ifadesiyle Ermenek havzasında kömür işletmecilik kültürü KİAŞ şirketinin faaliyetleri sonrasında oluşmuş ve diğer işletmelere örnek teşkil etmiştir.

1978-1979 yıllarında 42. Bülent Ecevit Hükümetinde Deniz Baykal’ın Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığında madenlerin devlet eliyle işletilmesi kanunu çıkartılması sonrasında özel işletmelerin tümü devletleştirilerek 03.12.1978 faaliyetleri durdurulmuş olup, özel kömür işletmeciliği 2 yıl gibi bir süre sekteye uğramıştır. 43. Süleyman Demirel hükümetinde 09.06.1980 den sonra bu işletmelere öncelik hakkından dolayı (R.G:13.06.1983-2172 sayılı kanun) iade edilerek tekrar çalışmalara devam etmişlerdir.

Havzadaki diğer önemli maden ruhsatı 1260 nolu saha Cenne Kömür İşletmesi unvanıyla ilk olarak Karamanlı Şekerci ailesi tarafından Cenne (Pamuklu) köyü Takan deresi mevkiinde yapılmaktadır. Aynı şekilde ulaşım şartlarının zorluğu, kömürün teshin olarak yakacak olarak bilinmemesi, madenlerde çalışacak iş gücü bulunmaması gibi sebepler nedeniyle Şekerci ailesi yine Ermenekli olan ve Tahsildarlar namı ile bilinen Özbeyler ailesi, Kargaralı (Güneyyurt) Şekerler ve Zeybekler ailelerinin de ortak olduğu Cenne Kömür İşletmesi şirketini devretmek zorunda kalmıştır. İlk dönemlerde Muharrem Kireççi diye bilinen madencilik şirketinin rödovansçı olarak faaliyet yaptığı sırada cenne kömür işletmeleri sahasında önemli ölçüde yol, köprü ve alt yapı çalışmalarına katkı verdiği o yılları yaşayanlarca ifade edilmektedir.

Bu iki işletme dışında Üçpınar Madencilik Ermenek Boyalık kömür İşletmesi, 7694 nolu sahada 1 ve 2 nolu yeraltı kömür Ocakları 1979-1994 yılları arasında Boyalık

köyü civarında kapalı ocak şeklinde faaliyetlerde bulunmuştur. Üçpınar Madencilik ismi Bozkır'ın nahiyesinden gelmekte olup, Muhittin Güzelkılıçlar isimli şahsın aile şirkettir.

1978 yılında Hurşit Ağanın aracılığı ile şirketin unvanı ve maden sahası taşınmazları ile Nurullah Ercan Bey'e devri yapılmıştır. Sahada 1994-2000 yılları arasında maden işletmeciliğine ara verilmiştir. 06 Mayıs 2000 yılından itibaren Akpınar Madencilik A.Ş. rödevansçı/işletmeci olarak, Üçpınar Madencilik ruhsat sahibi olarak yeraltı kömür işletmeciliğine başlanmış ve halen devam etmektedir. Tez çalışmasında konu edilen ve pilot seçilen işletme olup, 01 Haziran 2019 tarihinden itibaren fiilen ruhsat sahibi şirket tarafından işletilmektedir.

1970'li yıllarda küçük bir Ermenekli aile şirketleri tarafından kurulan firmalardan bugün Akpınar Madencilik, Polat Madencilik (Polyak), Kalan Madencilik (Enerji Madencilik), Cenne Kömür İşletmeleri (Anadolu Merkez Enerji A.Ş.) bugün ülkemiz ekonomisine yurt çapında değişik bölgelerde önemli ölçüde istihdam ve katma değer sağlayan madencilikte söz sahibi şirketlerdir diyebiliriz.

3.6. İnceleme Alanın Jeoteknik Olarak Tanıtılması

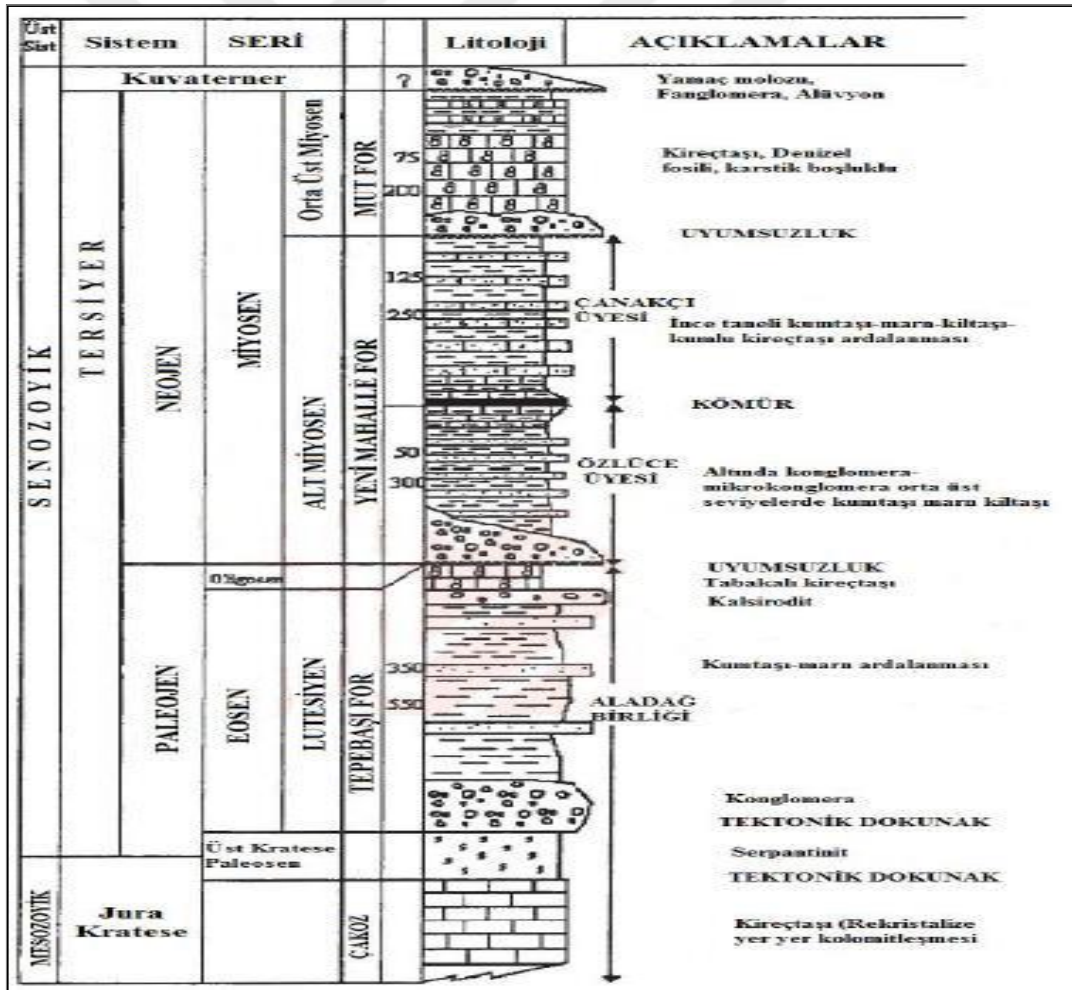
Ermenek havzasının stratigrafik incelemesinde, bölgede litostratigrafik olarak temel kayalardan örtü birimine doğru birbiriyle uyumsuz dokanağa sahip formasyonlar belirlenmiştir (Demirel, 1989). Havzada temelde Jura-Kretase yaşlı Çakozdağı Formasyonuna ait dolomatik kireçtaşı düzeyleri bulunmakta, bunların üzerinde tektonik olarak yerleşmiş ofiyolitli melaj yer alır. Bu temel birimler üzerinde Eosen yaşlı Tepebaşı Formasyonuna ait alt seviyelerde Konglemara, orta üst seviyelerde kumlu kireçtaşı, kireçtaşı- marn ardalanması içeren düzeyler bulunmaktadır.

Tepebaşı Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla Miyosen yaşlı Yenimahalle Formasyonu yer almaktadır. Ermenek'in batısında gözlenen Yenimahalle Formasyonu içinde yer yer kömürler bulunur. Oligo-Miyosen göl havzalarında oluşan göller içinde yer alan kömür alanları birbirinden alçak eşiklerle ayrılan senklinaller içinde oluşmuştur.

Yenimahalle Formasyonu halen ekonomik olarak işletilen kömür damarları içermesi bakımından Ermenek havzasında önemli bir yere sahiptir. Formasyonunun kalınlığı 450-750 metre arasında değişir. Formasyonun tabanında kahve renkli konglomeratik seviyeler ile ince çakıllı kumtaşı, silt ve marn ardalanması görülmektedir. Üst seviyelere doğru gidildikçe karbonat oranı artmakta, yer yer linyit izlerine rastlanmakta ve üst kısımda kömürün hemen altında bol fosilli, karbonatlı, killi-siltli marn

görülmektedir. Yenimahalle Formasyonundan paleontolojik amaçla alınan örnekler üzerinde yapılan yaş tayini sonucu formasyonun yaşı alt-miyosen olarak saptanmıştır (Demirel, 1989; Çınar, 1999).

Çanakçı çukuru yakınlarında, Kazancı kasabası ile Ermenek arasında Pamuklu (Cenne) köyünde, Tepebaşı köyü güney ve kuzeyinde ayrıca Yenimahalle köyü dolaylarına geniş bir alanda mostra vermektedir (Çınar, 1999). Fliş fasiyesinde olan formasyonun türbidit akıntıların etkili olduğu hareketli derin deniz ortamında çökeldiği ifade edilmiştir (Gedik vd., 1979). Yenimahalle Formasyonu üzerine Orta-üst Miyosen yaşlı, yer yer kumtaşı ve çakıltaşı bantları içeren resifal kireçtaşlarında oluşan Mut Formasyonu uyumsuzlukla yer almaktadır (Tokgöz, 1988). Kuvaterner yaşlı yamaç molozu, fanglomera ve alüvyonlar alttaki tüm birimleri örtmektedir (Arslansan, 1996). Şekil 3.33 da Ermenek havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti verilmiştir.



Şekil 3.33. Sahanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Demirel, 1989; Çınar, 1999)

3.7. Ermenek İlçesinde Bulunan Maden Ruhsatları

Ermenek ilçesinde Eylül 2025 itibariyle faal olan; Üçpınar Madencilik Turizm ve İnşaat San. Tic. A.Ş. Ermenek Boyalık kömür İşletmesi, Öz Akpınar Madencilik Nak. Ve İnş. San. Tic. Ltd. Şti. Çanakçı Kömür İşletmesi (1-Nolu Açık Ocak), Cenne Kömür İşletmesi Ltd. Şti. (Anadolu Merkez Enerji A.Ş.) Cenne-1 ve Cenne-2 nolu işletmeler, Seba Madencilik San. Tic. A.Ş. Tepebaşı Kömür İşletmesi ve Hür Madencilik Nak. Petrol Ürün. San. Tic. Ltd. Şti. Fetih ve Birsu kömür ocakları olmak üzere faal olan 4 yeraltı, 1 açık olmak üzere 5 tane maden kömür işletmesi yer almaktadır.

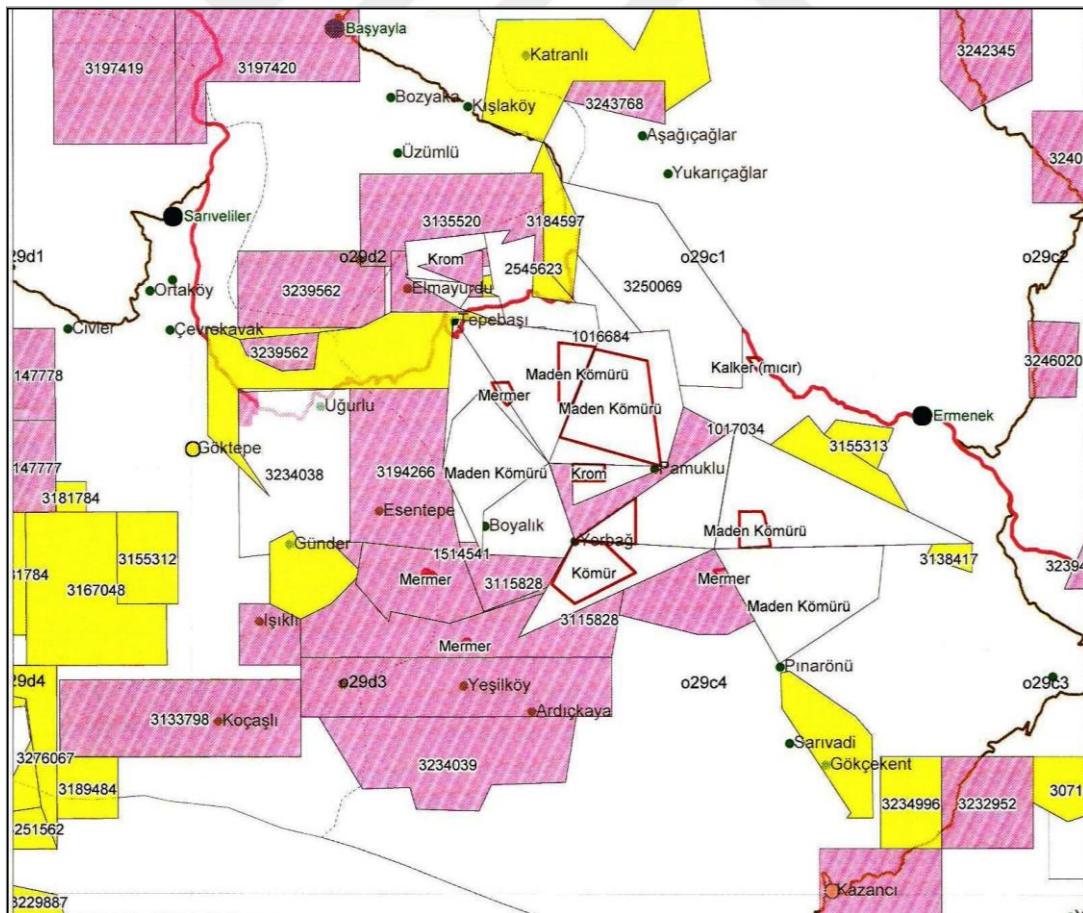
Yukarıdaki işletmelerin tamamında bugün itibariyle toplamda 400 maden işçisi çalışmaktadır. Bunların yanı sıra İlçenin kuzey batısında Altıntaş yaylası mevkiinde yazın faaliyet gösteren yaklaşık 50 kişinin çalıştığı 2 adet mermer işletmesi faaliyet yapmaktadır. İlçedeki 2015 yılı MİGEM kayıtlarındaki sorgulamada faaliyet yapan tüm işletmeler ve maden kömür ruhsatlarına ait bilgiler çizelge 3.2. de tablo halinde verilmektedir.

Çizelge 3.2. Ermenek havzasındaki maden kömürü ve mermer ruhsatlarına ait tablo

RUHSAT BİLGİLERİ	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI	MADEN RUHSATI
RUHSAT SAHİBİ	ÜÇPINAR MAD.ŞTİ.	ÖZ AKPINAR	CENNE MAD.ŞTİ.	SEBA A.Ş.	HÜR MAD.ŞTİ.	GÜZVE MAD.ŞTİ.	KALAN MAD.ŞTİ.	EŞREF SAYGI	RİFAT AKPINAR	RİFAT AKPINAR
İŞLETME ADI	BOYALIK	ÇANAKCI	CENNE	HALIMIYE	YERBAĞ	GÜZVE	ÇANAKCI	PAMUKLU	ESENTEPE	ESENTEPE
YERALTİ/AÇIK	YERALTİ	AÇIK	YERALTİ	YERALTİ	YERALTİ	YOK	YOK	YOK	AÇIK	AÇIK
İL/İLÇE	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Ermenek	Karaman Sarıveliler	Karaman Sarıveliler
SİCİL NO	7694	1486	1260	2180	69180	7498	6189	200901757	200610055	200904710
ERJŞİM NO	1106312	1017034	1016684	1040256	1050579	1115288	1137677	3194252	3118565	3234244
BAŞVURU SIRA NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74998
RUHSAT NO	İR:1919	İR:779	İR:617	İR:1821	-	İR:1978	İR:1588	-	-	-
RUHSAT SAFHASI	İŞLETME	İŞLETME	İŞLETME	İŞLETME	İŞLETME	İŞLETME	İŞLETME	ARAMA	İŞLETME	İŞLETME
RUHSAT GRUBU	4.Grup/b	4.Grup/b	4.Grup/b	4.Grup/b	4.Grup/b	4.Grup/b	4.Grup/b	4.Grup/b	II. Grup/b	II. Grup/b
RUHSAT ALANI (He)	1.829,67	1.668,63	1.421,14	1.046,81	906,87	750,40	1.301,97	518,27	96,66	99,44
SAHA TÜRÜ	KÖMÜR	KÖMÜR	KÖMÜR	KÖMÜR	KÖMÜR	KÖMÜR	KÖMÜR	KÖMÜR	MERMER	MERMER
YÜRÜRLÜK TARİH	13.04.2021	15.11.2016	06.05.2017	13.09.2017	09.01.2019	04.03.2012	26.06.1997	22.04.2009	19.03.2010	07.01.2015
SÜRE BİTİŞ TARİH	13.04.2031	15.11.2026	06.05.2027	13.09.2027	09.01.2029	04.03.2012	26.06.2007	22.04.2014	19.03.2020	07.01.2025
RUHSAT DURUMU	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	İPTAL	İPTAL	NORMAL	TERK	TERK
FAALİYET DURUMU	FAAL ÇALIŞIYOR	FAAL ÇALIŞIYOR	FAAL ÇALIŞIYOR	FAAL ÇALIŞIYOR	FAAL ÇALIŞIYOR	RUHSAT İPTAL	RUHSAT İPTAL	FAALİYET YOK	RUHSAT İPTAL	RUHSAT İPTAL

Yukarıdaki tabloda verilmekte olan maden ruhsatlarından ilk 4 sütunda yer alanlar kömür ruhsatı olup, halen faal olan işletmelerdir. Bu işletmelerin hemen hepsinde genel ve yapısal jeolojik koşullar aynı özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Tek damarlı denizel sedimanter kökenli kömürleşme, farklı kalınlıklarda ancak aynı yan kayaç (tavan ve taban kayaçları) özellikleri taşımaktadırlar.

Coğrafik olarak +1500 m rakımlı topografyadaki kömür mostralarından +450 kot seviyelerine kadar kesintili olarak lokal kömür oluşumlarının varlığı, 1970 yıllara dayanan MTA sondajları, kamu ve özel sektör eliyle işletilen açık veya kapalı işletmelerin faaliyet alanlarında bölgesel ölçekte tespit edilmiştir. İnceleme alanındaki kömür işletmeleri 10 km²'lik bir alanda yer almakta olup, maden yataklanması oluşumu sonrası vadi eğimi boyunca yaklaşık 25 km, dikey kot mesafesi olarak 1 km yer değişimi bulunmaktadır. Jeolojik koşullar genel olarak aynı olmakla birlikte geçirdikleri tektonizma ve yer değişimi nedeniyle basınç ve sıcaklık sonucu kömürleşme derecesinde nem ve kül içerikleri nedeniyle görece farklılıklar bulunmaktadır. Bunun en bariz sonucu yapılan kimyasal analizlerde rutubet oranının %30 ile %15 arasında, kül oranının %10 ile %45 arasında değişim göstermesi sonucu kalori değerinin 2.500 ile 5.000 kcal/kg arasındaki değişimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ermenek havzasındaki maden ruhsatlarının O 29 Alanya 1/25.000 ölçekli plandaki görüntüsü aşağıdaki (Şekil 3.34) de gösterilmektedir.



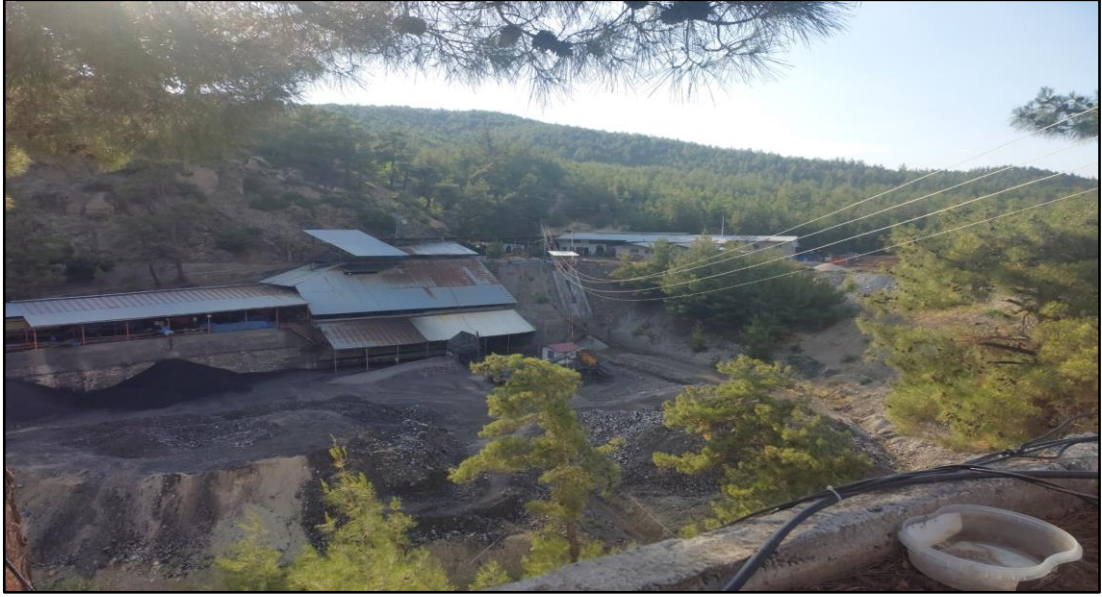
Şekil 3.34. Ermenek maden ruhsatlarının O29 Alanya 1/25.000 paftadaki yerleşke dağılımı

3.8. Cenne Kömür İşletmesi Ltd. Şti. (Anadolu Merkez Enerji A.Ş.)

RUHSAT BİLGİLERİ	:
İli / İlçesi	: Karaman / Ermenek
Sicil Numarası	:1260
Erişim Numarası	:1016684
Başvuru Sıra Numarası	: -
Ruhsat Numarası	:IR: 617
Ruhsat Sahibi	: ERMENEK CENNE LİNYİT KÖMÜR İŞLETMESİ LTD.ŞTİ.
Ruhsat Safhası	: İşletme
Ruhsat Grubu	: IV. Grup/b (Maden kömürü)
Ruhsat Alanı	:1.421,14 Hektar
Saha Türü	: -
Yürürlük Tarihi	:06/05/2017
Süre Bitiş Tarihi	:06/05/2027
Ruhsat Durumu	: Faaliyetleri Devam Ediyor

Ermenek havzasında faaliyetleri 50 yılı bulan maden ruhsatıdır. Şirketin yönetim kurulu Özbeyler ailesi tarafından yönetilmektedir. Uyarlar (Şekerler), Zeybekler ailelerinin büyüklerinin de şirkete ortak oldukları, bugün için küçük oranda hisse payları ile 40 yakın ortağı bulunduğu bilinmektedir. 2014 yılına kadar bu sahada en az 4 tane işletme faal iken 1.000 civarında çalışan işçisi bulunmaktaydı. 2014 yılındaki maden kazasının yaşandığı (Has Şekerler Madencilik) bu sahada olup, maden kazası sonrası söz konusu işletme henüz faal hale getirilememiştir. Maden kanunundaki düzenleme sonrası rödevansçı/işletmeci çalışmanın son verilmesi nedeniyle madencilik çalışmaları ruhsat sahibi şirket adına Anadolu Merkez Enerji A.Ş. yönetimi tarafından yapılmaktadır. Ermenek bölgesinde stokerli kazan ve akışkan yataklı sanayi kazanlarında, evlerde soba ısıtmalı teshinde çok iyi derecede kalorifik değerlerine sahiptir. Ergime sıcaklığı açısından sanayicilerce; Şırnak, Tekirdağ gibi bölgesel kömürlerin verimli yakılmasında karışım katkılı olarak mutlaka kullanılmaktadır. Ermenek havzasındaki diğer kömürlerden zümrüt gibi parlaklığı ve iyi derecede tutuşma sıcaklığı ile ayırt edilir.

Ocaktaki mekanizasyona dönük olarak mevcut Cenne-1 ocakta yeni açılmakta olan ana nakliyat yollarının GI-110 demir bağ tahkimatı ile tahkim edildiği, bazı kısımlarda kaya saplaması uygulamalarına geçildiği bilgisi alınmış olup veri paylaşımı yapılmıştır. Sahaya ait 1.000 m kadar sondaj yapabilen sondaj makinesi satın alınmıştır. Mevcut rezervlerin geliştirilmesi ile bütün ocakların merkezi orta noktasında yer alan 2 milyon ton rezervi bulunan alanın 18° eğimde açılacak biri nefeslik diğeri ana nakliyat desandreleri ile yarı mekanize kazı sistemi ile üretilmesi projesi, yaşanan maden kazası sonrası akamete uğramıştır. Tekrar hayata geçmesi için çalışmaların sürdüğü bilgisi alınmıştır. Aşağıdaki fotoğrafta ilgili şirkete ait karo sahası şekil 3.35. de verilmektedir.



Şekil 3.35. Anadolu merkez enerji cenne-1 nolu ocak karo sahası fotoğrafı

3.9. Seba Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Tepebaşı Kömür İşletmesi)

RUHSAT BİLGİLERİ	:
İli / İlçesi	: Karaman / Ermenek
Sicil Numarası	:2180
Erişim Numarası	:1040256
Başvuru Sıra Numarası	:-
Ruhsat Numarası	:IR: 1821
Ruhsat Sahibi	: SEBA MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
Ruhsat Safhası	: İşletme
Ruhsat Grubu	: IV. Grup/b (Maden kömürü)
Ruhsat Alanı	:1.046,81 Hektar
Yürürlük Tarihi	:13/09/2017
Süre Bitiş Tarihi	:13/09/2027
Ruhsat Durumu	: Normal Yürüyor



Şekil 3.36. Seba madencilik sanayi ve ticaret A.Ş. ocak karo sahası fotoğrafı

2003 yılına kadar TKİ ait T-1 ve T-2 panolarının olduğu maden ruhsatını kapsamaktadır. O yıllara kadar TKİ kendisi veya rödevansçı işletmecileri ilgili sahada açık ve kapalı işletme usulü ile faaliyet yapmıştır. 2003 yılındaki satış ihalesi yoluyla Seba Madencilik unvanıyla kurulan şirket devir almış ve halen aynı şirket tarafından kapalı işletme yöntemiyle çalıştırılmaktadır. Eski yıllara ait üretim ocaklarıyla iç içe olup; daha ziyade aynı damarda taban serisi kömürde üretim faaliyetleri yürütmektedir. Sahibi ve İşveren Fehmi Özbey tarafından yönetilmektedir. Son aylarda Ala Grup firmasıyla yarı mekanize tahkimat sisteminin alınmasına, kurulmasına dönük görüşmelerin yapıldığına tanıklık edilmiştir. Sahadaki mevcut ocak çalışma alanı dışında kalan kısımlarda açık ve kapalı ocak projeleri yer almaktadır.

3.10. Özakpınar Mad. Nak. ve İnş. San. Tic. Ltd. Şti. (Çanakçı Kömür İşletmesi)

RUHSAT BİLGİLERİ	:
İli / İlçesi	: Karaman / Ermenek
Sicil Numarası	:1486
Erişim Numarası	:1017034
Başvuru Sıra Numarası	:-
Ruhsat Numarası	:IR: 779
Ruhsat Sahibi	: ÖZAKPINAR MAD. NAK. VE İNŞ. SAN. TİC. LTD.ŞTİ.
Ruhsat Safhası	: İşletme
Ruhsat Grubu	: IV. Grup/b (Maden kömürü)
Ruhsat Alanı	:1.668,63 Hektar
Saha Türü	:-
Yürürlük Tarihi	:15/11/2006
Süre Bitiş Tarihi	:15/11/2016
Ruhsat Durumu	: Normal Yürüyor

Ruhsat sahasındaki kömür üretim çalışmalarının 1965’li yıllardan beri yapıldığı bilinmektedir. Sahanın ilk sahibi Hurşit Ağa lakaplı Hurşit Akpınar isimli bir iş adamıdır. O yıllarda havzadaki madencilik kültürünün olgunlaşmamış olması, alt yapı çalışmalarının yetersizliği ve donanım eksikliği nedeniyle daveti üzerine 10/09/1971 tarihinde Kömür İşletmeleri A.Ş. (KİAŞ) şirketine şartlı olarak ruhsat devri sağlanmıştır. Şarta göre; KİAŞ şirketi sahadaki faaliyetleri sırasında herhangi bir sebeple çalışmak istemediği takdirde tekrar kendisine veya varislerine verilmesini ve yapılacak tüvanan kömür üretiminden her yıl belli bir miktar bedel ödenmesini gerektirmektedir. Bu tarihten sonra 08/02/2010 tarihine kadar KİAŞ sahadaki madencilik faaliyetlerini sürdürmüş, bazı yıllarda rödevansçı şirketler eliyle sahanın farklı alanlarında bu faaliyetler gerek açık işletme gerekse kapalı işletme şeklinde sürdürülmüştür. Sahadaki çalışmalar; KİAŞ şirketinin Ermenek HES barajının gövde inşaatının tamamlanıp 10/08/2009 tarihinde su

tutmaya başlaması ve su seviyesinin yükselmesi sonucu ocak ağızları ve şantiyelerinin su altında kalmasını gerekçe göstererek MİGEM marifetiyle 08/02/2010 tarihinde faaliyetlerini durdurmuştur. Ruhsat sahibi ve rödevansçı şirkete ait sahadaki tüm taşınır malzemeleri sökerek bil cümle kıymetlerini tahliye etmek zorunda kalmıştır.

KİAŞ şirketi 10/02/2010 tarihinde eski ruhsat sahibi Hurşit Akpınar' a yaklaşık 40 yıl önce şartlı olarak devraldığı sahada bundan sonra madencilik çalışması yapmayacaklarını, kendisi ile yapılan anlaşma gereğince sahayı iade edebileceklerine dair yazılı olarak bildirim üzerine; eski ruhsat sahibinin onayı ile saha ruhsatı varisleri olan Öz Akpınar Madencilik Nakliyat ve İnşaat San. Tic. Ltd. Şti.'ne 17/01/2011 tarihinde devredilmiş bulunmaktadır.

Özakpınar Madencilik Şti. Sahanın (+694 m kotu) baraj gölü su seviyesinin üzerinde kalan bölümünde sahadaki madencilik çalışmalarına devam etme kararı almış bulunmaktadır. Buna göre, yapılacak kömür sondajlarından sonra tespit edilecek yeni ve bakir kömürlü alanları, eski imalat topuklarını, ocak yangını nedeniyle terk edilerek kapatılan panoları açık işletme ve kapalı işletme yöntemi ile üretimi sağlanacaktır. Bu maksatla sahada mevcut ve yeni tespit edilecek kömürlü alanların ülke ekonomisine kazandırılması, bölge kalkınması için istihdam sağlanması amaçlanmıştır. Temiz kömür yakma teknolojilerine uygun kükürt açısından %2'nin altında kimyasal analize sahip kömürü olan tek sahadır. En son 16/11/2016 tarihinde MİGEM'e sunulan temdit işletme projesi ile sahadaki madencilik faaliyetlerinin açık+kapalı işletme yöntemlerinin birlikte yapılması onayı almıştır.



Şekil 3.37. Çanakçı kömür işletmesi 1-nolu açık ocağı kuzey ucundan genel görünümü

3.11. Hür Mad. Nak. Petrol Ürün. San. Tic. Ltd. Şti. (Fetih/Birsa Kömür Ocakları)

RUHSAT BİLGİLERİ	:
İli / İlçesi	: Karaman / Ermenek
Sicil Numarası	:69180
Erişim Numarası	:1050579
Ruhsat Numarası	:-
Ruhsat Sahibi	: HÜR MADENCİLİK NAK. PET. ÜR. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
Ruhsat Safhası	: İşletme
Ruhsat Grubu	: IV. Grup/b (Maden kömürü)
Ruhsat Alanı	:906,87 Hektar
Yürürlük Tarihi	:09/01/2019
Süre Bitiş Tarihi	:09/01/2029
Ruhsat Durumu	: Faaliyetleri Durduruldu

İşletme Yerbağ köyü (Güzve) ile Pamuklu (Cenne) köyleri sınır hudutları içinde yer almaktadır. Ruhsat hukuku Hür Madencilik'e ait olmakla birlikte Hasanbaba tepesi mevkiinin güney tarafında Fetih Madencilik, kuzey tarafında Birsa Madencilik unvanıyla anılan rödevansçı/işletmeciler tarafından 2010-2018 yılları arasında yeraltı işletmesi olarak işletilmiştir. 2022 yılında tekrar faaliyete alınması için Birsa Madencilik tarafında çalışmalara başlanmışsa da 7.madde izinleri (orman) kapsamında yaşanan hukuki sürecin sonuçlandırılması beklenmektedir. Bu nedenle bugün itibariyle herhangi bir faaliyeti bulunmamakta, sadece bekçiler tarafından şantiye taşınmazları korunmaktadır.

Sahadaki jeolojik şartlar (tavan ve taban taşı marn), yapısal jeoloji ve kömür yapısı itibariyle üretim bölgesinde mekanize kazı, zincirli-bandlı konveyör sistemleri ile nakliyat, ana nakliyat yollarında demir tahkimat uygulamaları için Ermenek havzasındaki en uygun ocak olduğu söylenebilir. Kömür yapısı damar yapısında doğu/batı doğrultuda, kuzey/güney eğimdedir. Kömür kalınlığı yaklaşık 2 m olup, taban taşı tavan taşından daha sağlam m2 serisi masif tabakalı marndır. Aşağıdaki fotoğrafta sahadaki işletmeye ait genel bir görünüm verilmektedir.



Şekil 3.38. Hür madencilik Fetih-Birsa ocak karo sahasına ait genel görünüm

3.12. Üçpınar Madencilik Tur ve İnş. San. Tic. A.Ş. (Ermenek Kömür İşletmesi)

3.12.1. Ruhsat bilgileri

İli / İlçesi	: Karaman / Ermenek
Sicil Numarası	:7694
Erişim Numarası	:1106312
Başvuru Sıra Numarası	:-
Ruhsat Numarası	:IR: 1919
Ruhsat Sahibi	: ÜÇPINAR MADENCİLİK TURİZM İNŞAAT SAN. VE TİC. A.Ş.
Ruhsat Safhası	: İşletme
Ruhsat Grubu	: IV. Grup/b (Maden kömürü)
Ruhsat Alanı	:1.829,67 Hektar
Saha Türü	:-
Yürürlük Tarihi	:13/04/2021
Süre Bitiş Tarihi	:13/04/2031
Ruhsat Durumu	: Normal Yürüyor

3.12.2. Ruhsat hukuku ve işletmenin tanıtımı

Hukuki uhdesi; Üçpınar Madencilik Turizm ve İnşaat San. Tic. AŞ'ye ait olan S:7694 sayılı maden ruhsat sahasındaki çalışma alanı Akdeniz bölgesinde, orta Torosların kuzey kesimlerinde Karaman ilinin Ermenek ilçesi hudutları dâhilinde, Boyalık köyü Ağaoluk mevkiinde yer almaktadır. 01.05.2000 ile 24.11.2000 tarihleri arasında arama ve rezerv geliştirme sondajları tamamlanarak, yol, su, elektrik gibi alt yapı çalışmaları 14-15.01.2001 tarihine kadar tamamlanarak yeraltı ana hazırlık çalışmalarına başlanmıştır. Aynı anda ana nakliyat desandresi ve nefeslik desandreleri açılarak, aynı yıl içinde 08.08.2001 tarihinde kömür üretimi ve sevkiyatına başlanmıştır. Halen ruhsat sahibi şirket tarafından klasik olarak geri dönümlü tavan göçertmeli uzun ayak yer altı işletme metodu ile linyit kömür üretimi sürdürülmektedir. Ocak şantiye yerleşkesi 5 hektarlık alanın büyük bölümü orman irtifak izin alanı kalanı özel mülkiyete ait tarla vasfında araziden oluşmaktadır. Aşağıda işletmeye ait şantiye alanını karşı cepheden (kuzey-batı tarafından) gören fotoğrafı (Şekil 3.39) da ve işletme ruhsatı ve işletme izin alanına ait uydu görüntüsü (Şekil 3.40) da yer almaktadır.



Şekil 3.39. Üçpınar Madencilik Ermenek Boyalık kömür işletmesi fotoğrafı

3.12.3. İşletmedeki madencilik faaliyetlerinin tarihçesi

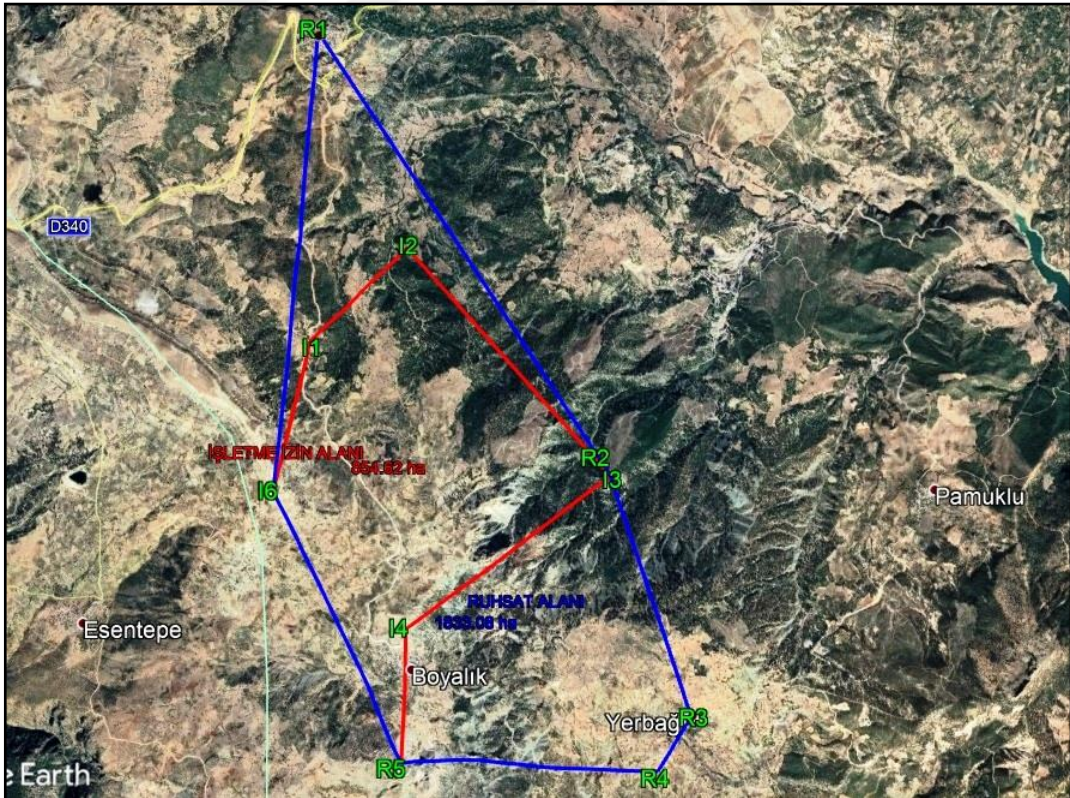
Adını Konya'nın Bozkır ilçesi Üçpınar nahiyesinden almakta olan; kurucu ortakları Güzelkılıçlar ailesi ve Durmuş TEZ isimli maden mühendisi olan 1970 yıllarının madencilik şirkettir. Rivayete göre önce Üçpınar kasabasında bir süre maden işletmeciliği yapılmıştır. Sonraki süreçte Ermenek ilçesi Boyalık köyü yakınlarındaki MTA'nın maden arama sondajları yaptığı tespit edilen İR:1919 ruhsat ve Sicil: 7694 nolu kömür sahasının maden işletme ruhsatı alınmış olduğu anlatılmaktadır.

Sicil 7694 ruhsat nolu kömür sahasındaki madencilik faaliyetleri ilk olarak 1970-1994 yılları arasında ruhsat sahibi şirket tarafından sahanın Dedebeleli tepesinin güney tarafında yer alan 1 ve 2 nolu kapalı ocaklarda yapılmıştır. 1 nolu ocak Güzelkılıçlar aile şirketi tarafından, 2 nolu ocak Ercan kömür işletmeleri tarafından yapılmıştır.

İlgili sahadaki açılan 1-nolu yeraltı ocağında çalışılmakta iken 1976 Haziran'ında ocakta yaşanan ve 3 kişinin yaşamını yitirdiği maden kazası sonrası mali açıdan zorluklar yaşanmış ve nihayet şirketin ve maden sahasının devri Ercan Şirketler Topluluğu'na satışı yapılmıştır. Ercan Kömür İşletmeleri aynı sahanın doğu tarafında 2-nolu yeraltı Ocağını 1994 yılına kadar işleterek, rezervleri geliştiren sondajlar yaparak faaliyette bulunmuştur. 1994-2000 yılları arasında sahadaki madencilik faaliyetleri Nevşehir/Gülşehir ve Mersin/Çamlıyayla'daki faaliyetler nedeniyle ara verilmiştir.

06.05.2000 tarihinden sonra **Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi** unvanlı yeraltı kömür ocağında rödevansçı/işletmeci olarak; 01.02.2001–16.05.2008 tarihleri arasında Akpınar Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından çalışılmıştır.

Akpınar Madencilik A.Ş. sahadaki faaliyetlerini durdurarak tüm demirbaşları ve çalışanları yeni kurulan Özakpınar Madencilik Nak. ve İnş. San. Tic. Ltd. Şti.'ne devretmiştir. Söz konusu şirket aynı şekilde 16.05.2008-01.08.2016 tarihleri arasında rödevansçı-işletmeci olarak faaliyetleri sürdürmüştür. Soma ve Ermenek bölgelerinde yaşanan 2 ayrı maden kazasının ortaya çıkardığı sonuçlar ile 3213 sayılı maden kanununun 6592 değişik sayılı yasası gereği “özel sektörde yeraltı kömür madenlerinin rödevansçı-işletmeci eliyle işletilmesinin sona erdirilmesi” hükmü gereği 01.08.2016 tarihinden itibaren ruhsat sahibi şirket olarak sahadaki tüm madencilik faaliyetlerini kaldığı yerden hukuken ve 01/06/2019 tarihinden itibaren demirbaş ve çalışanlarıyla ile birlikte fiilen devralmış bulunmaktadır. Halen yeraltı işletme yöntemi ile kömür üretim faaliyetleri ruhsat sahibi şirket tarafından yürütülmektedir (Yılmaz, 2021).



Şekil 3.40. Üçpınar Ermenek işletmesine ait maden işletme ve izin alanı uydu görüntüsü

3.12.4. Yer bulduru haritası ve karayolu ulaşım durumu

Ankara'dan Ermenek ilçesine karayolu ulaşımı; 2 ana arterden sağlanmaktadır. İlk güzergâh; Ankara-Konya karayolundan öncelikle Konya il merkezine, sonrasında Konya-Karaman çevre yolundan, Mersin Mut ilçesine ve Mut ilçesinden batıya doğru 80 km sonra gidilerek Ermenek ilçesine ulaşılır. Bu güzergâh, ilçeye 4 mevsim ulaşım sağlayan en işlek yoldur. Diğer alternatif Ermenek ilçesine Konya Çumra ilçesinden Sarioğlan kasabası geçilerek, Hadim ve Taşkent ilçeleri üzerinden 200 km lik yol ile de ulaşmak mümkündür. Bu yol daha çok yazın işlemekte olup, Belpınar Beli (1890 m) ve Karahasan Geçidi (1650 m) yüksek rakımlı batı Toros tepeleri yoğun kar yağışı nedeniyle zaman zaman ulaşımına kapanmaktadır. Yer bulduru haritası (Şekil 3.41)'de verilmektedir.

Karaman il merkezinden Ermenek ilçesine direk karayolu bağlantısı kuzeyden Bucakışla üzerinden 100 km çok işlek olmayan sadece gezi amacıyla gidilen yayla yolu mevcuttur. Ermenek ilçesinin güney bağlantısı 110 km'lik yol ile Anamur ilçesine, 2000 rakımlı Torosların geçildiği 120 km'lik yol ile Alanya ilçe merkezine ulaşım mümkündür.

İşletme sahası 5 km asfalt Boyalık ve Tepebaşı arasındaki köy yolu ve 25 km Ermenek-Konya 340-04 nolu devlet ulaşım yolu ile Ermenek ilçesine bağlanır. Aşağıdaki (Şekil 3.42) deki karayolu haritasında Karaman Ermenek'te bulunan faaliyet sahasına ulaşım güzergâhı yer almaktadır.



Şekil 3.41. Karaman ili ve Ermenek ilçesinin Türkiye haritasındaki konumu



Şekil 3.42. Karaman Ermenek ilçesine karayolu ile ulaşım güzergah konumu

3.12.5. Temdit işletme projesinin gerekçeleri

S:7694 sayılı ruhsat sahası, 1965’den beri madencilik faaliyetlerinin yapılmakta olduğu bir sahadır. Bu sahayla ilgili olarak yapılan çalışmalar neticesinde, ekonomik potansiyele sahip, yeterli tonajda rezerv olması, ruhsatın üretimlerine devam etmesi, ülke ekonomisine katma değer sağlaması, istihdama katkıda bulunması vb. gerekçeler ile Temdit İşletme Projesi ve ilgili ekleri hazırlanarak Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğüne (MAPEG) sunulurak 13.04.2025 tarihinde onaylanmıştır.

Maden ruhsat sahasında 2001 yılından beri yapılan üretim imalatlarından ve 2000 yılı ile öncesinde yapılan kömür sondajlarının rezerv hesaplama verilerine göre; sahadaki işletmecilik faaliyetleri açısından şu değerlendirmeler yapılmıştır.

1- Sahada madencilik çalışmalarının sürdürülebilmesi için kömür rezervinin yeterli olduğu ve üretilmesi planlanan tüvanan kömür miktarının yıllık **25.000 ton/yıl** olarak belirlenmiştir.

2- Ruhsat Sahasındaki mevcut ocağın güney-batı kesiminde yer alan 2010-13 yılı üretim imalat sınırından mostraya kadar uzanan bölümünde yaklaşık 100.000 ton ve doğu kesiminde önceki yıllarda çalışılmış olan eski imalat panoları devamında 150.000 ton sanayide kullanılabilecek 2500 kcal/kg değerinde proje termini dışında ilave kömür rezervi olduğu tespit edilmiş olup; bu kısımlardaki rezervin açık işletme yöntemi ile üretilmesi uygulanmasının uygun olacağı öngörülmektedir. Mevcut şartlarda bu alanların sonraki yıllarda değerlendirilmesi uygun olacaktır.

3- Sahadaki kömür yapısının jeolojik şartları, eğim ve doğrultusu itibariyle damar yapısında pano geometrisi oluşum nedeniyle **yarı mekanize kazı ile yüksek kapasiteli üretime uygun** olduğu mümkün görülmektedir.

4- Temdit projesinde planlanan termin olarak verilen bazı kömür panolarında linyit horizonunun jeolojisi, yapılan sondaj verilerinden kömür kalınlığının 3,00 ile 9,00 m bulunduğu, söz konusu pano bölümlerinde yarı mekanize tahkimat sistemi ile tavan ayak-taban ayak şeklinde katlı üretim imalatlarına uygun ve elverişli olduğu tespit edilmiştir.

5- Şu ana kadar üretim yapılan birçok pano ve halen çalışılmakta olan kömür panolarında tavan elde çalışılmakta olup, yaklaşık 2,50-3,00 metre damar stampının üretimi yapılmaktadır. Göçertilen ayak arkası tavanı taban kömürünün üzerine düşürülmüştür. Geri dönüşlü ayak uygulaması sırasında taban yollarında kronik olarak karşılaşılan taban kabarması sorunu nedeniyle birçok kez taban basımı yapılmakta iken kalınlığı 2,50 ile 5 metreyi bulan 1.500-2.500 kcal/kg değerinde bırakılan (işletilemeyen) şistli-kömür rezervi olduğu üretim çalışmaları sırasında görülmüştür.

6- Ocakta 2001 yılından itibaren üretimi tavan ayak şeklinde yapılmış olan tüm kalın damarlı düşük kalorili eski imalat panolarında yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemi ile yeniden pano imalatı hazırlığı ve sanayi tipi daha yüksek miktarda kömür üretimi yapılabilmesi mümkün görülmektedir.

7- Sahadaki temdit projesine konu termin planı üretim imatları açısından kömür rezerv sondajları yeterli olmakla birlikte, hazırlık katı galerilerinin planlaması ve sınır tespiti açısından ileriki süreçte tekrar değerlendirilebileceği öngörülmektedir.

8- Son yıllarda yakma teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak gerek önceki yıllardan kalan; bilinen ancak üretilmeyen, gerekse çalışma yapıldıkça ortaya çıkan 1500-2500 kcal/kg kalorili düşük kalorili-ara kesmeli kömürün Çumra şeker fabrikasında ve diğer sanayi kollarında yakıt olarak kullanılabilmesi mümkün hale gelmiştir. Buradan hareketle bundan sonraki kömür üretim çalışmalarına yeterli ve uygun şartlar oluştuğu takdirde katlı çalışma yapılarak düşük kalorili şistli taban kömürlerinin de mekanize kazı yöntemi ile üretilerek değerlendirilmesi mümkün hale gelebilecektir.

9- Sahadaki mevcut madencilik faaliyetlerinde şu ana kadar uygulanmakta olan; yeraltı işletme yönteminin temdit işletme projesinde de yine yeraltı işletme yöntemi olarak devam edilerek uygulanması diğer 2. ve 3. poligon rezerv alanlarındaki kömürün açık ocak olarak en son üretilmesi bu aşamada doğru bir yaklaşım olacaktır.

10- Sahada farklı alanlarda aynı ve ayrı zamanda açık işletme faaliyetlerine başlanması için yapılan AR-GE çalışmaları yeterli veri oluşturmaktadır.

Ancak söz konusu alanlarda planlanan sondajların sayısının arttırılması, söz konusu alanlardaki özel mülkiyetli alanların satın alınması, madencilik mevzuatları ve iş güvenliğindeki yeni yaklaşımların dikkate alınması ihtiyacından dolayı sonraki yıllarda ve temdit süresinde başlanması planlanmaktadır.

3.12.6. Rezerv bilgileri

Çalışılan kömürlü alan üzerindeki kömür rezervi hesabı önceki yıllarda yapılmış olan kömür sondajlarına ve yaklaşık 20 yıldır faaliyeti sürdürülen yeraltı çalışmalarına göre belirlenerek güncellenmiştir.

Tespit edilen kömürlü alan için yapılan sondaj sayısının yeterli olduğu düşünülmektedir. Sondaj ile arama ve geliştirme çalışması, sonraki yıllar için rezerv tespiti amacı dışında yeraltı projesine ekonomik anlamda katkısı bakımından değerlendirilebilecektir. Sahadan yapılan tüvanan kömür üretimi toplam miktarı 2020 yılı dahil **460.000 ton** değerine ulaşmıştır.

Temdit projesindeki rezerv alanlarının belirlenmesi ve kömür rezerv hesaplamalarındaki ana hedef üretim planlaması yapılan alanlar üzerine kurgulanmış olup, termin projesi rezerv alanı olarak tanımlanmıştır. İşletme izin alanı dışında kalan diğer alanlar muhtemel rezerv alanı olarak değerlendirilmektedir.

Yapılan tüm sondajlara ait veriler ve yaklaşık 20 yıldır sürdürülen yeraltı imalatlarının sonuçlarına göre işletme izin alanı içinde kalan yeniden hesaplanarak güncellenen revize edilen; Görünür kömür rezervi,

- **Görünür Rezev Miktarı** : Temdit için projelendirilen 3-poligon alanındaki hesaplanan miktar;
- **Termin Projesi Rezerv Miktarı** : **643.012,50 ton olarak hesaplanmıştır**
Ruhsat sahasının işletme izin alanı dışında kalan kuzey ve güney poligon alanları
- **Muhtemel ve mümkün kömür rezervi toplamı:** 1.000.000,00 ton olarak tahmin edilmektedir.
- **Üretim Termini Proje Ömrü:**

Termin Projesi Rezerv Miktarı	: 643.012,50 ton
Proje Kapasitesi	: 25.000 ton/YIL
Üretim Projesi Ömrü	: 25,72 YIL ~25 YIL

3.12.6.1. Temdit işletme projesindeki AR-GE görünür kömür rezerv alanları

Sahanın görünür rezerv alanı mevcut bulunan işletme izin alanının içinde yer almaktadır. Ocağın görünür kömür rezerv alanı 3 poligondan oluşmaktadır.

1. Poligon alanı (Mevcut Ocak) : 2001-2020 yılı imalatlarının kuzeyinde yer alan +1355/+1250 katları arasındaki 105.775 m² alanda çevrili **412.522,50 ton** kömür hesaplanan mevcut ocak çalışma ve proje alanıdır.

2. Poligon alanı (Pamuklu köyü tarafı): +1400 katı üstünün +1460 kadar olan, 2010-2014 yılı imalatlarının devamında mostraya kadar ocağın güney-doğu kısmına düşen ve yaklaşık 34.000 m² alanda **132.600,00 ton** kömür rezervi tahmin edilen alanı kapsamaktadır. Mevcut ocaktan mesafe uzaklığı, kömür kalitesinde ve kalorisinde düşme, müstakil olarak açık veya kapalı çalışılabilme imkânı olduğu için bırakılmıştır.

3. Poligon alanı (Dede beleni): Mevcut ocağın güney-batı tarafındaki 2019-21 yılı imalat sınırından +1420 kotundan itibaren +1500 mostraya kadar olan 25.100 m² alandaki **97.890,00 ton** olarak hesaplanan kömürlü kısmı kapsamaktadır. Mevcut ocaktan mesafe uzaklığı, hazırlık yatırım değeri görece yüksek olacağı, müstakil olarak açık veya kapalı çalışılabilme imkânı olduğu için bırakılmıştır.

2. ve 3. Poligon alanları hem mevcut ocaktan yapılacak hazırlıklarla ya da müstakil olarak yapılacak hem açık işletme hem de kapalı işletme yöntemi ile üretime uygundur. Görünür rezerv alanlarına dair koordinatlar ile alan ve rezerv hesapları aşağıdaki çizelge 3.3. da verilmektedir.

3.12.6.2. Görünür kömür rezervi olarak tespit edilen poligon alanları

Görünür rezerv alanlarındaki kömür yapısının tabakalı damar yapısındadır. Ocağın genel damar yapısı G/K eğimde ve B/D doğrultudadır. Kömür kalınlığının 9-10 m bulmakta olan kömürlü alanlar olmakla birlikte planlanan üretim termininde kömür kalınlığı 3,00 m ve kömür özgül ağırlığı 1,30 ton/m³ olarak alınmıştır. Sonuç olarak Sahanın işletme izin alanı, mevcut ocak çevresinde yapılan tüm yer altı ve yerüstü çalışmaları ile tüm sondajların korelasyonundan yapılan revize hesaplama ile toplam **görünür kömür rezervinin 643.012,50 ton** olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3. Temdit projesinde AR-GE ile geliştirilen görünür rezerv poligon hesaplama tablosu

TEMĐİT PROJESİ KÖMÜR REZERVİ	Kömür Kotları (m)	Hesap Alanı (m ²)	Ort. Kömür kalınlık (m)	Kömür yoğ. (kg/m ³)	Rezervi (ton)
1.POLİGON	1355/1250	105.775	3,00	1,30	412.522,50
2.POLİGON	1440/1470	34.000	3,00	1,30	132.600,00
3. POLİGON	1370/1450	25.100	3.00	1,30	97.890,00
GENEL TOPLAM	He=17,027	170.275	3,00	1,30	643.012,50

3.12.6.3. Kömür kalitesi ve kimyasal analiz bilgileri

Ruhsat sahasında bugüne kadar tespit edilen birbirinden ayrı-müstakil alanlarda ve farklı zamanlarda çalışmış olan 2-adet ocak bulunmaktadır. Bu ocaklarda yeraltı işletmesi yöntemi ile çalışmış olduğu bilinmektedir. Önceki ocaklar ile mevcut ocağın kömür yapısı kimyasal özelliklerinin yaklaşık aynı, ocak jeolojisi ve yataklanma şekli farklıdır. Bu sahadaki kömürlerin; Ermenek havzasındaki diğer kömür sahalarından en belirgin farkı bünye rutubeti ve daha mat görünümlü olmasıdır. Çalışılan damarın **orta sınıf kalitede linyit kömürü** olduğu söylenebilir. Sahada Üretilmekte olan tüvanan kömürde yapılan eleme sonucu elde edilen parça, fındık ve toz kömüre ait kimyasal analiz değerleri (Çizelge 3.4)’de verilmektedir (Norm-Lab: 22.06.2019/839-840-841).

Çizelge 3.4. Kömüre ait kimyasal analiz değerleri (Norm-lab:22.06.2019/839-840-841)

KÖMÜR CİNSİ	PARÇA KÖMÜR	FINDIK KÖMÜR	TOZ KÖMÜR
ANALİZ TÜRÜ	ORJİNAL KÖMÜRDE ANALİZ DEĞERLERİ		
Rutubet Nem (%)	29,79	28,78	28,42
Kül (%)	17,96	26,81	30,95
Uçucu Madde (%)	30,18	26,43	26,24
Sabit Karbon (%)	22,07	17,98	14,39
TOPLAM	100,00	100,00	100,00
Gaz (%)	64,86		
Kok (%)	35,14		
TOPLAM KÜKÜRT (%)	2,96	2,95	3,15
Üst Isıl Değer (Kcal/kg)	3.599	2.996	2.701
Alt Isıl Değer (kcal/kg)	3.283	2.708	2.421
KÜL ERGİME (°C)	1.201	1.208	1.224
KÜL AKMA (°C)	1.206	1.225	1.237

3.12.6.4. İstihdam durumu

İşletmedeki yeraltı kömür üretim faaliyetleri sonucu 25.000 ton/yıl tüvanan üretim için 67-yeraltı+18-yerüstü olmak üzere toplamda 85 kişilik işçi istihdamı ile sağlanacaktır. Çalışanlar başlıca; yeraltında, kömür üretimi, hazırlık, nakliyat ve su atımı, elektromekanik işleri (havalandırma, su atımı, tamir bakım ve tahkimat emniyet vb.) işlerde, yerüstünde; kömür kırma-eleme, stoklama, paketleme, sevkiyat yüklemesi gibi

işlerde görev alacaktır. Bunların yanı sıra sosyal ve karo tesislerinin bakımı, onarımı, temizlik hizmetleri ve şantiye güvenliği için istihdam sağlanacaktır.

Yıllık fiili çalışma süresi; yılın resmi ve dini bayramları ile 52 günlük hafta sonu tatili hariç 304 iş günü ve 3-vardiya düzeninde, çalışılması planlanmaktadır. Aşağıda (Çizelge 3.5)'de çalışmakta olan personel dağılımı verilmektedir.

Çizelge 3.5. Üçpınar Madencilik Ermenek İşletmesi personel çizelge tablosu

S. NO	ÇALIŞMA BÖLÜM PLANI GÖREVLİ PERSONEL	GÖREVİ YERİ	(24/08) VARDİYA	(08/16) VARDİYA	(16/24) VARDİYA	GÜNLÜK ÇALIŞAN
A.	YERALTI BÖLÜMÜ	GÖREVİ	Adet	Adet	Adet	Adet
A1.	İşletme Müdürü	MÜHENDİS		1		1
A2.	Teknik / Daimî Nezaretçi	MÜHENDİS		1		1
A3.	Teknik Elemanlar	MÜHENDİS	1		1	2
B1.	Ocak şefi	OCAK		1		1
B3.	Vardiya Çavuşu	OCAK	1	1	1	3
C1.	Elektromekanik Şefi	ATÖLYE		1		1
C2.	Elektrikçi	ATÖLYE		1		1
C3.	Yeraltı Ajestörü	ATÖLYE	1	1	1	3
ABC.	TEKNİK PERSONEL TOPLAMI		3	7	3	13
D.	Nakliyat Ekibi Toplamı	NAKLİYAT	3	5	5	13
E	Hazırlık Ekibi Toplamı	HAZIRLIK		3		3
G1.	Barutçu-Ateşçi	ÜRETİM	1	1	1	3
G2.	Malzemeci/Ağırlıkçı			2		2
G3.	Tahkimat Ustası		3	3	3	9
G4.	DD ve Tahkimat Sökümü			2		2
G5.	Kazı Ustası ve Usta Yedeği		2	3	3	8
G6.	Pasacı veya Vasıfsız İşçi		4	4	4	12
YA	YERALTI BÖLÜMÜ TOPLAMI		13	23	16	52
B.	YERÜSTÜ BÖLÜMÜ	YERİ	Adet	Adet	Adet	Adet
H1.	İş Makinası Operatörü	MAK-BAK		1	1	2
H2.	Şöför-Yağcı	MAK-BAK		1		1
H3.	Marangoz	HIZARHANE		1		1
H4.	Ahçı	MUTFAK		1	1	2
H5.	Puantör	SOSYAL		1	1	2
I1.	Çuval Paketleme-Yükleme	SİLO		1	1	2
I2.	Kömür Eleme İşçisi	SİLO		2	2	4
I3.	PM Deposu Bekçi-Koğuşçu	GÜVENLİK	1		1	2
I4.	Sondör / Kaynakçı	GÖREVLİ		1		1
I5.	Servis şöförü	HİZMET		1		1
YÜ	YERÜSTÜ BÖLÜMÜ TOPLAMI		1	10	7	18
K.	İŞLETME ÇALIŞAN TOPLAMI		17	40	26	83
K1.	Büro Muhasebe Personeli	OFİS		2		2
L.	İŞLETME GENEL TOPLAMI		17	29	23	85

3.12.6.5. Jeolojik özellikler

Karaman ve civarında otokton konumlu kayalar yüzeyler. “Hadim Birliği” adı altında Toplanan başlıca birimler, Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonu, Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Seydişehir Formasyonu, Orta Jura- Kretase yaşlı Kaplanlı

Formasyonu, Üst Kretase – Orta Eosen yaşlı Yeniköy Formasyonu, Orta- Üst Eosen yaşlı Karacalı Formasyonu'dur.

Ermenek-Halimiye (Tepebaşı) sahası: Jura-kretase yaşlı serpantin ve kireçtaşları (Tm) temeli oluşturan kayalardır. Neojen kayaları ve bu temel üzerine uyumsuz olarak gelir ve taban konglomerası (m1) ile başlar. Serpantin ve kireçtaşı çakıllarından oluşan bu konglomera seviyesi mostralarda kahvemsî-sarı renklerde görülür. Konglomeralar üzerine, siltli-kil ve killer gelir. Gri-yeşil renkli killer plastik özelliklerdir. Daha sonra ise linyitli zon yer alır. Linyit parlak, siyah renklidir. Horizon içerisinde linyitli kil ve killi linyit seviyeleri de bulunmaktadır. Linyit horizonun üzerine, marn-killi kireçtaşı (m2) seviyesi gelir. Bu seviye, fosil ve kömürleşmiş ağaç kalıntıları içerir. Neojen çökellerinin en sonuncusu sarımsı-kahverengi ve lamelli branş fosilleri kapsayan kireçtaşlarıdır (m3). Kuvaterner, blok ve çakıllar (Q) ve alüvyonlarla temsil edilir. Kömürlü alanda tektonik hareketlerin etkisiyle tabaka eğimleri 50° kadar çıkar. Ancak bu alanın blok ve çakıllar ile örtülü oluşu nedeniyle yapısal düzensizlikler yeterince gözlenememiştir (MTA,352s).

3.12.6.6. Yapısal jeoloji

Hadim ve civarında, naplı-bindirmeli yapıların, Göksu Irmağı'nın açtığı derin vadi içlerinde aşındırılmaları sonucu, otokton konumlu kayalar açığa çıkar (Hadim Birliği). Otokton konumlu kayalar üzerinde yer alan naplı-bindirmeli yapılara "Göksu Napları" denilmiştir. Erken Alt Paleosen'den sonra gelişmeye başlayan sıkışmalı tektonik, özellikle ters faylarla, bindirmeli ve naplı yapıları oluşturmuştur. Kıvrımlanma gelişimlerine pek rastlanmaz.

Saha jeolojisi; daha önceki çalışmalar, sondaj verileri ve mevcut ocakların üretim planlarına göre elde edilen bulgulara göre değerlendirilmiştir. Birçok kıvrım vardır. Antiklinal ve senklinaller Asar Dağı, Kartal Dağı ve küçük çayda gözlemlenir. Sahada hem temel birimlerde hem de kömürlü birimlerde irili ufaklı faylar tespit edilmiştir. Ana faylar; Çanakçı Fayı, Guzve Fayı, Kışlacık Fayı ve Takan Fayı'dır. Temelde bulunan serpantinler, mesozoyik kireçtaşlarına bindirme yapmıştır. Jeolojik harita da verilmiştir.

3.12.6.7. İnceleme alanı jeolojisi

Ermenek kömür havzası Karaman, Mut, Anamur, Alanya ve Hadim yerleşim Birimleri arasında yer alır. Batı Torosların doğu kesiminde birbirinden bağımsız; kömür damarları içeren birçok havza vardır. Bunları Ermenek, Gülnar, Gazipaşa, Mut ve

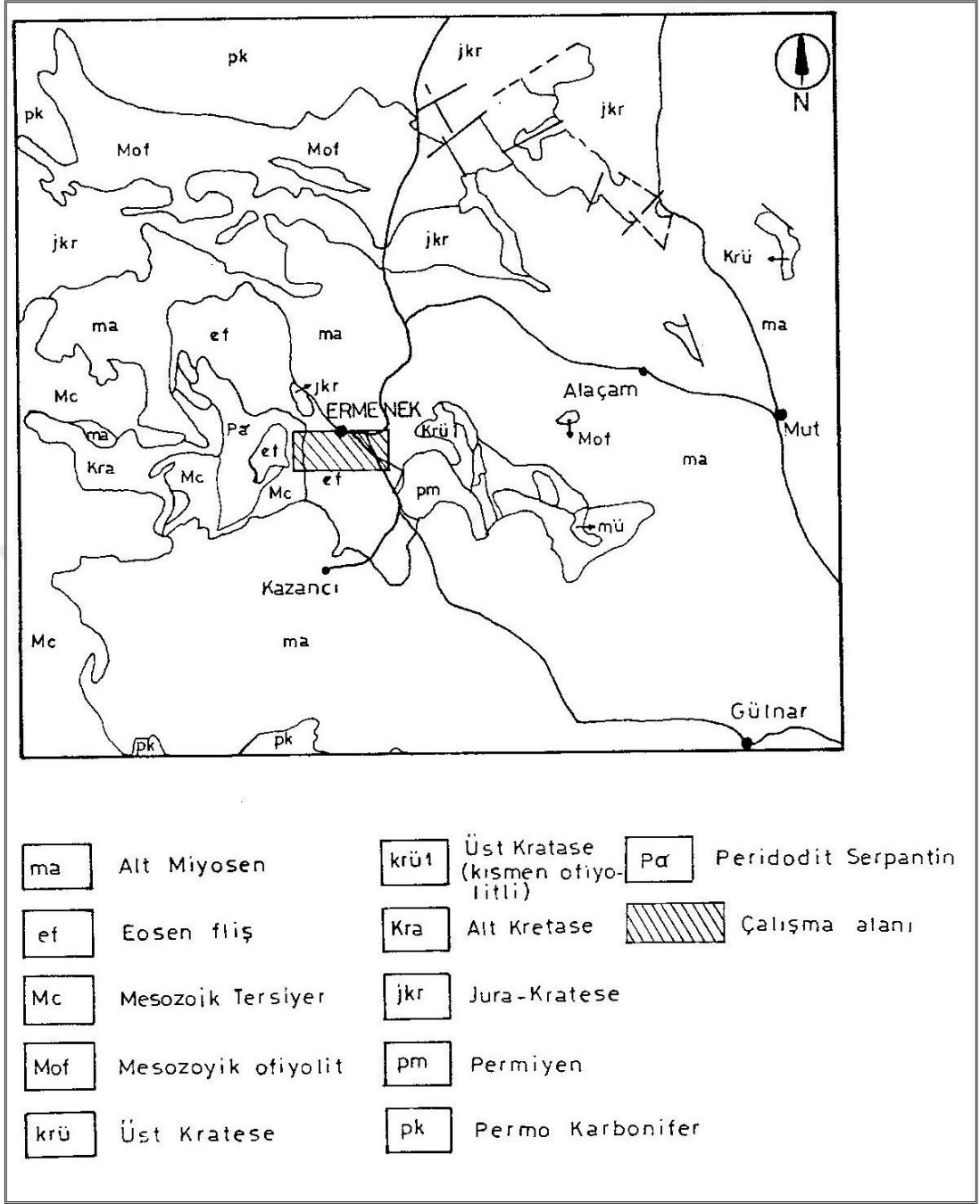
Çamlıyayla diye sıralayabiliriz. Ermenek linyit oluşumu bu saydıklarımızın içinde en verimli olanıdır. Ermenek ve çevresi linyit neojeni olarak adlandırılan bu sahada temel kayalar kireçtaşları oluşturur.

Temel Birimleri : Jeolojik haritada da görüldüğü gibi sahada altta Jura – Kretase yaşlı dolomatik kireçtaşı ve serpantinler (ofiyolitler) bulunmakta olup bunun üstüne Orta Miyosen yaşlı karbonatlı, killi marnlarla ve içinde kömür damarlarını barındıran Ermenek formasyonunu oluşturan birim gelmektedir.

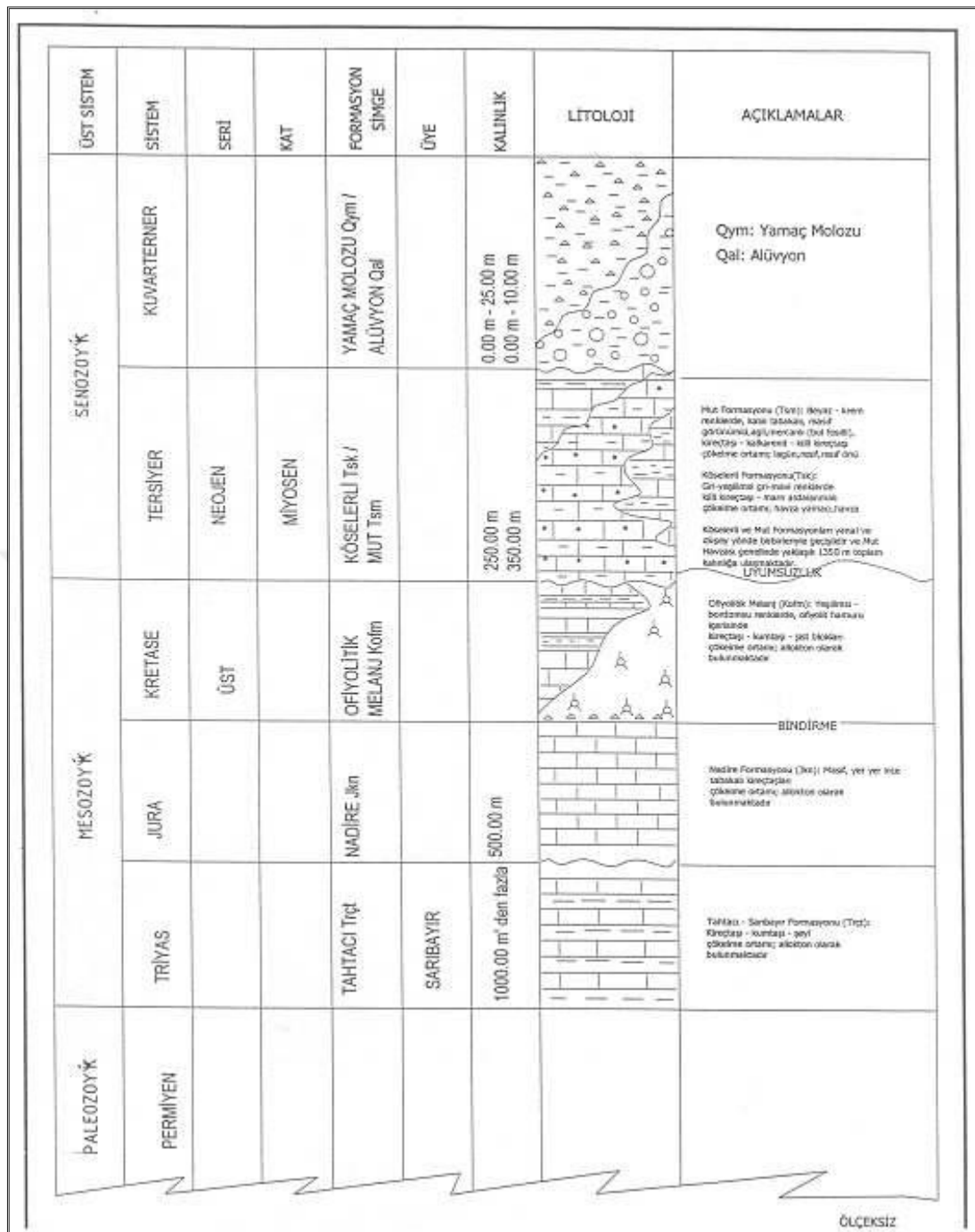
Kömürlü birim : Çalışmanın detaylı olarak sürdürüldüğü, içerisindeki ocaklardaki kalınlığı 0,5 ile 8 m arasında değişen kömür (liniyit) tabakları/damarları içeren kömürlü birim, arazide açık kahve–yeşil arasında değişen renkler de gözlenmiştir. Sahanın kuzeybatı kısmında, yüzeylenmekte olan bu birime ait kayaç türleri, çalışılan bölgede hemen temel kayalar üzerinde iri bileşenlere sahip konglomeratik bir seviye ile başlamakta ve kalın tabakalı, açık kahverengi kumtaşı-marn ardalanmasıyla devam etmektedir. Tavanlarına doğru karbonatlı kilitaşı ve çok ince linyit bantları bulunan bu birim, üst seviyesinde genellikle masif görünümlü, kil bantları içeren ve kalınlığı artan linyit damarı şekliyle gözlenmiştir.

İnceleme alanı stratigrafisi: Kömürlü tabakaların temelini Çakozdağı Formasyonu yani Jura-Kretase kalkerleri (Kristalize kireçtaşları) oluşturmaktadır. Bunların üstünde Üst Kretase Serpantinleri (Ofiyolitik melanj) yer alır. Bunların üstünde eosen yaşlı Tepebaşı formasyonu (Konglomera-kumlu kireçtaşı) yer alır. Bunların üstünde Alt miyosene ait Yeni Mahalle Formasyonu (Kumtaşı-Silttaşı-Marn) yani kömürlü birim ve bu serinin üzerinde orta-üst miyosene ait Mut Formasyonu (Resifal kireçtaşları) yer alır. En üstte ise kuvaternere ait pekişmemiş genç oluşumlar (yamaç molozları) yer almaktadır. (Şekil 3.44)' de bölgeye ait stratigrafi yer verilmiştir.

Litolojik birimler : Ermenek kömür havzası, 1/500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasında Eosen yaşlı fildişi sedimentleri olarak gösterilmiştir. İnceleme alanında ve yakın civarlarında yer alan kayaç türleri stratigrafik konumuna göre 6 litolojik birimine ayrılmıştır. Bunlardan temel kayalar ile tersiyer yaşlı istifin taban birimleri kömürlü birimin tabanını, denizel karakterli fosilli kireçtaşları ile üst marnlı birim kömürlü birimin tavanını oluşturmaktadır. Aşağıdaki (Şekil 3.43)'de inceleme alanı ve yakın çevresinin 1/500 000 ölçekli MTA ait jeoloji haritası verilmektedir.



Şekil 3.43. İnceleme alanı ve yakın bölgesinin jeoloji haritası (MTA 1/500 000 ölçekli Konya paftası)



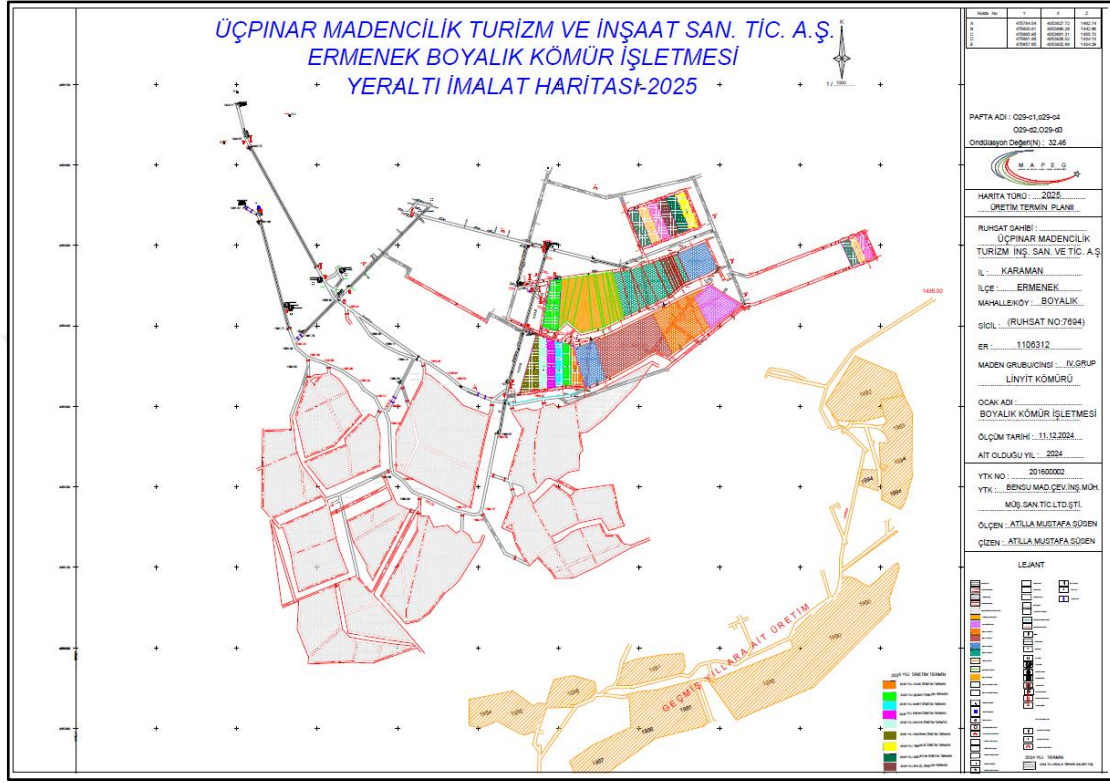
3.12.6.8. Hidrojeoloji

Proje alanındaki hidrojeolojik şartlar, oldukça karmaşık olup jeolojik ve yapısal şartlarında karmaşıklığını göstermektedir. Bununla birlikte proje alanında birçok hidrojeolojik sistem ve akifer bulunmaktadır.

Ruhsat alanında Jura Makine Nakliye Maden San. Tic. Ltd. Sti.'ne Haziran-2017 tarihinde "Üçpınar Madencilik Turizm Ve İnşaat San. Tic. A.Ş. Karaman-Ermenek

Boyalık Kömür İşletmesi 7694 Nolu Saha Hidrojeolojik Etüt Raporu'' hazırlanmıştır. Buna raporun sonuç bölümüne dair detaylara 4.bölümde yer verilmiştir.

7694 Nolu Ruhsat sahasında madencilik faaliyetleri yapmakta olan Üçpınar madencilik Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi 27.06.2025 tarihli güncel yeraltı imalat planı (Şekil 3.45)'de verilmektedir.



Şekil 3.45. Üçpınar Madencilik 7694 Saha Ermenek Kömür İşletmesi güncel imalat haritası

3.12.7. İşletme yöntemi

Ruhsat sahasındaki madencilik faaliyetleri Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi tarafından kömür üretimi, **yeraltı işletme yöntemi** prensiplerine göre yapılmaktadır. Varlığı ve rezervi tespit edilen ekonomik linyit kömür madenine ana ihraç ve nefeslik desandresi ile ulaşılmıştır. Üretim, kömür damarı içerisinde sürülen taban yolları ve baş yukarıların birbirine irtibatlandırılmasından sonra oluşturulmuş olan panoda **klasik geri dönüşlü-tavan göçertmeli uzun ayak yöntemi**yle yapılmaktadır. Panolar birbirinden müstakil halde hazırlanır. Pano ebatları yıllık tahmini satış miktarına göre boyutlandırılır. Biten panoların giriş ve çıkışları barajlanarak hava ile teması kesilir. İnsan girişi önlenir.

3.12.8. İş akış (proses) aşamaları:

İş organizasyonunda hazırlık, üretim ve satış proseslerine göre dört ana gruba ayrılır;

- 1-Hazırlık işleri; Ana ve tali hazırlıklar (Taş ve kömür içindeki desandre, galeri) olmak üzere 2- kısımdır.
- 2-Üretim (Pano ve ayak hazırlığı ile geri dönümlü, tavan göçertmeli uzun ayak sistemi uygulanmaktadır)

İş organizasyonunda işlem sırasına göre eş güdümlü yapılan işlemler;

- Kazı Yapılması, (Patlayıcı Madde ile Gevşetme, Kazı ve Yükleme)
- Havalandırma Ve Tahkimat Emniyetinin Sağlanması,
- Nakliyat Ve Su Atımı Yapılması,
- İş Güvenliği Önlemlerinin Alınması,
- 3-Boyutlandırma, Kırma-Eleme, Sınıflandırma, stoklama,
- 4-Sevkiyat ve Yükleme Yapılması.

3.12.8.1. Hazırlık işleri

3.12.8.1.1 Desandreler ve ana nakliyat galerileri:

Sondaj etütleri ile varlığı ve rezervi bilinen kömür damarına, oluşturulan yeraltı projesi ile ulaşılmaktadır. Ana nakliyat galeri ve desandrelerdeki kazı işlemi arında delik delme, patlayıcı madde sıkılama ya da şarjlama, patlatma yapılması, pasa kaldırma kesit yüzeyinin uygun hale getirilmesiyle birlikte tahkimat unsurlarının tamamlanması şeklinde sağlanmaktadır. Genelde kuyu, desandre ve düz galeri şeklinde olan kömür damarına ulaşım işletmemizde taş içerisinde açılan ana ihraç ve ana nefeslik desandreleri ile gerçekleştirilmiştir. Desandre tabanlarından damar doğrultusuna paralel olarak ana nakliyat galerileri sürülmüştür. Bu şekilde yeraltında 3-adet ana kat oluşturularak uygun noktalardan her iki katın bağlantısı yapılarak, doğal havalandırma sirkülasyonu sağlanmış olmaktadır. Tamamı taş içerisinde sürülen desandre ve galeriler 5–6 m² kesitindedir Ana nakliyat desandresi 28° meyilde ve 192,00 m uzunluğunda, Nefeslik desandresi 30° meyilde ve 160,00 m uzunluğundadır. Yeraltında dahili olarak +1355/1300 kotları arasında açılmış bulunan 18° eğimde 200 m Boyunda Kuzey-1 desandresi ve halen aynı kotlarda 25° eğimde 135 metre olarak açılmakta olan kuzey-2 desandresi ile önümüzdeki 5 yıl için kömür üretiminin yapılması planlanan kat hazırlığı sürdürülmektedir. Ocak yeraltı projesine sadık kalınarak taş içerisinde 01/02/2001 den 31/07/2025 tarihine kadar yaklaşık olarak 5.500 m taş galeri sürülmüştür.

3.12.8.1.2. Damar içi hazırlıklar:

Damar içi hazırlıklar tamamen damar içerisinde sürülen, müstakil olarak hazırlanan pano oluşturma amaçlı taban yolları, başyukarılar, arama bacası ve kılavuz bacaları kapsamaktadır. Damar içerisine ana nakliyat galerilerinden rekup (kesesiye) galeriler ile girilmekte ve damar askıya alınmaktadır. Damar içi kömür bacaları faydalı kesiti 5 m² kesitinde olup taban yolları ufki düz ve doğrultu boyunca, başyukarılar damara dik, tavan elde olup tavan yapısına göre 0 ile 40° arasındaki meyilde sürülmektedir. Bugüne kadar projelendirilen 15-adet kömür panosu için 45.000 m kömür bacası sürülmüştür.

Üretim ve hazırlık çalışmalarının tüm yıla çıkması durumunda; hazırlıklar ilerletimli olarak ayak hazırlığı yapılacak, pano üretim aşamasında, **Geri dönüşümlü tavan göçertmeli uzun ayak şeklinde** çalışılacaktır. İlerletimli çalışmada pano ilerlemelerinde 25-30 m önceden rekup başyukarılar çıkılarak veya taban sürülerek kılavuz ile ayağa irtibatlanarak geri dönüşümlü arka göçertmeli uzun ayak olarak üretim devam edecektir.

3.12.8.2. Üretim yöntemi

İşletmede kömür damar içerisinde müstakil olarak oluşturulan üretim panoları (genellikle satış programına göre boyutlandırılacaktır.) geri-dönüşümlü tavan göçertmeli uzun ayak şeklinde üretilmesi planlanmaktadır. Üretim panosu farklı kotlardan ve noktalardan sürülecek damar doğrultusu boyunca taban yollarının başyukarı ile birleştirilerek havalandırma sirkülasyonunu-çevriminin sağlamasından sonra oluşturulan üretim ayağından kömür üretimine geçilecektir. Yatay veya 35°'lik yatıma kadar olan kömürlü yapılar, normal uzun ayak üretimi şeklinde, daha dik yatımlı kömürlü yapılar ise dişli ayak, diyagonal ayak ve kalın kömürlü panolar dilimli (tavan ayak-taban ayak) şekilde hazırlanıp aynı anda çalışabilen üretim yöntemi ile çalışılması uygun olacaktır.

Normal ayak üretiminde üretim dilimler halinde yapılacaktır. Her dilime have denir ve maksimum 1,40 m genişliğindedir. Have kazı ilerleme yönü yukarıdan aşağıya, ayak ilerleme yönü pano giriş rekup galerisine doğru olacaktır. Ayak da kazı, have de arın bölgesinde ayak boyunca yapılacaktır ve her kazı ekibi kazı bölgesinin tahkimatını ilk olarak ağaç ile arına paralel olarak kaldırılan 4 m'lik sarmalar daha sonra yarı mekanize hidrolik direk +çelik sarma ile yapılacaktır. Kalınlığı 3 m aşan üretim kömür damarları ile kara tumba kılavuzları arasına çelik hasır uygulaması yapılarak tavan ve taban yak olarak katlı çalışma yapılacaktır. Kazılan kömür genellikle ya adi oluk veya zincirli konveyör ile ayak alt taban yolundaki vagon, diğer çift zincirli konveyör veya lastik bant

konveyöre aktarılacaktır. Oradan da ara kat silolarına doldurularak ana nakliyat yolundan desandre dibine taşınarak dışarıya çekilmesi sağlanacaktır. Kömür nakliyatında önceki yıllarda başlanmış olan bant ve zincirli konveyör nakliye otomasyonu +1355 kotu ana ihraç desandre tabanına kadar tamamlanmış olup, ana ihraç desandresine 28° açıdan dolayı tırnaklı çavuş bant kurulumu ile yerüstü tüvanan tumbaya kadar 2026 yılı sonuna tamamlanması planlanmaktadır. Kazı işleminde gevşetme amaçlı olarak patlayıcı madde kullanılmaktadır.

3.12.8.2.1. Genel bilgiler ve iş akış organizasyonu

1-Kazı: Galeri açma, üretim ayağında amaç ön gevşetme yapılması amacıyla patlayıcı madde kullanılmaktadır. Sonraki kazı işlemi martopikör ve klasik el araçları kazma kürek yardımıyla sağlanmaktadır. Kazı işleminde gerek galeri açma gerekse üretimde amaç ön gevşetme yapılması, sonrasında yükleme ve nakliye işlemidir. Ayak da kazı işlemi have de arın bölgesinde yapılır ve her kazı ekibi kazı bölgesinin tahkimatını arına paralel kaldırdığı 4 m lik sarmalar ile yapmaktadır. Kazılan kömür genellikle ya adi oluk veya zincirli konveyör ile ayak alt taban yolundaki vagon, diğer çift zincirli konveyör veya lastik bant konveyöre aktarılmaktadır. Oradan da ara kat silolarına doldurulmaktadır.

2-Tahkimat : Tahkimat malzemesi olarak genellikle ağaç tahkimat unsurları 2.sınıf kızılçam kullanılmaktadır. Önemli bazı noktalar ve galeri kısımlarında çelik tahkimat GI-100/140 ve beton tahkimat yapılmıştır. Kademeli olarak tüm ocak açıklığı çelik tahkimata dönüştürülmesi planlanmaktadır. Taş galeri ve kömür bacası tahkimatında normal çintili bağ kasası kullanılmakta olup, makine daireleri, uygun görülen kısımlar beton veya çelik tahkimat ile tahkim edilmekte, bazı bölümler beton ile kaplanmaktadır.

Ayak tahkimatında arına paralel sarmalar 3-adet çatal direk ile tavana sıkılanır, tavan kamalanır ve ihtiyaç duyulan yerlere ayaklarda sarma altına belleme ve kömür bacalarında bağ kasası altına kilit sarma çekilir. Ayak daki sarmalar aşağıdan yukarıya doğru uç uca gelecek şekilde arından göçük tarafına doğru sarma fırçaları ile sıkılanarak alan dengesi sağlanmaktadır. Ayaklarda tahkimatlı olarak; kazı, oluk (ünite) ve domuzdamı havesi olmak üzere 3 have genişliği oluşturulur. Domuzdamı havesi göçertilecek alan ile kazı alanı arasında yer alır ve tampon görevi görür. Her sarmaya 2 adet domuzdamı kurulur. Yeni bir kömür havesi kazısından sonra tüm haveler sırasıyla ileri kaydırılarak son kalan 4. have sökümü yapılarak kontrollü bir şekilde göçertilir. Ve tüm bu işlemler her kazı havesi dilimi alındıkça pano boyu kadar mesafede tekrarlanır.

Üretim ayağındaki tahkimat sisteminin hidrolik yarı mekanize sistemine dönüştürülmesi için gerekli teknik çalışmalar tamamlanmıştır. İş organizasyonunda; havalandırma ve tahkimat emniyeti, kömür nakliyesi ile diğer yardımcı işler eş güdümlü olarak koordineli bir şekilde yürütülmektedir.

3- Havalandırma : Ocak havalandırması yazın ve kışın nefeslik ocak çıkışındaki +1467 kotundaki biri yedek olan aspiratörler ile mekanik olarak ve Debisi $Q=420 \text{ m}^3/\text{dak}$. Hızı $V=0,5-1,50 \text{ m/sn}$ ile sağlanmaktadır. Ocak havası yukarı yönlü u-tipi çevrim ile ve her kömür panosu için müstakil sağlanmaktadır. Kömür panosu havalandırması; hazırlık safhasında temiz hava bölgesine kurulu tali vantilatörler ile sürekli olarak, irtibat bağlantıları sonrası ise ocak genel havalandırma şebekesine bağlanarak mekanik hava akımı ile sağlanmaktadır. Ocak havalandırması ve ocak gazları merkezi ve erken uyarı sistemi (MGİS sistemi) ile ocak giriş-çıkış ve üretim panosu giriş-çıkış ve hazırlık işleri olmak üzere 5 noktada $5 \times 6 = 30$ sensör ile sürekli, her vardiya çalışma noktalarında, her ateşleme öncesi Manuel dijital el tipi MX4 4-lü gazölçer ile takip edilmektedir. Ocağın farklı ve değişken bölümlerinde her vardiya düzenli olarak havalandırma ölçümleri nezaretçilerce yapılarak raporlanmaktadır.

4- Nakliyat : Kömür nakliyesi ayak içerisinde eğimin 24° ve üzeri olduğu yerlerde sabit oluklar ile daha az eğimli yerlerde (22 kw 30 BG gücünde 1450 dev/dak.) zincirli konveyör ile yapılmaktadır. Katlar arası kömür nakliyesinde ortadan bölünmüş halde yapılmış olan silo başyukarıları ile ve silo başyukarıları arasında yatay konumlu lastik bandlı konveyörler ile yapılmaktadır. Lastik band aks şase unsurları 60 cm eninde, V-tipi 2-li makara kesitinde, 4-5 metre boyunda kafes tipi şaselerin eklenmesi suretiyle kurulmaktadır. Lastik band olarak alev yürütmez özellikte K-tipi sertifikalı poliüretan malzeme kullanılmakta, band şasesi boyunca yangına karşı önlem olarak 60° ısıya duyarlı siprinker ve hidrant sistemi kurulmaktadır. Ana nakliyat yolunda tonluk vagonlara doldurulan kömür desandre dibinden mekanik halatlı vinçler ile dışarı çekilmektedir. Ocak içindeki kömür nakliyesinde zincirli ve lastik bandlı taşıma işlemi ana ihraç desandre tabanına 2023 yılında tamamlanmıştır.

5- Su Atımı : Hazırlık ve üretim dolayısıyla ortaya çıkan açıklıklara gelen yeraltı veya yüzey sularının desandre diplerine yapılan 200 m^3 lük su havuzlarından tahliyesi 37 kw (55 BG) gücündeki santrifüjler ile yapılmaktadır. Ocaktaki su geliri debisi mevsimsel yağışlardan etkilenmekte olup, baharda $1.250 \text{ m}^3/\text{gün}$ ulaşmaktadır. Ancak yazın bu miktar $250 \text{ m}^3/\text{gün}$ düşmektedir. Ocaktaki su havuzları ve santrifüj tulumbaları kapasite olarak yeterli ve yedeklidir.

3.12.8.2.2. Kırma eleme sınıflandırma

Dışarı çekilen kömür, tüvanan olduğu için öncelikle 30 kW.lık 900 dev/dak çeneli kırıcıda 0 –110 mm boyutunda kırılarak boyutlandırılacaktır. Boyutlandırılan kömür kuru elemeye tabi tutularak, (atık) pasadan ayıklanacaktır. Eleme genellikle sallantılı eleklerde kömür temiz olduğu durumda titreşimli eleklerde elenecektir. Elekler titreşimli veya sallantılı 15-25 ton/saat kapasitede ve 1 x 4 m ebatlarında olup ayıklama el (triyaj) ile ve elek üzerinde yapılacaktır. Elekler numaralı olup 0–18 mm arası toz kömür, 18–110 mm arası ceviz kömür ve 110 mm üzeri parça (krible) kömür sınıflaması yapmak mümkündür. Talep durumuna göre sınıflanan kömürler 25 tonluk silolara doldurularak yükleme kolaylığı sağlanabilecektir.

3.12.8.2.3. Yükleme ve sevkiyat

Genellikle müşteri talebi dikkate alınarak hazırlanan linyit kömürünün toz kömür cinsi tuğla Çimento ve tekstil fabrikalarına (son yıllarda kalorifer kazanlarında) ceviz kömür ve krible kömür de teshinde yakacak olarak kullanılmak üzere kamyonlara yüklenir. Yükleme 25 kg çuvallı veya açık halde yapılmaktadır. Ocaktaki kurulu paketleme ünitesi 0–110 mm arasındaki boyutlarda ve saatte 15 ton kapasitedeki paketleme ünitelerinde torbalama yapılabilmektedir. Düşük kalorili toz ve fındık kömür ise sanayide; enerji ve buhar üretiminde kullanılmak üzere 0-100 mm boyutlarında çekiçli kırıcıda kırılarak şeker, çimento, kâğıt ve yağ fabrikalarında değerlendirilecektir.

3.12.8.2.4. İş sağlığı ve güvenliği

Yeraltı kömür işletmelerinde ilk ve en öncelikli iş güvenliği havalandırma emniyetidir. Zira uygun hava bulunmayan yeraltı ortamında tahkimat veya başka bir çalışma yapmak imkânsızdır. Sonra sırasıyla tahkimat, nakliyat ve ani gaz ve su degajlarının kontrol ve tedbirleri gelmektedir. Buradan hareketle ocak havası sürekli ve düzenli takip edilecek, ocak hava ölçümleri her vardiyada düzenli olarak yapılacak, tahkimat elemanlarının seçimi ile tahkimatın kurulmasına gerekli özen gösterilerek, düzenli kavlak kontrolü yapılacaktır.

Bununla birlikte ölçüm cihazları ile ortamın O₂, ISI, CH₄, H₂S, CO ve (Wheen Speed) Hava hızı değerleri sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Ayrıca, uzaktan gaz izleme sistemi ile ocak içi gaz kontrolü yapılmakta ve kayıt altına alınmaktadır. Personel takip sistemi ile de ocak içinde çalışma yerlerindeki personelin takibi yapılmaktadır. İşletmeye ait acil kurtarma ve tahlisiye için 6-adet kapalı devre P-30 tahlisiye cihazı vd. ekipmanlar mevcuttur.

6592 sayılı yasa ile değişik 3213 sayılı Maden Kanunu ve Maden Yönetmeliği hükümlerine uygulanmaktadır. Bu kapsamda 4857 sayılı İş Kanunu, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 09.12.2003 tarih ve 25311 sayılı RG yayımlanarak yürürlüğe giren ‘‘İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği’nin ve 19.09.2013 tarih ve 28770 sayılı (değişiklik; 18.11.2017 tarih ve 30244 sayılı) RG yayımlanarak yürürlüğe giren ‘‘ Yeraltı ve Yerüstü Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği’nin öngördüğü tüm emniyet tedbirleri alınarak gerekli ikaz levhaları yerleştirilmiştir. İlgili yönetmelikler uyarınca çalışmalara devam edilecektir. Çalışan personele kişisel koruyucu malzeme verilecek ve kullanmaları sağlanmaktadır.

3.12.9. Kömürün kendiliğinden yanabilirlik derecesi ve metan içeriği

Ocakta üretimi yapılmakta olan linyit kömür damarının gaz içeriğinin araştırılması amacıyla Bülent Ecevit üniversitesi Yer bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi 15/06/2016 tarihindeki müracaat üzerine "**Çalışılan Linyit Damarının Gaz İçeriğinin Araştırma Projesi**" (16-sayfa) olarak Aralık 2017 rapor haline getirilerek olup MİGEM' e sunulmuştur.

MAPEG Sorumluluğu ve kontrolünde Bülent Ecevit üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanlığı Maden Mühendisliği Bölümü tarafından MASİS Maden Sanayii İşverenleri Sendikası talebi üzerine; 04.01.2023 tarihli E-47310136-869-259073 sayılı teknik raporda ‘‘**Yeraltı Kömür Madenlerinde Kendiliğinden Yanabilirlik Etüdü ile İSG Uygulamalarının İzlenebilirliğinin Araştırılması**’’ projesi kapsamında ocağın (Kesişim Noktası Yöntemi) ile Kendiliğinden Yanma Deneyi yapılarak hazırlanan nihai rapor bulunmaktadır.

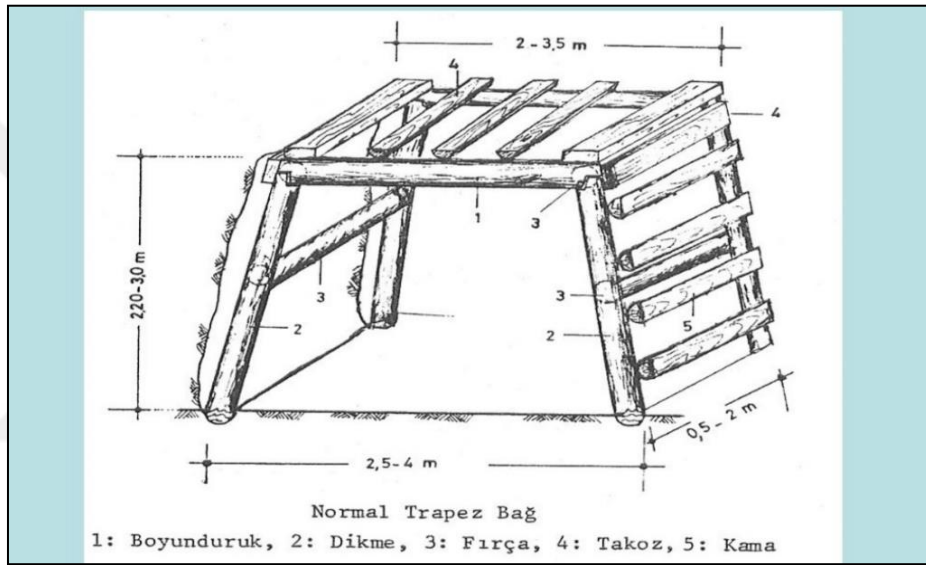
3.12.10. Tahkimat sistemi

Kömüre ulaşmak için sürülen galeri veya bacaların; yapılacak çalışmaların süresi boyunca servis yapılabilmesi ancak tavan ve yan duvarların tutulması veya tahkim edilmesi suretiyle mümkün olmaktadır. Bu nedenden hareketle yeraltı açıklıklarının tahkimi gerekir. Yeraltı açıklıklarının tahkimatında 6 ana faktör rol oynar.

- 1- Galeri veya bacanın servis ömrü, (6 ay, 10 yıl gibi)
- 2- Kullanım amacı, (ne maksatla kullanılacağı)
- 3- Galeri veya baca kesitinin şekli ve alanı, (dairesel, elips, trapez, yamuk, kesit genişlik ve yüksekliği)
- 4- Galeri veya bacanın geçeceği tabakanın sağlamlığı, süreksizlik içeriği (fay vs.)
- 5- İşlevi (çalışma şekli)
- 6- İşletmenin sahip olduğu mali imkânları ve iş gücü kalitesi

Ağaç tahkimat

Yeraltı açıklıklarının (galeri, desandre, baca. Pano vb.) tahkimatında genel olarak ağaç kullanılmakta olup bölge genelinde yoğun olarak tercih edilmektedir. Ağaç olarak 2. sınıf kızılçam değişik evsafı da maden direği, hızar atölyelerinde işlenerek yeraltında kullanıma uygun hale getirilmektedir. Bununla birlikte bazı özel galeri kısımlarının (örneğin ocak ağızları, vinç daireleri, akıcı ve çürük zeminler, su kaynak noktası, kavşak ve tulumba daireleri gibi) beton kemer ile tahkimat yapıldığı uygulamalar mevcuttur. Galeri, desandre, kömür bacası gibi yerlerde yapılan tahkimatlar **'normal çintili trapez bağ kasası'** şeklinde gerekli hallerde kilit tahkimat takviyeli olarak yapılacaktır.



Şekil 3.46. Normal galeri tahkimatı çintili ağaç bağ kasası perspektif görünüşü (Biron ve Arıoğlu, 1993).

Bir kasaya yatay olarak konan boyunduruk ve bunu destekleyen iki dikmeden oluşmaktadır. Dikmeler yatayla 75–80 derecelik açı yapacak şekilde konur. Boyunduruk ve dikmeler basit veya çinti ile birbiri üzerine oturur. Yüklerin taşıyıcı sisteme üniform bir şekilde iletilebilmesi için kama ve takozlarla sıkılır. Birleşim detaylarında yapılan çintinin düzgün olması gerekir.

Üretim yöntemi (Geri dönüşümlü uzun ayak uygulaması)

Sahada çalışmakta olan Ermenek Boyalık Kömür İşletmesinde üretim yöntemi olarak yeraltı işletme metodu uygulanmaktadır. Üretim; ana hazırlık kat galerilerinden rekup ile girilerek, kömür damarı içerisinde sürülen taban yolları ve baş yukarıların birbirine irtibatından sonra oluşturulan panolarda, geri dönüşümlü ve tavan göçertmeli uzun ayak yöntemiyle yapılmaktadır.

Ayak tahkimatında arına paralel sarmalar 3-adet çatal direk ile tavana sıkılır, tavan kamalanır ve ihtiyaç duyulan yerlere ayaklarda sarma altına belleme ve kömür bacalarında bağ kasası altına kilit sarma çekilir. Ayaktaki sarmalar aşağıdan yukarıya doğru uç uca gelecek şekilde arından göçük tarafına doğru sarma fırçaları ile sıkılarak tahkimat sisteminin dinamik gerilmelere karşı statik dengesi sağlanmaktadır. Ayaklarda tahkimatlı olarak; kazı, oluk (ünite) ve domuzdamı havesi olmak üzere 3 have genişliği oluşturulur. Domuzdamı havesi göçertilecek alan ile kazı alanı arasında yer alır ve tampon görevi görür. 4 metrelik her sarmaya 2 adet domuzdamı kurulur. Yeni bir kömür havesi kazısından sonra tüm haveler sırasıyla ileri ötelenerek en sondaki 4. havenin sökümü yapılarak üzerindeki tavan alanı kontrollü bir şekilde göçertilir. Göçmeyen tavan kısımları patlayıcı kullanılarak göçertilir. Eğimin 20° dereceyi aştığı ayaklarda tahkimat sökümü ve tavan göçertme alt kottan üst kota doğru sırasıyla birbiri üzerine yığın yapılarak, kazı işlemi üst kottan alt kota doğru ve pano girişine doğru mekik hareketi yapacak şekilde sürdürülmektedir. Tüm bu işlemler her kazı havesi dilimi alındıkça pano boyu kadar mesafede tekrarlanır. Bu arada havalandırma ve kömür nakliyesi ile diğer yardımcı işler koordineli bir şekilde yürütülmektedir.

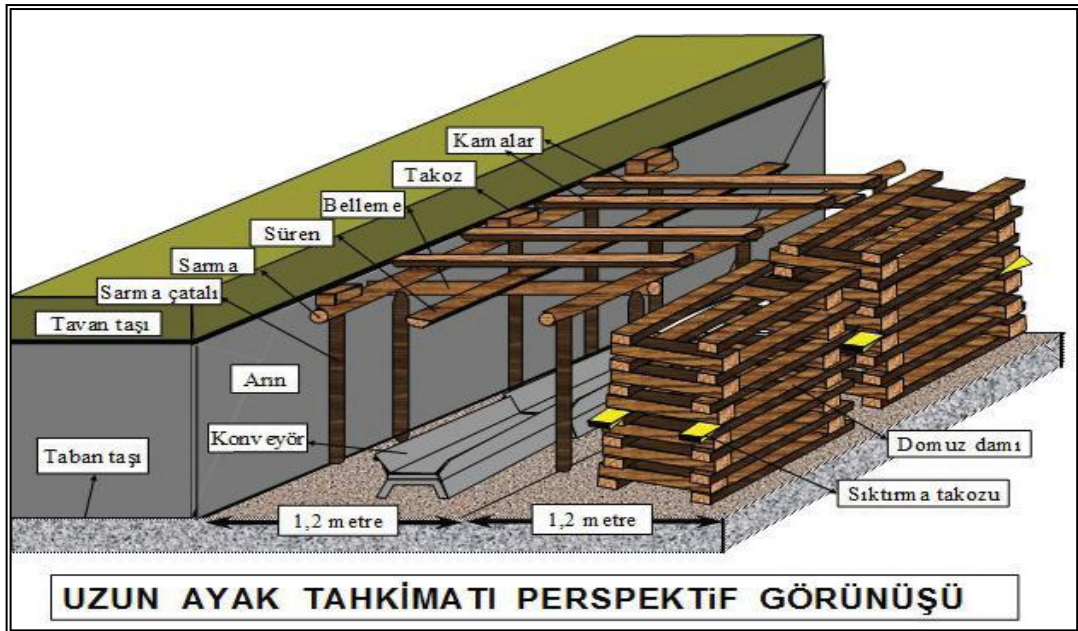
Klasik uzun ayak üretim yöntemi ve tahkimat tasarımı

Yeraltında kömür üretimi pano hazırlığı sırasında sürülen bacalardan hazırlık üretimi olarak ve hazırlığı tamamlanan panodan üretim ayağından olmak üzere iki şekilde sağlanacaktır. Bu anlamda üretim ayağı tahkimatı daha geniş ve uzun alanda çok daha fazla tahkimat elemanının kombine bir şekilde birlikte kullanımı ile sağlanmaktadır. Dönümlü ve arka tavan göçertmeli olarak hazırlanan panolardaki tahkimat sistemi şekline; **Arına paralel sarma tahkimat sistemi** olarak adlandırılmaktadır. Sahadaki kömürün damar yapısı dolayısıyla 80–100 m kadar ayak uygulaması yapılabilmektedir.

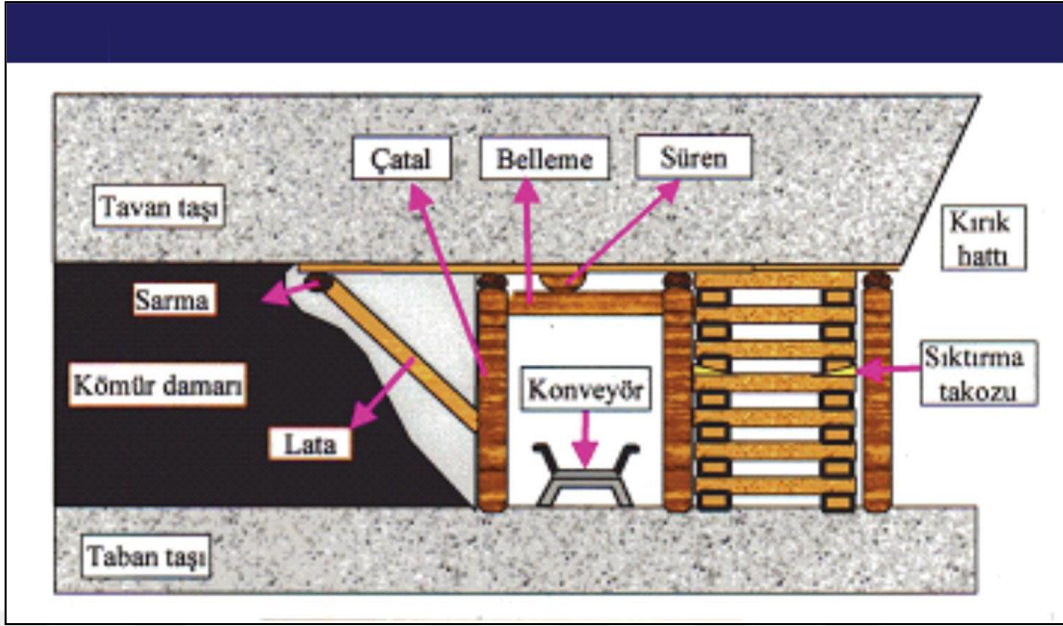
Ayak tahkimatında ilk aşama; arına paralel halde kaldırılan sarmaların çatal direklerle tavana sıkılması şeklinde olmaktadır. 1,20–1,40 metre eninde oluşturulan dilim aralığına have denilmektedir. Kömür kazısı bu have hattı boyunca yapılarak açılan her 1,40 m eninde ve 4,00 m boyundaki tavan alanı altına arına paralel konumlu sarma tahkimatı kaldırılarak çatal direklerle kaldırılır. Sarma ile tavan arasına da 20 cm aralıklarla kamalar döşenerek düşmesi muhtemel taşların çalışanlara zarar vermesi önlenmeye çalışılmaktadır. Have hattı boyunca yapılan çalışma şekline **ayak** denilmektedir. Kazı alt ve üst taban yolları arasında mekik dokuması şeklinde yapılarak diğer haveler oluşturulmuş olmaktadır.

Uzun ayak tahkimatı kurulacak olan bu haveler; kazı havesi ve domuzdamı havesi olarak adlandırılmaktadır. Ayak tahkimatının esası tavan yükünü alt kottan üst kota ve arından geriye doğru dengelenmesi sağlanmak ve sıra ile ötelenmesini koordine etmektir. Her havelik çalışmadan sonra arın bölgesinde yeni bir kazı havesi açılarak diğer haveler arın bölgesine doğru ötelenmektedir. En son geriye kalan 4. have (söküm havesi) diliminin tahkimat elemanları ya sökölerek veya kesilerek tavan alanı göçertilmektedir. Sağlam tavan koşullarında tavana patlayıcı madde kullanılarak düşürölmeye çalışılmaktadır. Her sarma üzerine en az 12 adet kama ve aralarına fırça tabir edilen denge elemanları sıkılanmaktadır.

Öte yandan domuzdamı denilen tahkimat elemanları dörtgen şeklinde kurulan düzgün kuleden ibarettir. Domuzdamı elemanlarının her birine takoz denir. Domuzdamı takozları 15x15 cm kalınlığında 1,00 metrelik baş takoz ve 1,40 metrelik boy takoz üst üste dizilmesi ve iyice sıkılanması ile arın ve ayak arkasında tampon bir alan oluşturulmaktadır. Ayak arkası tavan göçertmeleri bu tampon alan emniyetinde kontrollü olarak yapılmaktadır. Aşağıdaki fotoğrafta (Şekil 3.47)'de klasik tipte çalışan ağaç tahkimatlı arına paralel sarma ve domuzdamı ile tahkim edilen üretim ayağının perspektifi, (Şekil 3.48)'de klasik üretim ayağının en kesiti yer almaktadır.



Şekil 3.47. Klasik uzun ağaç tahkimatının perspektif görünüşü



Şekil 3.48. Klasik uzun ayak ağaç tahkimatının enine kesiti görünüşü.

3.12.11. Havalandırma sistemi

Ocak havalandırması +1467,00 m kotundaki ana nefeslik ocak çıkışında kurulu bulunan biri faal diğeri yedek emici (aspiratör) ile mekanik olarak sağlanmaktadır. Yeraltı havalandırması; sürekli, yukarı yönlü ve kararlı akışkan şekilde u-tipi bir çevrim ile sirkülasyon olmaktadır. Hava hızı ocak içi ana nakliyat galeri ve desandreleri ile üretim panosu taban yolları ve ayakta 1–2 m/sn’lik hızla dolaşmaktadır. Havalandırmanın etkinliği, sürekliliği, hızı ve yönü için belirli galeri ve bacalar üzerinde hava ölçüm istasyon noktaları ile havalandırma kapı ve perdeleri oluşturulmuş olup, havalandırma planında işlenmiştir. Yeni hazırlık panoları veya sürülecek galerinin havalandırmasını sağlayacak mekanik tali vantilatörler kullanılmaktadır.

Üretim ayağının havalandırması; merkezi olarak mekanik aspirasyon ile yukarı yönlü kararlı akışkan halde ve u tipi çevrim ile yapılmaktadır. Kömür nakliyesi; taban yolu ve ana yollarda zincirli konveyör üniteleri ve beşik tip kömür vagonları ile katlar arasında silo tumbalar yardımıyla sağlanmaktadır. Panolar birbirinden müstakil halde hazırlanır. Pano ebatları yıllık tahmini satış miktarına göre boyutlandırılır. Biten panoların giriş ve çıkışları barajlanarak hava ile teması kesilir. İnsan ve hava girişi önlenmektedir.

Ocağa ait; 2010 yılında **merkezi ve erken uyarı gaz izleme sistemi (MGİS)** kurularak yeraltı ocak gazlarının sürekli olarak izlenmesi sağlanmıştır. Ana nakliyat yolları boyunca belirlenmiş olan hava ölçüm istasyon noktaları ile havalandırma ekipman ve teçhizatlarının olduğu 1/1000 ölçekli havalandırma planı (Şekil 3.49)'da verilmektedir.

Ocak havalandırmasında kullanılan aspiratör ve tali vantilatörlere ait teknik özelliklere ait tablo (Çizelge 3.6)'de, verilmektedir.

Çizelge 3.6. Kullanılan aspiratör ve tali vantilatörlere ait teknik özellikler

EKİPMAN ADI VE CİNSİ	Modeli Tipi	Gücü kwatt	BG	Debisi m ³ /dak	Devir dev/dak.	Basınç mmSS	Faal Adet	Çalışma Konum
ASPIRATÖR 1	Salyangoz	22	30	432	1400	250	1	Faal
ASPIRATÖR 2	Salyangoz	22	30	432	1400	250	1	Yedek
VANTİLATÖR 1	Exp. Boru	11	15	145-225	2800	140	2	Faal
VANTİLATÖR 2	Exp. Boru	7,5	10	125-145	2800	100	3	Faal
VANTİLATÖR 3	Exp. Boru	5,5	7,5	75-100	2800	75	3	Yedek
VANTÜP BEZİ	60 cm Ø						500 m	F Kumaş
VANTÜP BEZİ	40 cm Ø						750 m	F Kumaş

Diğer taraftan ocak gaz ölçümleri her vardiya her ateşleme öncesi emniyet nezaretçilerince tekrarlanarak ölçülmekte, bu ölçümler ocak mühendisince kontrol edilerek havalandırma rapor defterine kayıt edilmektedir. Havalandırma ölçümlerinde kullanılan aygıtlar ise;

- 1-) Drager Xam-2000 Manuel dijital Gaz ölçüm cihazı (CH₄, O₂, CO, H₂S) 1-adet
- 2-) Drager Xam-2500 Manuel dijital Gaz ölçüm cihazı (CH₄, O₂, CO, H₂S, CO₂) 1-adet
- 3-) CH₄ için metan detektörü Riken-26 (Japon), 1-adet,
- 4-) CO için Manuel Karbon monoksit detektörü TX-11 (Fransa/Oldiam), 1-adet,
- 5-) MX-4 (Fransa/Oldam) Manuel digital Gaz ölçüm cihazı (CH₄, O₂, CO, H₂S) 7-adet,
- 6-) Ocak hava hızını ve nem ve sıcaklığını ölçmede kullanılan Anomemetre 2- adet

Cebri (Mekanik) Havalandırma hesapları

Ocaklarda değişik büyüklüklerde kapasitedeki vantilatörler vasıtasıyla sağlanan havalandırmaya cebri (mekanik) havalandırma denilmektedir. Ocağın ana havalandırma emici (aspiratör) ünitesi biri faal diğeri yedek otomasyon sistemine bağlı olarak çalışmaktadır. Gücü 22 kWatt, debisi $Q = 432 \text{ m}^3/\text{dak}$. Olup yeterli düzeydedir.

1. İşçi sayısına göre hava miktarının tayini:

Havalandırma hesaplarında bir işçi gerekli olan hava miktarı: $6 \text{ m}^3/\text{dak}$. kabul edilir.

İşçi sayısı ortalama $(n) = 30$ alınmıştır. (1-Vard. Ocakta çalışması planlanan işçi sayısı)

Buradan işçi sayısına göre hava miktarı: $30 \times 6 = 180 \text{ m}^3/\text{dak}$. bulunur.

2. Üretime göre hava miktarının hesabı:

1 ton üretim için standart hava miktarı: $(Q): 1 \text{ m}^3/\text{dak}$.

Ocakta günlük üretim: $\sim 80 \text{ ton/gün}$ (ortalama) alınmıştır. (Yılda 12 ay, ayda 26 gün çalışıldığı varsayıldığında)

Buradan $Q_{\dot{u}}$ (üretim göre hava miktarı) = $T \times q$ ifadesinde değerler yerine konulursa

$$Q_{\dot{u}} (\text{üretim göre hava miktarı}) = 80 \times 1 = 80 \text{ m}^3/\text{dak. Olarak bulunur.}$$

3. İntişar eden gazların hacmine göre hava miktarının hesaplanması:

Ocakta 24 saat içinde intişar eden CO gazı hacmi (q)=1 m³ kabul edilmiştir.

Hava miktarının hesabında hava içindeki %CO oranı (p)(emniyet sınırı) göz önüne alınmıştır.

(p) CO oranı =0,0005'dir.

$Q_g = (100 \times q) / (p \times 24 \times 60 \times 60)$ formülünden hesaplanır.

Formülde değerler yerine konulursa;

$$Q_g(\text{gaz intişarına göre hava debisi}) = (100 \times 1) / (0,0005 \times 24 \times 60 \times 60)$$

$$Q_g = 2,3 \text{ m}^3/\text{sn} (138 \text{ m}^3/\text{dak})$$

4. Ocakta çalıştırılan lokomotif için gerekli hava miktarının hesabı:

Ocakta 1 adet lokomotif çalıştırılması planlanmaktadır.

Lokomotif için gerekli hava miktarı ($2N$) formülüyle hesaplanır.

Lokomotif gücü (N): 81,5 HP

$$Q_{\text{lokomatif}} (\text{Lokomotif için gerekli hava miktarı}) = 81,5 \times 2 = 163 \text{ m}^3/\text{dak.}$$

5. Patlayıcı Madde Tüketimine göre hava miktarının hesabı:

1 kg patlayıcı madde 0,004 m³ zararlı gaz açığa çıkarmaktadır.

Patlatmadan sonra "t" sürede zehirli gaz konsantrasyonunun %0,008 'in altına indirilebilmesi için;

Gerekli hava debisi (Q_p) = $(M \times 0,004 \times 100) / (t \times 0,008)$ formülü ile hesaplanır.

t (havalandırma zamanı) = 30 dak. alınmıştır.

M = 1 defada kullanılan patlayıcı madde miktarı (kg)'dır. Bu değer aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

1,5= 1 m³ hacim için kullanılan patlayıcı madde miktarı (ortalama alınmıştır.)

$$M = (28 \times 1,5) / 1,4 = 30 \text{ kg bulunur.}$$

$$(Q_p) = (M \times 0,004 \times 100) / (t \times 0,008)$$

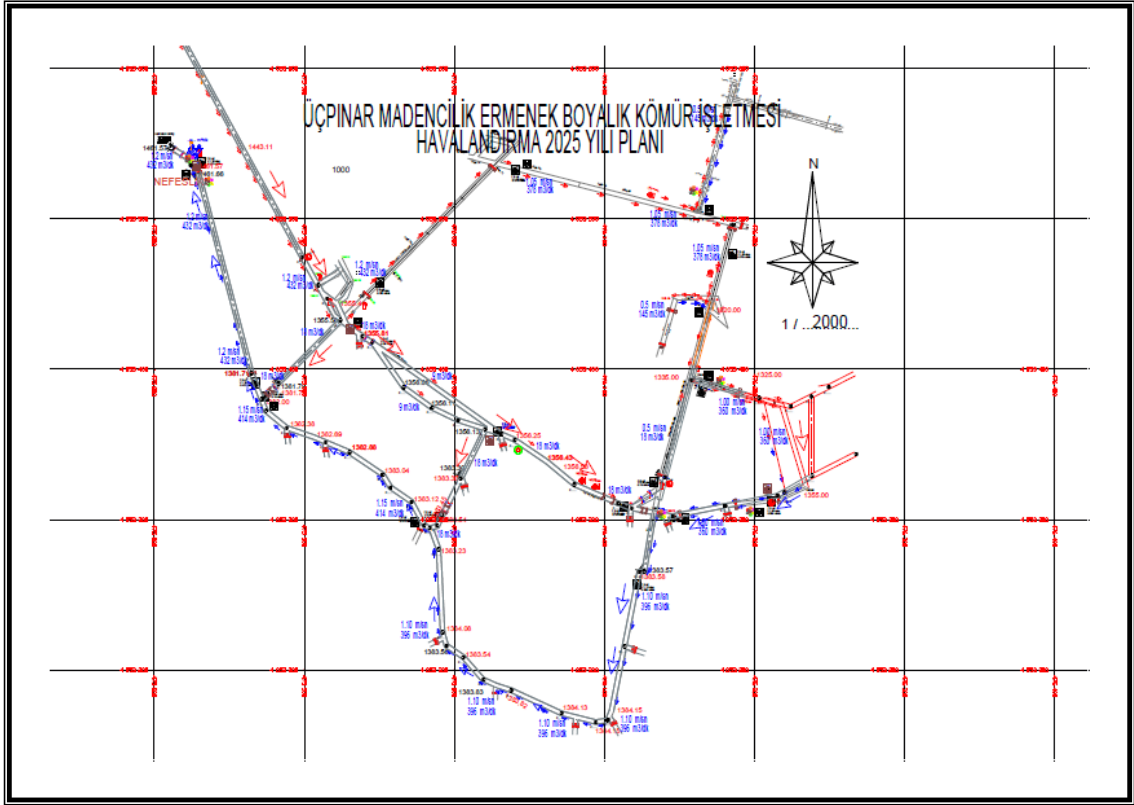
$$(Q_p) = (30 \times 0,004 \times 100) / (30 \times 0,008)$$

$$(Q_p) = 50 \text{ m}^3/\text{dak. Olarak bulunur.}$$

Ocağa inen ortalama hava miktarının bulunması:

Ocakta; işçi, patlayıcı madde kullanımı, çalışan makine ve gaz intişarına göre gerekli olan hava miktarları ayrı ayrı hesaplanmış olup, **en yüksek değerde hava gerektiren, çalışan işçi sayısına göre inmesi gerekli hava miktarı 180 m³/dk'dır.**

Ocak ana havalandırma ünitelerinin debisi $Q = 432 \text{ m}^3/\text{dak}$. Kapasitede olduğundan yeterli düzeyde hava miktarı, ortalama hava hızı 0,5-1,5 m/sn sirkülasyon yapılmaktadır. En yüksek 8 m/sn üzerinde ve En düşük 0,5 m/sn hızın altında hava hızı uygulaması bulunmamaktadır. Aşağıdaki şekilde ocağın basit çizgisel planındaki havalandırma planı yer almaktadır.



Şekil 3.49. Üçpınar Madencilik Ermenek kömür işletmesi havalandırma planı

3.1212. Nakliyat sistemi

Ocaktaki çalışmalar sonucu çıkarılması gereken kömür ve pas; kazı bölgesinden ray üzerinde yürüyen tonluk vagonlar veya çift zincirli konveyörler ile alınmaktadır. Her ikisine de yükleme kürekle insan gücü ile yapılmaktadır. Çalışma yerine ve şekline göre nakliyat 5 türde gerçekleştirilmektedir.

A-Galeri veya baca nakliyatı : Galeri tabanına çift hat olarak döşenen 6 metre boyundaki rayların üzerinde yürütülen demir tekerlekli saç plakadan yapılan arabaların (vagon) İnsan gücü ile tek tek veya 15 adet birbirine bağlı katar şeklinde dizel lokomotif ile yatay yol boyunca yürütülmesi şeklinde yapılmaktadır. Galeri arınlarındaki kazı sonucu yapılan her 6 m İlerleme sonrası tabana ray demiri atılmaktadır. Ufki sürülen

galeriler de 1000 m de %3–5 m kot eğimi verilmektedir. Bundaki temel amaçlardan biri dolu vagonların desandre tabanına kolay getirilmesini sağlamaktır. 2008 yılından sonra işletmedeki kısa sezonluk çalışmalar nakliyat yollarındaki işçiliğin en aza indirilmesini ve konveyör üniteleri ile yüksek verim elde edilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu amaçla ana nakliyat yollarının ve hazırlık bacalarının istikametleri bant ve zincirli konveyör aks hattına göre mümkün mertebe düz hat sürülmeye başlanmış olup, 2023 yılı sonu itibariyle tüm ocak içi nakliyat sisteminin zicirli-bandlı konveyör sistemi ile otomasyona alınması tamamlanmıştır.

B-Taban yolu ve baş yukarı nakliyatı : Damar içinde sürülen yatay yollara taban yolu denilmektedir. Alt ve üst kotlarda birbirine paralel veya belirlenen bir istikamet de ya da jeolojik bir sınır doğrultusunda sürülmektedirler. İşletmede alt taban yolu nakliyatı galeri ve baca tahkimatındaki gibi tonluk vagonlar veya çift zincirli konveyör üniteleri ile üst taban yolu nakliyatı beşik tipteki yana boşalan vagonlar ile yapılmaktadır. Baş yukarı veya baş aşağı nakliyatında eğimin 24° ve üzeri olduğu yerlerde sabit oluklar ile daha az eğimli yerlerde zincirli konveyör ile yapılmaktadır.

C-Desandre nakliyatı : Ana nakliyat yolu başında veya desandre tabanındaki boş dolu makaslarında bekletilen vagonlar desandre başında kurulu bulunan elektrik motorlu mekanik tamburlu halatlı vinçler ile çekilmektedir. Yerüstüne kömür nakliyesinin yapılması çift tamburlu mekanik vinç ile aynı anda boşun indiği, dolunun çıktığı çift yol güzergâhlı varagel sistemi ile sağlanmaktadır. Ocağın +1355 ve +1385 ana katlarının ara bağlantıları silo başyukarısı ve desandre nakliyatı ile yapıldığı 3 tane taş içinde galeri mevcuttur. Üretim bölgelerine tahkimat ve diğer malzemelerin çıkarılması veya indirilmesi raylı sistem mekanik vinç ile sağlanmaktadır.

D-Üretim ayağı nakliyatı : Üretim ayakları damar eğiminde hazırlanmakta olup genelde 15° - 30° dir. Bazen 5° - 30° ’lik kanat eğimleri görülmüş ise de adi oluk ile kaymayan vagon yolu çalışmayan eğimlerdeki ayaklarda çalışılmıştır. Buradan hareketle 2004 yılından beri ayak içi kömür nakliyesinde çift zincirli konveyör üniteleri kullanılmakta olup sonraki yıllarda 80 ve 100 metre boyunda üniteler dahil edilmiştir.

E-Özel amaçlı nakliyat şekli (kat arası silo başyukarıları vs.) : Katlar arası nakliyat, değişik amaçlarla kullanılan makine ve ekipmanların nakledilmesi, ağaç malzeme nakli gibi sayılabilir. Ocak içinde 1385/1355 ana katları arasında 2 adet 60 tonluk ve 1400/1380 katları arasında 2 adet 40 tonluk silo başyukarısı nakliyatı ilk yıllardan beri uygulanmaktadır. Silo başyukarıları 35° - 37° ’lik eğimlerde tavan taşında açılmış olan ortadan bölünmüş olan 5 m² kesitli taş baş yukarılarıdır. İnsan ve kömür

tarafı ortadan bölünmüş olup kömür tarafı tabanı saç plaka ile kaplanmıştır. Bu dahili siloların yapılış amacı ocak içindeki ünite çalışmalarının birbirinden etkilenmeden çalışmasını sağlamak ve rezerve kömür bulundurmaktır. Kömürün ufalanması ve zaman zaman tıkanma sorunlarına rağmen uygulamada çok kolaylık sağlamaktadır.

3.12.13. Su atımı ve tahliye sistemi

Hazırlık maksadıyla sürülen galerilerden ve üretim dolayısıyla ortaya pano alanlarının oluşturduğu tasman alanlarına ait açıklıklara gelen yeraltı veya yüzey sularının ortamdan tahliyesi; galeri, baca ve ana nakliye yolları boyunca açılan su kanalları ile yapılmaktadır. Zira bu yollar 1000 m’de 3–5 m kot farkı ile doğrultu boyunca yapılan eğim ile sürülmektedirler. Bu şekilde kanal boyunca akan suların ana katların uygun bir yerinde desandre tabanına yakın yerde açılan su havuzlarında birikmesini sağlamak ve dolu vagonların daha kolay taşıma naklinin yapılması amaçlanmıştır. Ocakta desandre diplerine yakın noktalara ana katlar üzerinde 15 m³ müstakil su havuzları yapılmış olup katların sularını toplamaktadır. Ayrıca Ocağın 1355 taban kotunda yapılan 200 m³ lük ana su havuzu ani su gelirine karşın önlem olarak açılmış olup, biriken ocak sularının tahliyesi 37 kW (55 BG) /Q= 54 m³/saat gücündeki santrifüj tulumba ve 22 kW /30 BG 60 m³/saatlik kademeli dalgıç pompa ile yapılmaktadır.

20 yıllık çalışmalar süresince tespit edilen ocaktaki su geliri 2 ayrı koldan farklı debilerde mevsimlere göre değişerek meydana gelmektedir. Bunlardan ilki nefeslik desandresinin 130 metresi, +1390 kotundan gelen temiz su kaynağıdır. Yaz aylarında 200 m³/gün ve kış aylarında veya baharda 1200 m³/gün kadar olabilmektedir. 4’’çapındaki su borusu şebekesinden biri faal diğeri yedek 2-adet santrifüj tulumba ile tahliyesi yapılmakta, şantiyede banyo ve tuvaletlerde kullanılmaktadır. Diğer su kaynağı her iki kat boyunca açılan eski üretim panolarının oluşturduğu tasman bölgelerinden gelen sulardır. Yazları 15 m³ kadar düşmekte kış aylarında ve bahar mevsiminde 300 m³ kadar çıkmaktadır. Ne var ki ocaktaki tüm su geliri miktarları; son yıllardaki kuraklık nedeniyle yarı yarıya azalmış, yukarıda verilen miktarlar bugün itibariyle yarıya düşmüş durumdadır.

4. MEKANİZASYONA DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Ermenek ilçesinde madencilik faaliyetlerinin mekanizasyon uygulamalarına dönüşümü için; Üçpınar madencilik Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi tez çalışması konusunda pilot ocak olarak seçilmiştir.

Esasen söz konusu ocakta bu dönüşüm ilk olarak 2004 de kömür panolarında taban yolları ve üretim ayaklarında zincirli konveyör kullanımıyla başlamış, 2008 yılında ana nakliyat yollarında lastik bant konveyör kullanımıyla yeni bir aşamaya geçmiştir. O günün gerekçeleri bugün için genel olanların yanında işletme özelinde kömür kalitesi nedeniyle sezonluk 7-8 aylık çalışma süresi nedeniyle düşünülerek hayata geçirilmiştir. Bugünün gerekçeleri 2004 yılından çok daha farklı ve daha önemli birçok nedenlere bağlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenler sıralanacak olursak;

1-Günümüzde kömür işletmeciliği teshin evlerde yakacak olarak kullanılmaktan çok, sanayide başta elektrik üretimi olmak üzere buhar vd. enerji elde edebilmek amacıyla yapılmaktadır. Endüstri ve sanayi tüketimi için birim enerji, birim kalori hesaplamaları üzerinden alım fiyatlaması yapılmaktadır. Satılan ürünün arz talep dengesine göre oluşan satış fiyatı ve rekabeti gücünü serbest piyasa koşulları belirlemektedir. Satıcıya malını ucuza vermemek gibi seçenek kalsa da belli bir süre ve finans gücüne göre dayanabildiği kadar olabilmektedir. Sanayici serbest piyasada rekabetçi ve istikrarlı olmak zorundadır.

2-Klasik tip çalışan kömür ocaklarında emek yoğun üretim (iş gücüne bağlı üretime endeksli) çalışması yapıldığından ne kadar çok insan o kadar üretim anlayışı hakimdir. Ancak insan gücü fiziksel açıdan sınırlıdır. İnsan gücünün üzerinde çalışma yapılması ya da yaptırılmasının mevzuat, sağlık ve iş güvenliğinin riske edilmesi açısından mahzurları bulunmaktadır.

3-Günümüz koşullarında insan faktörünü en aza indiren, makine ekipman ve teçhizatların mekanize ve otomasyonlu uygulamalar çok daha fazla üretim miktarları, daha az insan gücü kullanılarak, daha emniyetli ve güvenli ortamlarda üretilen kömürün ton başına maliyetleri daha az olabilmekte ve serbest piyasa koşullarında daha rekabetçi kömür arzı yapılabilmektedir.

4-2014 yılında yaşanan Soma ve Ermenek maden kazalarından sonra maden işçilerine yapılacak maaş ödemelerinin asgari ücretin 2 katından az olamaz hükmü sonrası, kömür fiyatının aynı oranda yükselmemesi ülkemizdeki birçok bölgedeki klasik tip çalışan kapalı kömür ocaklarını artan işçilik maliyetleri ve iş güvenliği yaptırımları karşısında ayakta kalamayarak maalesef kapanmak zorunda kalmıştır.

5-Ermenek havzasında 2014 yılına kadar faaliyet yapan 10 adet işletmede 2000 civarında işçi çalışmakta iken bahse konu hususlar nedeniyle 2-3 işletme dışındakiler mali gerekçeler nedeniyle kapanmak ve birçok işsiz madenci aileleriyle birlikte özlük haklarını, emekliliklerini kazanabilmek amacıyla mekanize çalışan diğer bölgelerdeki işletmelerde çalışmak üzere göç etmek zorunda kalmışlardır.

6-Bu veya buna bağlı sorunların ülkemizde veya madencilik bölgelerinde sosyal, psikolojik, sosyo-ekonomik sorunlara yol açtığı en yakın sektör çalışanlarının şahit olduğu veya bizzat yaşadığı hususlardandır.

6-Diğer en önemli etkende son yıllarda başta madencilikte olmak üzere dünyada ve ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğine bakış açısı ve maden iş kazalarında ortaya çıkan sonuçları itibariyle çok sarsıcı ve yıkıcı olabilmektedir. Bu anlamda madencilik doğası itibariyle zor ve tehlikeli meslekler grubunda 1.sırada olduğu kabul edilmekte iken özellikle klasik tip çalışan ocaklardaki üretimde çalışanların geneli eğitim düzeyi düşük ve kırsal bölge insanlarından müteşekkildir. Yetişkin insan eğitiminin görece daha zor olduğu pedagoglar tarafından ifade edilmektedir. Dolayısıyla en zor ve tehlikeli işlerde iyi eğitilmiş, donanımlı, sorgulayan, muhakeme edebilen, sorumluluk bilinciyle hareket eden vs. iş gücünün görevlendirilmesi kaçınılmaz bir gerçek olarak karşımızda dururken, tam tersi bir insan gücü profili ile sahada çalışılmaktadır. Bunun Sonucunda iş kazalarının ve meslek hastalıklarının en aza indirilmesini beklemek, tüm denetim ve yaptırımlara rağmen ham hayalden öteye geçemeyecektir.

7-Yukarıda sayılan ve en önemlisi olarak öne çıkan bu gerekçelerin dışında genelde veya özelde ek olarak başka hususlarda sayılabilir. Ancak yukarıdaki sayılan etkenlerden en az bir tanesi bile Ermenek bölgesindeki madencilik faaliyetlerinin mekanizasyon ve otomasyon uygulamalarına dönüşümü için geç bile kalındığı gerçeğiyle yüzleşmeyi gerekli kılmaktadır. Bu konuda daha fazla gecikme ve zaman kaybının telafi edilebilmesi Ermenek bölgesindeki işletmelerin mali açıdan gücünü çok aşacaktır. İvedilikle çalışmalara başlanması; kısa, orta ve uzun vadede yapılacak planlamalar ile en geç 3 yıllık bir dönüşüm termini içinde bu mekanize çalışma uygulamalarına dönüşümün tamamlanması Ermenek havzası yeraltı kömür madenciliği için tamam mı? devam mı? sorusunun cevabı olacaktır. Aynı hususun Türkiye'deki birçok kömür havzasında da benzer sonuçları olacağı aşikârdır.

4.1. Ermenek Kömür Havzası Mekanizasyon Uygulama Parametreleri

Ermenek havzasındaki yeraltı kömür ocaklarında ve pilot uygulama olarak seçilen Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesinde planlanan tez çalışmasına konu olan maden mekanizasyon teknolojisi uygulama parametreleri üç başlıkta tespit edilmiştir.

- 1- Ana nakliyat galerileri ve desandreleri ile kömür pano taban yolları ve başyukarılarda tahkimat unsurlarının ağaç tahkimattan, çelik tahkimat uygulamasına geçilmesi,
- 2- Ana nakliyat galeri ve desandrelerinde cevher nakliyatında lastik bant konveyör nakliyatı ve otomasyon sistemine geçilmesi, kömür pano taban yolları ve başyukarılarında zincirli konveyör kullanımının yaygınlaştırılması,
- 3- Pano kömür üretim ayaklarında; klasik ağaç tahkimat yerine hidrolik yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemine geçilmesi, dahası mümkünse Sabanlı kazı uygulamasının hayata geçirilmesi, olarak belirlenmiştir.

Ermenek bölgesi için mevcut ocakların işletme projelerini ve uygulamadaki belirlenen parametreleri gözden geçirerek kısa (1-yıl), orta (2-yıl) ve uzun (3-yıl) vadede yukarıda bahse konu yapılan madencilik faaliyetlerinin mekanizasyon uygulamasına dönüşümünü ortalama 3-yıl içinde tamamlaması mümkün olmaktadır, Ermenek kömür madenciliğinin kalıcılığı ve sürdürülebilirliği açısından hayati önem arz etmektedir.

4.1.1. Tahkimat sistemlerindeki dönüşüm uygulamaları

Ermenek havzası işletmeleri genel olarak yıllardır klasik tip ağaç tahkimat sistemini başarı ile uygulamaktadır. 1980 yıllarda Zonguldak ve Kütahya gibi illerden gelen madencilik tecrübesi olan madencilerden öğrendikleri ağaç tahkimat usullerini gerek hazırlık galeri ve desandrelerin de gerekse kömür taban yollarında ve üretim ayaklarında başarı ile uygulayan interaktif bir insan gücüne sahip ender bölgelerdendir.

Ancak ağaç maden direğinin temin edilmesi, ocak şantiye alanında direk steri halinde istiflenmesi, kullanım için ocak ortamına taşınması, ocakta uygun şekilde tahkimat unsuru olarak kullanılması için tecrübe gerektirmesi, deforme-kırıkların ocak dışına çıkarılması başlı başına iş organizasyonu; tecrübe ve beden gücünü gerekli kılmaktadır. Dahası geri kazanımı çok düşük olmakla birlikte nihayetinde yeraltında özellikle nefeslik yolu üzerinde çabuk deforme olmaları ve çürümeleri yanında ocak yangınlarında ayrı bir risk unsuru olmaktadır.

Bugün için maden direği maliyet olarak 1 m³ maden direğinin fiyatı ocak teslimi 5.000 TL'dir. 1 ton yerli parça kömür fiyatı ise 3.500 TL olduğundan; daha fazla fiyatlı olanı daha ucuzu üretmek için sarf etmek işletme mantığıyla ne kadar uygun

düşmektedir? Diğer taraftan ülkemizin orman alanlarının her geçen gün değişik yollarla zarar görüp azalması, sahip olunan orman zenginliklerinin klasik tip çalışan ocaklarda tahkimat olarak kullanılması ekonomik ve çevre açısından uygun düşmemektedir.

Ermenek teki kömür madenciliğinde üretilen kömürün ton başına 25-30 dm³ ağaç sarfi olmaktadır. Genel toplam olarak hazırlık ve üretim çalışmaları için ocakların ağaç sarfiyatı Üçpınar Ermenek işletmesi için 1.000 m³, diğerleri için yaklaşık 1.500 m³ olduğundan yıllık yaklaşık 6.000 m³ maden direği kullanılmaktadır. Maden direği için kullanılan 20 cm çapında kızılçam ağacının en az 50 yaşında olduğu ve en fazla 2-3 m³ direk çıkarabileceği göz önüne alınırsa yapılan kesim işinin mantıklı hiçbir izahı yoktur.

Gerek maliyeti gerekse çabuk deformasyonu, ayak arkalarında içinde barındırdığı çıra nedeniyle kömürle birlikte kızışması sonucu açık alev yangına dönüşme riski bulunmaktadır.

Tüm bu ve buna benzer etkenler göz önüne alındığında tahkimat malzemesi envanteri olarak; **ocak içindeki ana nakliyat galeri ve desandrelerinde; GI- 110 demir bağ, TH Geçme bağ**, kaya saplaması, püskürtme beton gibi tahkimat unsurları, kömür içinde **pano taban yollarında TH mafsallı geçme demir bağ, üretim ayaklarında sürtünmeli direk+çelik sarma, hidrolik direk+çelik sarma ve yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemlerinin** kullanılarak uygulanması kaçınılmazdır.

4.1.1.1. Ana nakliyat galeri ve desandrelerde uygulanacak tahkimat sistemi

Yeraltı açıklıklarının (galeri, desandre, baca. Pano vb.) tahkimatında İşletmede ve havzada yıllardır tahkimat malzemesi olarak 2.sınıf kızılçam ağacı kullanılmakta olup bölge genelinde yoğun olarak ağaç tahkimat unsurları tercih edilmektedir. Ağaç emvali olarak 2, 2.5,3, 4 metre boyunda maden direği ve 2-3 metrelik tomruklar 1-1.40 metre olarak domuzdamı takozu, kama, fırça, sıktırma takozu vs. evsafı da hızar atölyelerinde işlenerek yeraltında kullanıma uygun hale getirilmektedir. Bununla birlikte bazı özel galeri kısımlarının (örneğin ocak ağızları, vinç daireleri, akıcı ve çürük zeminler, su kaynak noktası, kavşak ve tulumba daireleri gibi) beton kemer ile tahkimat yapıldığı uygulamalar mevcuttur.

Üçpınar Ermenek işletmesinde yıllardır tahkimat malzemesi olarak genellikle ağaç tahkimat unsurları kullanılmaktadır. Önemli bazı noktalar ve galeri kısımlarında çelik tahkimat GI-100/140 ve beton tahkimat yapılmıştır. Taş galeri ve kömür bacası tahkimatında normal çintili bağ kasası kullanılmakta olup, makine daireleri, uygun

görülen kısımlar beton veya çelik tahkimat ile tahkim edilmekte, bazı bölümler beton ile kaplanmaktadır.

Belirlenen termine göre; yeraltı ocak açıklığı kademeli olarak etaplar halinde çelik tahkimata dönüştürülmesi büyük ölçüde tamamlanmıştır. Öncelikle nefeslik desandresinin tamamı 160 m, kuzey-1 band desandresi 220 m ve 1355 ana nakliyat yolu galerisi 250 m etaplar halinde sağlam masif tabakalı marn ve kireçtaşı kayaçların bulunduğu ortamda NPI-100 demir malzemeden işletme ortamında kesite uygun olarak yapılan demir bağ yapılarak tahkimat unsurlarının dönüşümü planlandığı şekilde yapılmıştır. Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’de ağaç normal çintili bağ kasası ve kilit sarma takviyesi ile elips kesit NPI-100 mm demir tahkimat fotoğrafları verilmektedir.



Şekil 4.1. Yeraltında galeri ve desandrelerde mevcut tahkimat şekli ve elemanları (Su, O., 2011)



Şekil 4.2. Normal galeri tahkimatı çintili ağaç bağ kasası altına çekilmiş kilit sarma

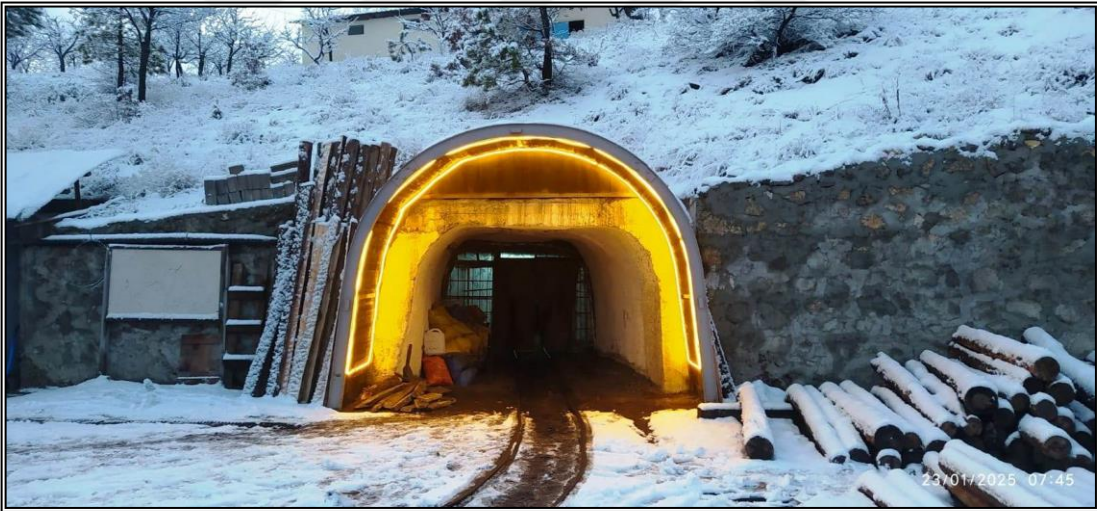


Şekil 4.3. Nefeslik desandresinde tahkimatların NPI-100 demir tahkimata dönüşümü

Ocak ana nakliyat giriş galerisi ve desandresinde kullanılacak olan 8 m² kesitteki NPI 140 mm demirden tasarlanan Konya Doğruhan Makinada yaptırılan elips kesitte demir tahkimatların yapımı tamamlanmış olup, desandre kesitinde ki kazı genişletme işlemi sonrası dönüşümü sağlanacaktır. Şekil 4.4 ve 4.5’de fotoğrafları verilmektedir.



Şekil 4.4. NPI-100/140 demiri ile yapılan 8 m² kesitli demirbağ tahkimat tasarımı



Şekil 4.5. NPI-100/140 demiri ile yapılan 8 m² kesitli demirbağ tahkimat kurulumu

4.1.1.2. Damar içi taban yolları ve başyukarılarda uygulanacak tahkimat sistemi

İşletmede ana hazırlık galerileri Ermenek kömür jeolojisi şartları nedeniyle kömürün tavan kayacı olan tabakalı m2 serisi tabakalı marn da yapılmaktadır. Kömür panolarına giriş kesesiye tavan taşından yapılmakta olup, kömürlü yapı ilk önce tabanda kesilmektedir. Kömür damarının tamamen askıya alınması ile alt ve üst taban yolları kömür içinde tavan taşı elde olacak şekilde damar doğrultusunda, başyukarılar ise doğrultuya dik açıda, kömür içinde ve yine tavan taşı elde olacak şekilde sürülerek pano hazırlığı tamamlanmaktadır.

Ermenek kömür jeolojisinde litolojik sıralama en üst yüzey toprağı 0-5 m, hemen altında gözenekli kireçtaşı 5-50 m kadar, kömürün tavan kayacı m2 serisi tabakalı marn 50-150 m, sonrasında 50 cm ile 15 m ortalama 5 m kalınlıkta linyit horizonu, kömürün altında taban kayacı olarak serpantin içerikli şist ve kiltası, temel yaşlı birim olarak ofiyolitler, bazen kristalize kireçtaşı yer almaktadır.

Pano içindeki taban yolları ve başyukarılarda en sık ve sürekli karşılaşılan en büyük sorun olarak taban kabarmasına bağı kesit daralması, tahkimat deformasyonları, malzeme nakliyesinde karşılaşılan sorunlardır. Taban kabarmasının önlemenin teknik olarak bir çözümü bulunamamıştır.

Üçpınar Ermenek işletmesinde gerek tavan taşında açılan ana nakliyat yolu, gerekse kömür taban yolunda açılmakta olan tahkimat kesiti tavan eğimine uygun olarak yamuk trapez kesitte uygulanmaktadır. Uygulamada ağaç bağ için tavan eğimine uygun olarak yapılan ağaç baca tahkimatında bağ kasası üst direk 3-4 m alt direk 2,50 m boyunduruk 2,0 m olacak şekilde yapılmaktadır.

İşletme şartları için pratik olarak pano boyunun taban kabarması nedeniyle kısa tutulması ortalama 100 m En fazla 200 m mesafe aşılmayarak, ayak üretim hızı yüksek tutularak, periyodik olarak taban basımı yapılarak sorun ile baş edilmeye çalışılmaktadır. Kesitlerin uygun açıklıkta tutulması her daim mümkün olamamakta, basım yapılan taban şisti oluklarda ve konveyörlerde çamurlaşma ve zincir-palet takımlarında sıkışmalara sebep olmaktadır. Taban basımı sonrası yeniden tahkimat deformasyonlarının tamir tahkimat yapılmasına ve kırık direklerin uygun şekilde ortamdan çıkarılması sağlanmaktadır.

Pano taban yollarındaki taban kabarması-kesit daralması sorunu pilot ocağın ve Ermenek bölgesindeki diğer ocakların üretim randımanını olumsuz etkileyen ilk 3 sorundan biri olarak kabul etmek mümkündür. Bu sorunu aşabilmenin en pratik yolu olarak taban yolu tahkimatlarında kullanılmakta olan ağaç normal çintili bağ tahkimatı yerine TH-Geçme-Esnek tahkimata dönüşüm sağlanarak en azından daha dinamik tahkimat yapısı ile taban yollarında yeniden tamir tahkimat işlemi ortadan kaldırılarak zaman ve işçilikten tasarruf sağlamak mümkündür. Pano taban yollarındaki tavan eğimine uygun yamuk trapez kesitte ağaç bağ kasası ve zincirli konveyör nakliyatı şekil 4.6'da ve TH demir tahkimatı yapılmış ve band konveyör nakliyatı yapılan taban ise şekil 4.7'de verilmektedir.



Şekil 4.6. Pano taban yollarında ağaç tahkimatlı kesitin daraldığı yamuk trapez kesitli bağ kasası



Şekil 4.7. Pano taban yollarında planlanan TH- geçme esnek demir tahkimata dönüşümü

4.1.1.3. Pano üretim ayağında uygulanacak tahkimat sistemi

Klasik uzun ayak uygulaması: Sahada çalışmakta olan Ermenek Boyalık Kömür İşletmesinde üretim yöntemi olarak yeraltı işletme metodu uygulanmaktadır. Üretim; ana hazırlık kat galerilerinden rekup ile girilerek, kömür damarı içerisinde sürülen taban yolları ve baş yukarıların birbirine irtibatından sonra oluşturulan panolarda, **geri dönümlü ve tavan göçertmeli uzun ayak yöntemiyle** yapılmaktadır.

Ayak tahkimatında arına paralel sarmalar 3-adet çatal direk ile tavana sıkılır, tavan kamalanır ve ihtiyaç duyulan yerlere ayaklarda sarma altına belleme ve kömür bacalarında bağ kasası altına kilit sarma çekilir. Ayakdaki sarmalar aşağıdan yukarıya

doğru uç uca gelecek şekilde arından göçük tarafına doğru sarma fırçaları ile sıkılarak tahkimat sisteminin dinamik tavan yükü ve gerilmelere karşı statik dengesi sağlanmaktadır. Ayaklarda tahkimatlı olarak; kazı, oluk (ünite) ve domuzdamı havesi olmak üzere 3 have genişliği oluşturulur. Domuzdamı havesi göçertilecek alan ile kazı alanı arasında yer alır ve tampon görevi görür. 4 metrelik her sarmaya 2 adet domuzdamı kurulur. Yeni bir kömür havesi kazısından sonra tüm haveler sırasıyla ileri ötelenerek en sondaki 4. havenin sökümü yapılarak üzerindeki tavan alanı kontrollü bir şekilde göçertilir. Göçmeyen tavan kısımları patlayıcı kullanılarak göçertilir. Eğimin 20° dereceyi aştığı ayaklarda tahkimat sökümü ve tavan göçertme alt kottan üst kota doğru sırasıyla birbiri üzerine yığın yapılarak, kazı işlemi üst kottan alt kota doğru ve pano girişine doğru mekik hareketi yapacak şekilde sürdürülmektedir. Tüm bu işlemler her kazı havesi dilimi alındıkça pano boyu kadar mesafede tekrarlanır. Şekil 4.8’de klasik düzen arına paralel ağaç tahkimatın ayak başından en kesit fotoğrafı yer almaktadır.



Şekil 4.8. Mevcut pano üretim ayağında arına paralel sarma tahkimatlı enine kesit görünüm

Mekanize ayak tahkimatı uygulaması: Sahadaki pilot kapalı işletmede modernize ve mekanizasyonuna dönük planlamalar; ana nakliyat yolu galerileri 8 m^2 kesitinde ve çelik tahkimatla ile tahkim edilecektir. Üretim panolarında taban yolları ve başyukarılar ilk etapta klasik ağaç tahkimatla hazırlanarak, adaptasyon sürecinde TH geçme demir bağ dönüşümü arkasından uygulanacaktır. Üretim ayağı için ilk etapta hidrolik direk +çelik sarma ile nihai olarak yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemi planlanmaktadır. İşletmenin mekanizasyonunda diğer önemli aşama nakliyat

sistemlerinde yapılarak lastik bantlı konveyörler ile zincirli konveyör nakliyat-otomasyon taşımacılığına geçilecektir. Üretim ayaklarının ve kara tumba üretim panolarının kalın ve merceksi yapıdaki kömür damarları; suni arakat veya çelik hasır ile tavan ayak-taban ayak üretim yöntemleri uygulanması planlanmaktadır.

İşletmede klasik tip ağaç üretim yöntemi aşağıda şekil 4.9 ve 4.10’da fotoğrafları verilen hidrolik yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemine kurulum ve dönüşüm sağlanarak daha güvenli ve daha verimli olarak üretim faaliyetlerine devam edilmesi amaçlanmaktadır. Üretim ayaklarında esas amaç arında direksiz cephe oluşturarak sürekli kesintisiz kazı işlemi hedeflenmektedir. Bu amaçla ayak mekanizasyonu tahkimat, kazı, nakliye ve üretim iş organizasyonlarını kombine olarak aşağıdaki evreleri aşarak nihai olarak tam mekanize üretim yöntemi uygulamasına ulaşmış bulunmaktadır. Ayak mekanizasyonun gelişme aşamaları şu şekilde verilmektedir.

- **Sürtünmeli direk+çelik sarma**
- **Hidrolik direk+çelik Sarma**
- **Yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemi**
- **Tam mekanize üretim yöntemi**

Hidrolik yarı mekanize yürüyen tahkimat sisteminin değişik tip ve modellerine söz konusu ocaktaki alternatif üretim yöntemlerinde kullanılabilmesi mümkündür. Ancak tez çalışmasında nihai olarak yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemi hedeflendiği için burada ona yer verilmektedir (<https://www.eramadencilik.com/>).



Şekil 4.9. Pano üretim ayağında kullanılacak yarı mekanize tahkimat sistemi boyuna kesiti



Şekil 4.10. Pano üretim ayağında kullanılacak yarı mekanize tahkimat sistemi enine kesiti

4.1.1.3.1. Yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemlerinin avantajları

- Delme –patlamaya uygun
- Taşınması ve montajı çok kolay
- Yatırım maliyeti çok düşük
- Güvenilir ve emniyetli
- 40 dereceye kadar açılarda çalışma imkânı
- Kullanımı çok esnek ve pratik

Avantajları: Çok hafif (≈ 2 ton), Nakliyesi-Montajı ve demontajı kolay (100 metrelik bir ayağa 4-5 gün içerisinde monte edilebiliyor), Çok yumuşak killi zeminlerde minimum tabana batma. Her bir direk bağımsız ve çift yönlü hareket ettiği için, batma olsa bile, çok basit olarak kurtarma. Çok hızlı ve kolay bakım ve parça değiştirme imkanı. Büyük parçalı kömür veya taşlarda direkleri hareket ettirerek içeri alabilme imkanı var. Muadillerine göre çok uygun fiyatlarda ve daha düşük yatırım tutarına sahiptir. (<https://www.eramadencilik.com/>).

4.1.2. Nakliyat sistemlerindeki dönüşüm uygulamaları

Ermenek havzası yeraltı ocaklarında ve Üçpınar Ermenek kömür işletmesinde 2001 yılında faaliyete başlanmasından itibaren ve halen raylı sistem uygulanmaktadır. Raylı sistem olarak 1-tonluk kömür vagonları 6-7 metre boyundaki 8-10 kg/m çelik ray kullanılarak 60 cm ray açıklığında yapılan raylı sistem yolu ocağın girişinden çıkışına, taş galerilerden kömür panolarına kadar faal olarak halen kullanılmaktadır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Ocak'ta kullanılmakta olan 10 kg/m ray demiri kesit görüntüsü

Uygulama ocağında nakliyat sistemlerinde zincirli konveyör kullanımı pano üretim ayağında ilk kez 2004 yılında başlanmış olup, halen 6 adet zincirli konveyör ünitesi ile kullanımı yaygınlaştırılmış olup, taş ve kömür hazırlıklarında da ilk etap nakliyesi amacıyla kullanılmaktadır.

4.1.2.1. Galeri ve desandrelerdeki nakliyat dönüşüm uygulamaları

Ana nakliyat giriş galerisi ve desandresinde mevcut nakliyat durumu; (+1443/1355) kotları arasında 200 metre ve 28° eğimde raylı varagel sistemi ile nakliyat yapılmaktadır. Ocağın en dip üretim kotu olan +1285 taban kotunda +1355 ana desandre tabanına kadar olan yaklaşık 750 metre boyunca hem raylı hem de beş ayrı ünitelik lastik band konveyör nakliyat sistemi 2023 yılında tamamlanmıştır. +1355 kotu ana desandre dibinde kömür pnömatik boşaltma sistemi ile tonluk vagonlara doldurularak raylı sistem ile ana desandreden mekanik halatlı vinçler ile yerüstüne çekilmektedir. Ocaktaki nakliyat otomasyon sisteminin yerüstüne kadar kesintisiz yapılabilmesi için ana desandre kesitinin 8 m² olarak genişletilmesi ve NPI-140 demir bağ tahkimat dönüşümünün tamamlanması beklenmektedir.

Yeraltındaki dahili katlar arası kömür nakliyesinde ortadan bölünmüş halde yapılmış olan silo başyukarıları ile ve silo başyukarıları arasında üst kottan alt kota depolama yapılarak sağlanmaktadır. Ocakta üretim yapılan 2024 Batı pano (1320/1285) üretim ayağının +1285 alt taban yolu ucundan itibaren eğimli ve yatay konumlu olarak kurulan lastik bantlı konveyörler ile yapılmaktadır. Lastik band aks şase unsurları 85 cm eninde, V-tipi 2-li makara kesitinde, 4-5-6 metrelik boylar halinde kafes tipi şaselerin cıvata ile eklenmesi suretiyle kurulmaktadır. Şekil 4.12'de band şasesi verilmektedir.

Lastik bant konveyör eni 60 cm olup, alev yürütmez özellikte K-tipi sertifikalı poliüreten malzeme kullanılmakta, band şasesi boyunca yangına karşı önlem olarak 55⁰ısıya duyarlı sipriner ve hidrant sistemi kurulmuş bulunmaktadır.



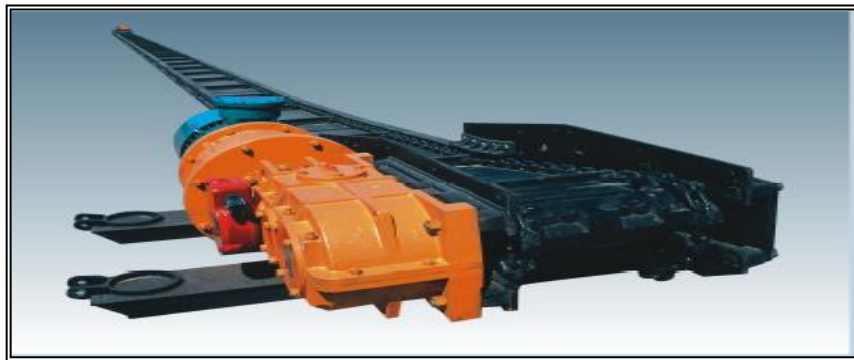
Şekil 4.12. Ocak içindeki ana nakliyat yolu üzerinde sprinker olan bant konveyör nakliyatı

4.1.2.2. Damar içi taban yollarında nakliyat dönüşüm uygulamaları

Kömür panolarının alt ve üst taban yollarında genellikle çift zincirli konveyörler, nadiren özellikle taban basımı yapabilmek ve ayrı nakliye yaptırabilmek için 750 kg'lık beşik tip veya tonluk kömür vagonlarıyla raylı sistem ile sağlanmaktadır.

4.1.2.3. Pano üretim ayaklarında nakliyat dönüşüm uygulamaları

Kömür nakliyesi ayak içerisinde eğimin 24° ve üzeri olduğu yerlerde sabit oluklar ile daha az eğimli yerlerde (22kW/30BG gücünde 1450 dev/dak.) 80 ton/saat kapasiteli çift zincirli konveyör ile yapılmaktadır. Üretim ayaklarında yarı mekanize tahkimat sistemine dönüşüm tamamlandığı takdirde tahkimat sisteminin koordinasyonunda çalışılmasının dışında değişiklik olmayacak şekil 4.13'de fotoğrafı verilen çift zincirli konveyörlerin kullanımına devam edilecektir.



Şekil 4.13. Üretim pano taban yolu ve ayak içinde zincirli konveyör nakliyat ünitesi

4.1.3. Mekanize üretim yöntemine dönüşümde uygulamaların analizleri

Ermenek kömür havzasında klasik yöntemlerle yürütülen üretim süreçleri, iş gücü yoğunluğu, düşük verimlilik ve yüksek güvenlik riskleri nedeniyle uzun vadede sürdürülebilirliğini yitirmiştir. Bu nedenle, havzada mekanize üretim yöntemlerine geçiş, üretim verimliliğinin artırılması ve iş güvenliği standartlarının yükseltilmesi açısından kaçınılmaz hale gelmiştir. Mekanize sistemlerin uygulanmasında, pano tasarımı ve ayak düzenlemeleri kritik öneme sahiptir. Özellikle **tavan ayak ve taban ayak** uygulamaları, mekanize uzun ayak sistemlerinin performansını doğrudan etkileyen faktörlerdendir.

Tavan ayak sistemlerinde, üretim faaliyetleri kömür damarı tavanına yakın bölgede gerçekleştirildiğinden, tavan kontrolü ve tahkimat dayanımı ön plandadır. Bu durum, mekanize tahkimatın tavan basınçlarını karşılayabilmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Buna karşın, taban ayak uygulamalarında, üretim damarın tabanına yakın seviyede yapılmakta ve tavan kömürünün göçertilmesiyle ilerlenmektedir. Mekanize üretime geçişte taban ayak uygulamaları, özellikle Ermenek havzasındaki kalın damarlı yapıların üretimi için önemli bir seçenek oluşturmaktadır. Ancak taban ayak yöntemlerinde taban kömürünün stabilitesi ve taban şişmesi gibi sorunlar, mekanize tahkimat tasarımında özel mühendislik çözümleri gerektirmektedir.

Ermenek kömür havzasında mekanize üretim yöntemine dönüşüm, yalnızca teknolojik donanımın sahaya adaptasyonunu değil, aynı zamanda tavan ve taban ayak sistemlerinin jeoteknik koşullara uygun şekilde analiz edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, pano organizasyonu, tahkimat seçimi ve nakliyat sistemlerinin tavan-taban ayak özelliklerine göre optimize edilmesi, sürdürülebilir ve güvenli mekanize üretimin temelini oluşturmaktadır.

4.1.3.1. Mekanize dilimli tavan ayak-taban ayak uygulaması

Kalın Kömür Damarlarında üretimini etkileyen önemli faktörler

- Damar kalınlığı, Damar eğimi, Damar derinliği, Yan kayacın yapısı
- Diğer faktörler: gaz çıkışı, endojen yangını, sübsidans.

Kalın kömür damarlarında uygulanan uzun ayak yöntemlerini uygulama şekline göre 3 ana gruba ayırmak mümkündür.

- Tüm damar kalınlığının bir seferde kazanıldığı tam mekanize uzun ayak yöntemi
- Kömür damarının dilimlere ayrılarak uygulandığı uzun ayak yöntemi
 - a) Tavan ve taban taşına paralel oluşturulan dilimler halinde
 - b) Yatay dilimler halinde
- Ayak arkasından tavan kömürünün çekildiği uzun ayak yöntemi,

1. Tüm damar kalınlığının bir seferde kazanıldığı tam mekanize uzun ayak yöntemi

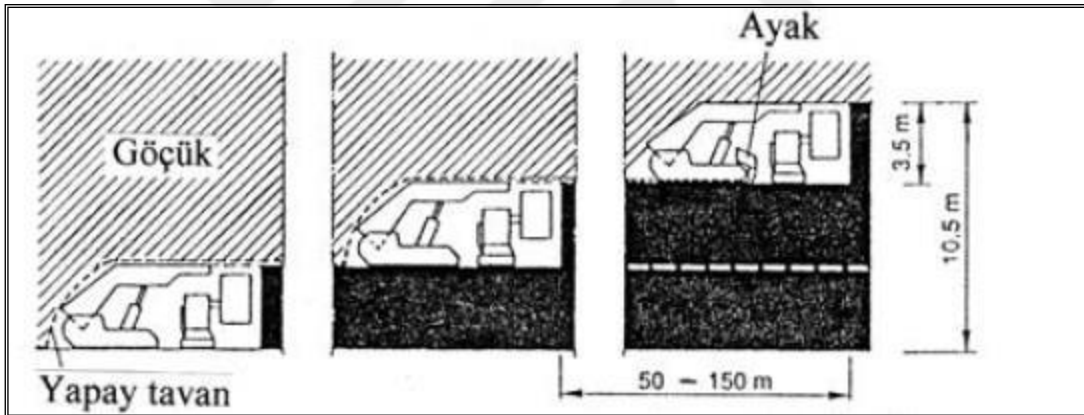
Tam mekanize yöntemler ile kalın damarlar orta kalınlıktaki damarların kazanılması şeklinde yapılmaktadır.

- Bu yolla en son olarak 6 m kalınlığına kadar olan damarlar bir seferde tam mekanize sistemlerle kazanılabilmektedir.
- 6 m' den daha kalın olan damarların bugünkü teknoloji ile bir seferde kazanılması mümkün değildir.
- Dilimlere ayrılarak üretilmeleri gerekmektedir.

2. Kömür damarının dilimlere ayrılarak uygulandığı uzun ayak yöntemi

A-Tavan taban taşına paralel dilimler halinde kazı Tavan taşına paralel olarak yapılan kazı düz ve az eğimli damarlarda uygulanan yöntemdir. Bu yöntem iki şekilde uygulanır. Dilimlerin aynı anda kazanılması veya sırası ile birbirleri arkasından kazanılması şeklindedir. Bu yöntem iki şekilde uygulanır

- Dilimlerin aynı anda kazanılması
- Dilimlerin sırayla kazanılması şeklindedir.

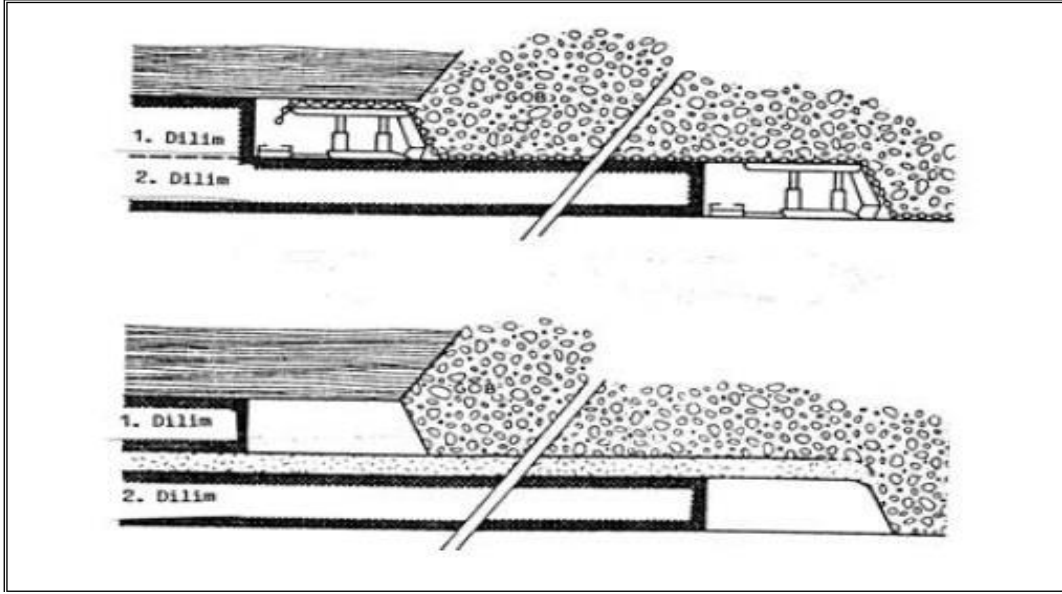


Şekil 4.14. Dilimler halinde aynı anda çalışılan kalın damar üretim yöntemi

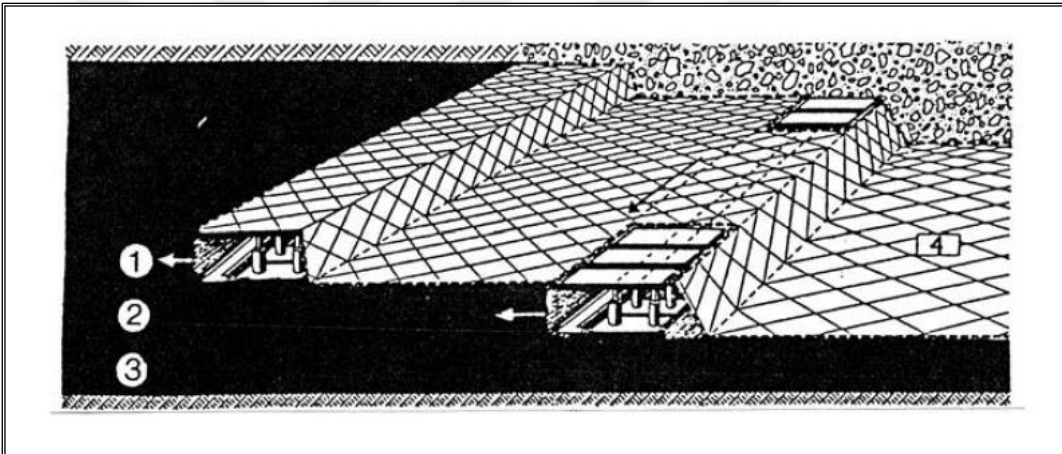
Dilimlerin aynı anda kazanılması

□ Bu yöntemde hazırlık oranı (metre hazırlık/ton üretim) oldukça düşüktür. Üç dilime kadar tek ana galeriden servis verebilmektedir.

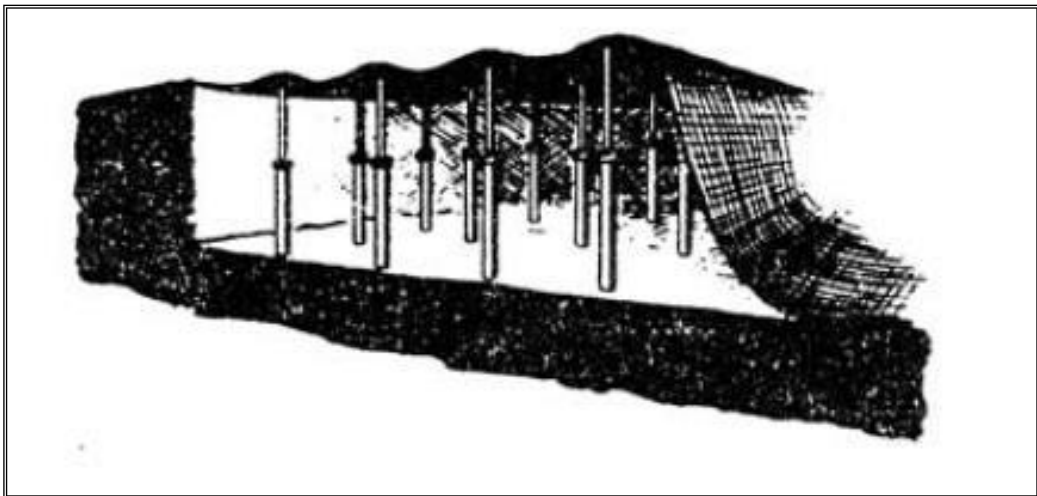
□ İki ayak arasındaki optimum mesafeyi saptamak tavan kontrolünü kolaylaştırmaktadır. Eğer alttaki ayak, üstteki ayağa çok yaklaşırsa, üstteki ayaktaki basınç, tek dilimli üretimde gözlenenden daha yüksek değerlere ulaşılacaktır. Tersine, eğer mesafe optimumdan fazla olursa, alttaki ayakta ek basınçlar oluşacaktır. Optimumdan fazla olursa, alttaki ayakta ek basınçlar oluşmaktadır. Optimum mesafe 40-55 m arasındadır. Şekil 4.14, 4.15, 4.16'da aynı anda dilimli çalışılan tavan ayak -taban ayak ve Şekil 4.17'de yapay tavanlı ayak uygulamalarına ait görseller verilmektedir.



Şekil 4.15. İki dilim halinde aynı anda çalışılan arakesme tavanlı üretim yöntemi



Şekil 4.16. Kömür damarının yatay dilimler halinde aynı anda kazanılması



Şekil 4.17. Yapay tavanlı uzun ayak perspektif görünüşü

Dilimlerin sırası ile kazanılması

□ Dilimler sırası ile kazanılırken ya yukarıdan aşağıya doğru veya aşağıdan yukarıya doğru çalışma yapılmaktadır.

□ Bu yöntemde dilimler farklı zamanlarda kazanılmaktadır. Alttaki dilimler üstteki göçük alanının oturmasına yetecek zaman bırakıldıktan sonra kazanılmaktadır. Küçük hazırlık giderleri ile üretim randımanları, aynı anda kazıya göre daha yüksektir. Ana yollar (galeriler) üstteki dilimlerin üretimi yapılmış olan göçüklerin altına gelecek şekilde alttaki dilimin içerisinde açılmaktadır. Bu şekilde bırakılan topukların etkisi ortadan kaldırılmış olacaktır.

□ Yukarıya doğru kazıda ise, kömürü alınan dilimlerin dolgu ile doldurulması gerekmektedir. Bu yöntemin kullanımı, dolgu giderlerinin fazla oluşu, üst dilimlerde kazanılacak kömürü tavan kontrolünü zorlaştırması ve ocak yangınları tehlikesinin var olması yüzünden hızlı bir şekilde azalmaktadır.

3. Ayak arkasından tavan kömürünün çekildiği uzun ayak üretim yöntemi

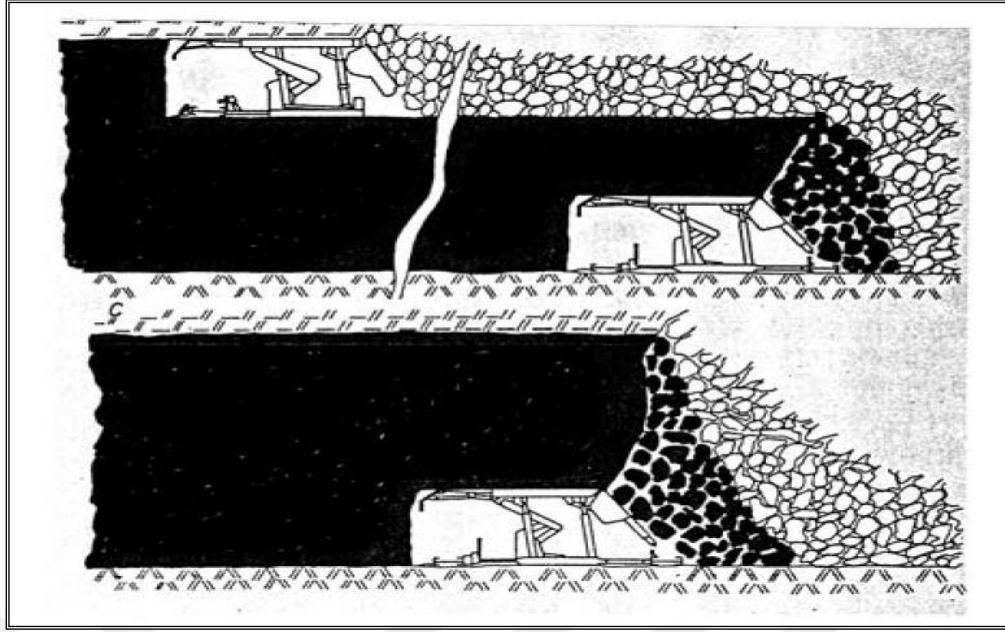
□ Bu yöntem bir çekme yöntemi olarak, yeryüzü hareketlerinin pek önemli olmadığı yerlerde düzensiz ve kalın damarların kazanılmasında uygulanır.

□ Bu yöntem, iki farklı şekilde uygulanır. Birinci şekilde; kömür damarının tavanında, arada kalan kömürü ferahlatmak için bir uzun ayak, kömür damarının tabanında da ayrı bir uzun ayak sürülür (tavan-taban ayak uygulaması). Arada kalan kömür ise taban ayağın arkasından göçertilerek çekilir.

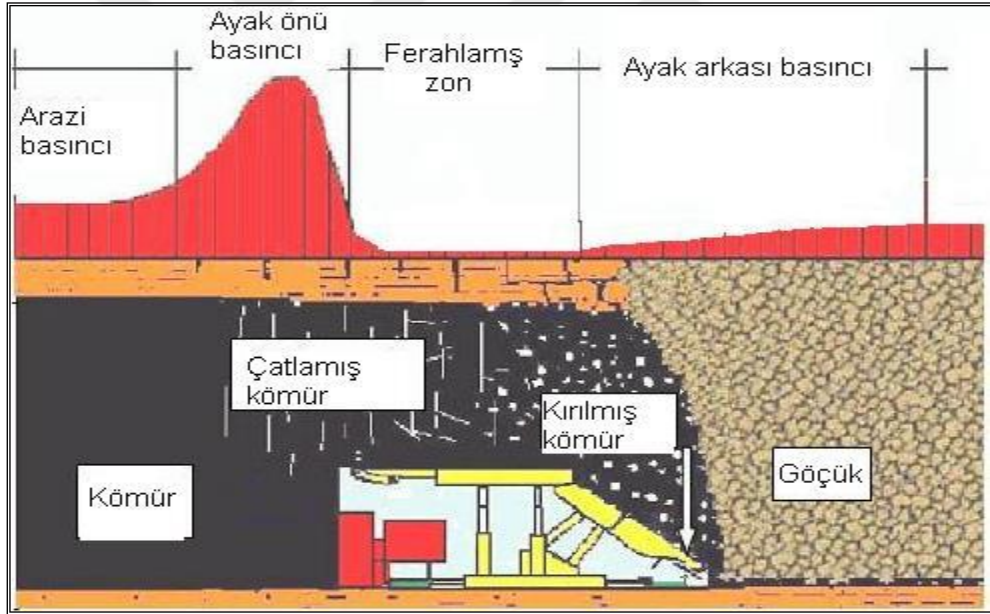
□ İkinci şekilde ise ayak sadece damarın tabanında sürülür ve tavan kömürü ayak arkasından göçertilerek çekilir (taban ayak uygulaması).

□ Yöntemin uygulanabilirliği, göçertilen tavan kömürünün akma karakteristiklerine bağlıdır. Eğer büyük bloklar halinde parçalanma oluyorsa yöntem verimli olmayacaktır.

□ Bu yöntemde özel olarak uygulanan muz sarmalı yürüyen tahkimat veya pencereci yürüyen tahkimat kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekil 4.18’de tavan kömürünün ayak arkasından çekildiği, şekil 4.19’da ise kalın damarlı kömürlerin mekanize kazı sisteminde üretimi kesiti ve basınç dağılım alanlarına ait görsel verilmektedir.



Şekil 4.18. Tavan kömürün ayak arkasından çekilerek üretildiği uzun ayak yöntemi



Şekil 4.19. Kalın kömür damarlarının kazanılmasında kullanılan yürüyen tahkimat şekilleri

4.1.3.2. Yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemi ve Sabanlı kazı

Günümüzde artan nüfus, teknolojik gelişme ve üretim ihtiyacına paralel olarak tam mekanize kazı sistemi son yıllarda vazgeçilmez bir duruma gelmiştir. Özellikle enerjiye olan talebin gün geçtikçe artmasıyla, kömür üretiminin daha ekonomik ve büyük miktarlarda yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle, kömür üretiminde tam mekanize kazı sistemine geçiş süreci hızlanmış, hatta otomasyon sistemi kullanımına doğru bir eğilim gelişmiştir. Son yıllarda kömür üretiminde sabanların kullanımı tekrar

artmaya başlamıştır. Kalın kömür damarlarının dünyada azalmaya başlaması nedeniyle, ince-orta kömür damarlarının ekonomik olarak kazanılması önem kazanmıştır. Orta ve ince kömür damarlarında (0,6-2,3 m) sabanların kullanımı gün geçtikçe artmaya devam edecektir. Çünkü günümüzde kömür kazısında kullanılan kazıcı makinalar içerisinde ince ve ondülasyonlu damarlara en iyi uyum sağlayan kazıcı makine sabandır. Ayrıca 60°'ye kadar eğimli olan damarlarda bile kullanılabiliyor olması diğer kazıcı makinalara en önemli üstünlüklerinden bir tanesidir. Dünyada kalın kömür damarlarının zamanla azalmasına bağlı olarak sabanın önemi de beraberinde artacaktır. Sonuç olarak yumuşak ve orta sert kömür madenlerinde ve ince ve orta yükseklikteki damarlarda saban kullanımı günümüzde giderek artmakta ve artmaya devam edecektir (Bilim, 2018).

Ermenek İşletmelerinin hepsinde mekanizasyon kazı uygulaması olarak; tam mekanize kazı için pano ve ayak boyları ile üretilecek kömürün rezerv miktarı açısından yeterli şartları taşımamaktadır. Ancak ilk etapta yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemi ile kömür kazı işleminin patlayıcı kullanılarak yapıldığı uygulamanın hayata geçirilmesi; nihai olarak Sabanlı kazı uygulamasının uygulanabilirliği konusunda akademik çalışma yapılarak hayata geçirilmesi mevcut ocak ve bölge şartları açısından günümüz koşulları için en ideal mekanize üretim yöntemi olacaktır. Sabanlı kazı uygulaması için kazı mekaniği ve ekipman tercihi konusunda daha detaylı akademik bilimsel çalışmaların yapılması uygun olacaktır. Şekil 4.20'de Sabanlı kazı uygulaması yer almaktadır.



Şekil 4.20. Mekanize kömür kazısında saban uygulamasına bir örnek

4.2. Ermenek Kömür Havzasında Mekanizasyon Uygulanabilirliğinin İncelenmesi

Ermenek kömür havzasında mevcut ruhsat sahaları ve bu sahalar üzerinde faaliyet gösteren yeraltı kömür işletmeleri yaklaşık 10 km²'lik bir alan içerisinde yer almaktadır. Jeolojik olarak değerlendirildiğinde tavan, taban yan kayaç koşulları ile kömür damarlarının yapısal özellikleri, istisnai bazı durumlar haricinde, havzanın büyük bölümünde benzerlik göstermektedir.

Bu jeolojik benzerlik, mekanize kazı sistemlerinin uygulanabilirliğinin incelenmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Zira mekanizasyona geçişte dikkate alınan jeoteknik, yapısal ve üretim parametreleri tüm havza genelinde ortak bir çerçevede değerlendirilebilmekte; buna karşın uygulama yapılacak ocak özelinde ayrıntılı analizler gerekmektedir. Dolayısıyla bu bölümde, mekanize kazı sistemlerine geçiş için belirlenen kriterler hem havza ölçeğinde hem de örnek ocak ölçeğinde ele alınacak; böylece bölgesel düzeyde genellenebilir sonuçlar ile saha uygulamasına yönelik özgül değerlendirmeler bir arada sunulacaktır.

4.2.1. Genel jeoloji ve tektonizma koşulları açısından değerlendirme

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2019-2020 yıllarında yapılan ve 2022 yılında yayımlanan 'Ermenek-Başyayla Karaman Civarında Yer Alan Ruhsat Sahalarına Ait Kömür Aramaları Jeoloji Raporu'nda 1/25.000 ölçekli O29a3, O29b4, O29c1, O29c3, O29d2 ve O29d3 paftalarında yer alan, toplam 13.253,57 hektarlık IV. Grup kömür arama ruhsat alanlarında yürütülen prospeksiyon ve jeolojik etütler, Karaman ili Ermenek ve Başyayla ilçe sınırları içerisindeki kömür sahalarının jeolojik özelliklerini ortaya koymuştur.

Bölgede 2019 yılından itibaren prospeksiyon ve jeolojik etütler yürütülmüş olup; 2019 yılında başlayan sondaj çalışmaları 2020 yılı içinde tamamlanmıştır. Ruhsat sahalarında yapılan 33 adet araştırma sondajında, ekonomik anlamda kömürleşme görülemediğinden, ruhsat sahalarının terk edilmesine karar verilmiştir (Şahin, 2022).

Bölgenin temel birimini, Aladağ Birliği'ne ait Permian–Kretase yaşlı kırıntılı kayaçlar ve karbonatlar oluşturmaktadır. Bunların üzerine, tektonik olarak yerleşmiş Üst Kretase yaşlı Bozkır Birliği'ne ait ofiyolitik melanj gelmektedir. Melanj üzerinde ise Triyas–Kretase yaşlı kireçtaşı birimleri tektonik konumlu olarak izlenmektedir. Bu temel kayaçların üzerinde yer yer Paleosen–Eosen yaşlı bol nummulitli kireçtaşı seviyeleri ile birlikte kıltaşı, çakıltaşı ve marnlardan oluşan Güzeller Formasyonu gelişmiştir. Tabanda

çakıltaşları ile başlayan, çoğunlukla kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marnlardan meydana gelen Oligosen yaşlı Pamuklu Formasyonu, alttaki tüm birimleri aşıl uyumsuzlukla örtmektedir. Havzanın önemli birimlerinden biri olan Erken Miyosen yaşlı Yenimahalle Formasyonu; çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve marn aralanması ile birlikte ekonomik öneme sahip kömür seviyelerini içermektedir. Bu formasyonun üzerine uyumsuz olarak, resifal kireçtaşlarından oluşan ve yer yer ince kiltası ile marn seviyeleri içeren Orta Miyosen yaşlı Mut Formasyonu gelmektedir.

1- Ermenek havzası genel jeolojisi ve yapısal özellikleri

Stratigrafik ve tektonik yapı; Ermenek Havzası, temel olarak Paleozoyik ve Mezozoik yaşlı formasyonlardan oluşan bir taban (basement) üzerinde gelişmiştir. Bu temel kayalar kuzeybatıda ofiyolitli melanj ve güneyinde kireçtaşı-şeyl-kumtaşı aralanmaları içerir. Üzerlerini Eosen yaşlı marn-şeyl-kumtaşı-çakıltaşı ve üstte Miyosen yaşlı çakıltaşı-marn-kireçtaşı çökelleri örtmektedir. Bu istiflerin toplam kalınlığı 8.500 metreye ulaşmaktadır (Gedik, 1979).

2- Havzanın morfolojik gelişimi ve fay sistemi;

Havzanın oluşumu NW–SE yönelimli normal ve oblique fayların denetiminde ilerlemiş; taban morfolojisi ve havza geometrisi büyük ölçüde bu kırılmalar tarafından şekillendirilmiştir. Bu yapı; çok katmanlı stratigrafi ile tektonik kontrolün bir arada görüldüğü dinamik bir jeolojik kondisyondur (İlgar, 2020).

Jeomorfolojik Yapı; Karstik topoğrafya ve platolar, bölgeyi domine eden jeomorfolojik unsurlar kireçtaşları üzerinde gelişen karstik şekillerdir: lapy, dolin, uvala, polye gibi. Platolar geniş alanları kaplamakta, derin vadilerle kesilmiş halde görülmektedir. Vadi kenarlarında 1.300–1.500 m yükselti farkları oluşmuş, dramatik geometriler yaratmıştır (Efe, 2015).

3- Kömür Jeolojisi ve Kalitesi;

Havzanın jeolojik alt ayrımı, Çanakçı ve Pamuklu-Tepebaşı isimli iki ayrı alt bölge olarak incelenmiştir: Her birinde kömür düzeylerinin stratigrafik yerleşimi ve jeolojik karakteri farklılık gösterebilmektedir (Demirel, 1999). Kömür kalitesi; Ermenek kömürlerinin alt ısı değeri ortalama 3.300 kcal/kg olarak belirlenmiştir; Tepebaşı, Cenne-Pamuklu bölgesinde parlak renkli ve 4000-4500 kalori, Çanakçı bölgesinde parlak renkte ve 2500-5000 kalori, Boyalık köyü bölgesi mat renkte ve 2500-3750 kalori arasında değişmekte olup bünye nemi (%30) dolayısıyla ve en düşük kalori özellikleri nedeniyle diğerlerinden ayrılmaktadır. Ermenek bölgesi kömürleri, Konya çevresinde en yüksek kaliteli linyit kömür rezervlerinden biri olması özelliklerini taşımaktadır.

4- Rezerv miktarı;

Havzada tespit edilen görünür ve muhtemel kömür rezervi yaklaşık 10 milyon tondur. Görünür rezerv miktarı; Cenne-Pamuklu bölgesinde 4 milyon ton, Tepebaşı bölgesinde 1 milyon ton, Çanakçı bölgesinde 1 milyon ton, Boyalık bölgesinde 1 milyon ton olarak tespit edilmiştir. Mümkün-Muhtemel rezerv alanlarında toplamda 5 milyon ton olduğu varsayılmakta olup; havza genelinde kömür rezervinin 10 milyon ton olduğu kabul edilmektedir.

5- Kömürün kimyasal ve petrografik özellikleri;

Demirel (1993) tarafından yapılan çalışmalar, Ermenek kömürlerinin jeolojik evrimi, petrografi ve kimyasal özelliklerine ışık tutmuştur. Orta sınıf linyit kalitesi kabul edilmektedir.

4.2.1.1. Yapısal jeoloji koşulları

Hadim ve civarında, naplı-bindirmeli yapıların, Göksu Irmağı'nın açtığı derin vadi içlerinde aşındırılmaları sonucu, otokton konumlu kayalar açığa çıkar (Hadim Birliği). Otokton konumlu kayalar üzerinde yer alan naplı-bindirmeli yapılara "Göksu Napları" denilmiştir. Erken Alt Paleosen'den sonra gelişmeye başlayan sıkışmalı tektonik, özellikle ters faylarla, bindirmeli ve naplı yapıları oluşturmuştur. Kıvrımlanma gelişimlerine pek rastlanmaz (Köksoy, 1987).

Saha jeolojisi; daha önceki çalışmalar, sondaj verileri ve mevcut ocakların üretim planlarına göre elde edilen bulgulara göre değerlendirilmiştir. Birçok kıvrım vardır. Antiklinal ve senklinaller Asar Dağı, Kartal Dağı ve küçük çayda gözlemlenmektedir. Sahada hem temel birimlerde hem de kömürlü birimlerde irili ufaklı faylar bulunmaktadır. Ana faylar; Çanakçı Fayı, Güzve Fayı, Kışlacık Fayı ve Takan Fayı'dır. Temelde bulunan serpantinitle, mesozoyik kireçtaşlarına bindirme yapmıştır (Köksoy, 1987).

Ermenek kömür havzasındaki kömür jeolojisindeki genel durum tüm havza için aynı özellikleri taşımakla birlikte kömür jeolojisine ait formasyon ve tabakalara ait birimlerdeki tektonizma, konum, kalınlık, mekanik özellikler, normal ve doğrultu atımlı faylanmalar, süreksizliklerin durumu gibi özelliklerde genel olarak benzerlikler görülürken her işletme için özel durumlar veya farklılıklar bulunmaktadır.

Tektonik koşullar havza genelinde yaklaşık aynı özellikleri taşıdığı yıllar itibarıyla yeraltı işletmelerinin üretim imalatları sırasında çok büyük fay atımlarının olmadığı, kömür damarının normal faylar ile büyük rezerv ve üretim kayıplarının kesintiye uğradığı durumlara sıkça rastlanmamıştır. İmalat haritalarından, tavan izohips

eğrilerinden doğrultu ve eğim boyunca genel olarak uniform yataklanma şekli gözlenebilmektedir. Bu konuda bir istisna vermek gerekirse Özakpınar Madencilik ruhsat sahasında KİAŞ dönemi yeraltı imalatlarında büyük atımlı normal faylanmaların olduğu bilinmekle birlikte söz konusu kısımlar Ermenek HES baraj gölü altında kaldığı için işletilmesi su seviyesi altında kalması nedeniyle mümkün olmamaktadır.

4.2.1.2. Hidrojeoloji koşulları

Ermenek ilçesinin bulunduğu coğrafyaya Taşeli adı verilmektedir. Taşeli bölgesi Ermenek ilçesi ve ilçeye bağlı Güneyyurt ve Kazancı kasabaları ile Başyayla ve Sarıveliler ilçe merkez ve sınırlarını kapsamaktadır. Taşeli bölgesi Ermenek Çayı, baraj yeri itibarıyla 2304 km² geniş bir yağış alanı olan topografik coğrafyaya sahiptir.

Bu yağış alanı dağlık bir yapı göstermektedir. Havzanın ortalama kotu 1600 m olup yükselti 500 – 1800 metre aralığında değişmektedir. Ermenek Çayı havzasının en yüksek kotu 2877 m'dir. Ermenek HES baraj gölü (Şekil 4.21)'nün yerindeki nehir yatağı kotu 500 m olup baraj yerinin yukarısındaki havzanın ortalama kotu 1600 m'dir.

Havzanın düşük kotlarında Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Kışları ılık ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Yukarı yağış alanına doğru yükselti hızla artmakta ve Akdeniz ikliminden karasal iklime geçiş görülmektedir. Ermenek HES baraj gölünün Ermenek Barajı havzasının yıllık yağış değeri 600 mm'dir. Mevsimsel dağılım incelendiğinde, Aralık – Şubat ayları arasında yağışın diğer aylara göre iki kat fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.21. Ermenek HES baraj göl alanına ait fotoğraf

Taşeli bölgesi Ermenek kömür havzası alanında hidrojeolojik şartlar, oldukça karmaşık olup birçok hidrojeolojik sistem ve akifer bulunmaktadır. Mevcut kömür ocakları 1600 rakımlı dağ tepe yamaçlarından, 600 rakımlı vadi yamaçlarına kadar genel olarak güneyden kuzeye doğru vadi yamaçlarında konumlanmaktadır. Söz konusu topoğrafyada birçok dere yatağı ve su gelirini besleyen tabaka ve formasyonlar içermekle birlikte büyük debili akarsu, nehir veya göl bulunmamaktadır. Mevsimsel kar ve yağmur yağışları yamaç ve dere yatakları boyunca Ermenek çayına akmaktadır. Dere yataklarının birçoğunda kış aylarında su olmakla birlikte yazın kurumaktadır.

Özetle mevcut Ermenek kömür ocaklarında hidrojeolojik koşullar açısından olumsuzluk yaşanmamaktadır. Ancak mevcut kömür ocaklarındaki yeraltı su gelirinin ve tahliyesinin iş organizasyon sisteminde bir yeri ve takibi yapılmaktadır. Ocaklardaki su atımı yapmakta olan tulumba ve pompalar yedekli olarak yeteri miktar ve güçte kurulu olup otomatik şamandıra ile su tahliyesi yapılmaktadır.

2014 yılında yaşanan maden kazasının ani su deşarjı nedeniyle olması; konunun hidrojeolojik koşullar nedeniyle değil 20 yıl önce çalışılmış ve kapatılmış olan başka bir yeraltı kömür ocak imalatlarına dolan suyun maden kazası olan ocağa yerçekimi etkisiyle aradaki topuğun kontrolsüz açılması şeklinde gerçekleşmiş olduğunu ortaya koymaktadır.

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 2014 yılında yaşanan maden kazası sonrasında ilgili ilgisiz, etkilenen veya etkilenmesi söz konusu olmayan bütün kömür işletmelerine Ermenek HES baraj gölü su seviyesi kotu altında kömür üretim imalat çalışması yapılmaması konusunda yazılı tebligat yapılmış olup, yapılan denetimlerde söz konusu hususun takibine dönük sorgulama ve değerlendirmelerde bulunmaktadır.

4.2.2. Kömür damarına ait jeoteknik ve kimyasal özellikleri

4.2.2.1. Kömür damarının yataklanma şekli

Ermenek linyitlerinin yataklanma şekli özet olarak aşağıdaki şekilde verilmektedir.

Jeolojik Konum: Ermenek kömür havzası, Orta Toroslar'da, özellikle Ermenek–Güneyyurt–Pamuklu yöresinde yer alır. Kömürler, Neojen yaşlı (özellikle Miyosen) çökel serilerinin içerisinde bulunmaktadır.

Tortul Ortam: Kömür damarları, çoğunlukla **göl–delta–bataklık** ortamlarında oluşmuş organik birikimlerdir. Sedimentasyon, kapalı havza karakterli alanlarda gölsel kireçtaşı, kıltaşı, marn ve şeyl araldanması içinde gerçekleşmiştir (Koçyiğit, 1984; Akyol, 1992).

Yataklanma tipi: Kömürler genellikle tabakalı (stratiform) ve damar (seam) şeklinde bulunmaktadır. Damar kalınlıkları 0,5 m ile 8–10 m arasında değişmekte olup, yer yer ekonomik işletilebilir seviyelere ulaşmaktadır. Damarlar çoğunlukla kıltaşı, şeyl, marn ve kireçtaşı ardalanması içinde konumlanmıştır.

Kömür seviyeleri yatay veya hafif dalgalı tabakalanma gösterir; tektonik hareketler nedeniyle yer yer kıvrımlanma ve faylanma etkisiyle kesintiye uğramaktadır.

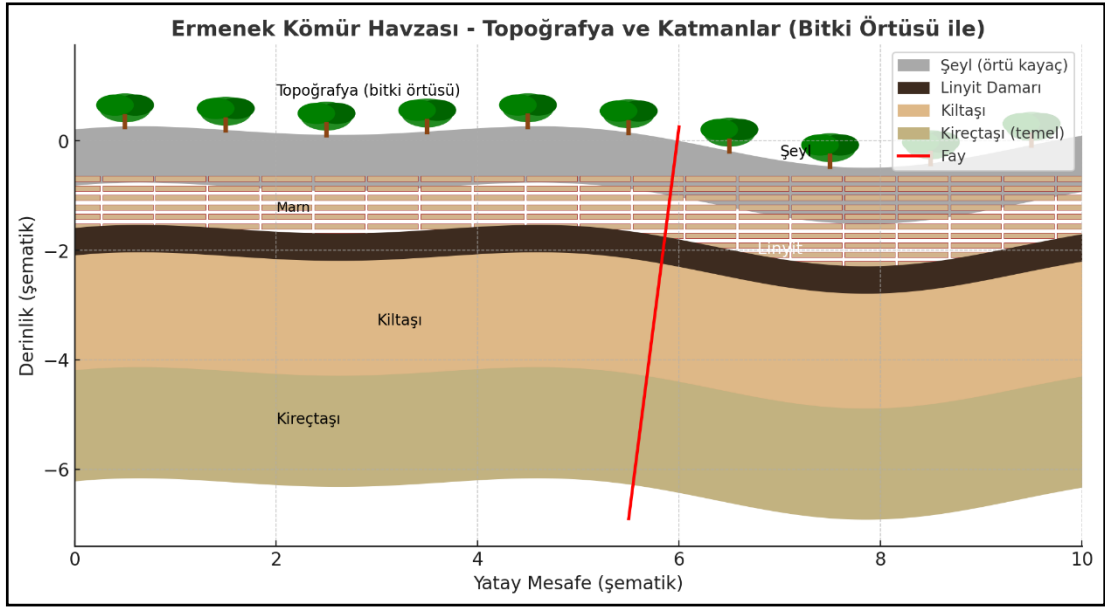
Havza gelişimi: Miyosen sırasında gelişen gölsel ortamda bataklıkların genişlemesiyle organik madde birikmiş, bu birikimler daha sonra sedimanlarla örtülerek linyit kömür damarlarını oluşturmuştur.

Tektonik Etki: Torosların yükselimiyle ilişkili faylanma ve kıvrımlanma sonucunda kömür damarlarının sürekliliği yer yer bozulmuş, bazı alanlarda kömür damarları parçalı bir görünüm kazanmıştır (Güngör ve arkadaşları, 2007).

Özetle: Ermenek linyitleri, **Miyosen yaşlı gölsel–bataklık ortamında oluşmuş, tabakalı ve damar şeklinde** yataklanma gösteren kömürlerdir. Çoğunlukla kıltaşı–marn–kireçtaşı ardalanması içerisinde bulunmakta ve tektonik etkilerle süreklilikleri yer yer kesilmiştir (Şekil 4.22). Kömür jeolojisi; Topoğrafya → Şeyl → Marn (örtü) → Kömür damarı → Kıltaşı/Marn tabanı → Kireçtaşı temel şeklinde sıralanmaktadır.

Ermenek kömür havzası – jeolojik katmanlı stratigrafik yapı sıralaması

1. Yüzey (Topoğrafya / Güncel Arazi Örtüsü)
 - İnce toprak örtüsü ve güncel çökeltir.
 - Yüzeyde yer yer alüvyon veya yamaç molozu bulunur.
2. Üst Örtü Kayaçlar (Şeyl, Kıltaşı, Marn ardalanması)
 - Şeyl: Koyu renkli, ince taneli örtü kayaç.
 - Marn (tuğla desenli sembolize edilir): Kömürün üzerinde önemli bir örtü tabakasıdır.
 - Bu katmanlar kömürün korunmasını sağlar.
3. Kömür Damarları (Linyit)
 - Gölsel-bataklık ortamında biriken organik maddelerden oluşmuş.
 - Damar kalınlığı değişken (0,5–10 m arası).
 - Yer yer birden fazla damar (üst–alt linyit seviyeleri) görülebilir.
4. Alt Tabakalar (Kıltaşı – Marn ardalanması)
 - Kömürün tabanında gölsel kıltaşları ve marnlar bulunur.
 - Bu tabakalar organik madde birikimi için bataklık tabanını oluşturmuştur.
5. Temel Kayaç (Kireçtaşı – Toros karbonat platformu)
 - Kömür havzasının en altında, Paleozoyik–Mezozoyik yaşlı kireçtaşları.
 - Bu temel üzerinde Neojen gölsel çökel istif gelişmiştir.



Şekil 4.22. Ermenek kömür havzası kömür yataklanma şekli ve kömür jeolojisi

4.2.2.2. Kömür damarının derinliği, kalınlığı, eğim ve doğrultu özellikleri

Kömür damarının derinliği arttıkça tahkimatlar üzerine gelen yüksek basınç etkileri nedeniyle üretim olumsuz yönde etkilenmektedir. Cevher yatağı eğiminin, kazı makinası seçimi üzerinde birinci derece önemi vardır.

Genel olarak yeraltı maden ekipmanları için en rahat kullanılabilir rampa eğimi %15 (yaklaşık $8,5^\circ$) olup, verimli bir kazı için maksimum tercih edilen eğim %26,7 (15°) dir (Sandvik, 202). Kazıcı makinelerin çalışma koşulları makinenin özelliği, marka ve modele görede farklılıklar gösterebilmektedir. Fakat genelde sürekli kazıcılar (continuous miner) 3 m kalınlığa kadar olan damarları %26,7 ($\approx 15^\circ$) eğime kadar verimli bir şekilde çalıştırabildiği ve bu makinelerle günde 20-40 m ilerleme elde edilebildiği bildirilmektedir (Tripathi ve Chaurasiya, 2025). Tamburlu kesici yükleyici makinalar ise 7 m kalınlığındaki kömür damarlarında çalışabilmekte ve $0-45^\circ$ eğim aralığındaki uzun ayak madenlerinde çalışabilmektedir (Oraee, 2003).

Bu çalışmalar, en verimli koşulların yatay ya da düşük eğimli sahalarda elde edildiğini, ancak $0-35^\circ$ eğime kadar mekanizasyonun yaygın olarak kullanılabildiğini, 40° 'yi aşan eğimlerde ise özel çözümler gerektiğini göstermektedir (Hosseini ve ark., 2017).

Yüksek eğimli damarlar için ise kömür sabanı (plow) sistemlerinin ince ve orta kalınlıktaki damarları yüksek dip açılarında da kesebilmektedir. Günümüzde üretilen sabanlar ile 0,6-2,3 m arasındaki damar kalınlıklarında, 60° derecelik ayak eğimlerinde kazı mümkündür (Bilim, 2018). Bu güncel veriler ışığında, kömür damarının derinliği

arttıkça tahkimatlara gelen gerilmeler üretimi zorlaştırsa da eğim faktörü makine seçimini belirlemede birincil önemli olduğunu göstermektedir.

Ermenek kömür havzasında yapılan sondaj ve jeolojik çalışmalar, damar kalınlığının yer yer 0,5 m ile 10 m arasında değiştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, üretim faaliyetleri genellikle 3 m kalınlıktaki üretim panoları üzerine kuruludur; bazı bölümlerde bu kalınlık 4 m'ye kadar çıkmaktadır.

Ermenek havzasının kömür rezervi, Zonguldak veya Soma gibi birden fazla damar barındıran sahalardan farklı olarak, stratigrafik özellikler gösteren tek bir linyit damarından oluşmaktadır. Sahanın jeolojik yapısı, yüzey topoğrafyasının genel eğimine bağlı olarak güneyden kuzeye doğru bir eğim ve Ermenek–Mut doğrultusunda batı–doğu yönelimli bir doğrultu sergilemektedir. Bu durum, yaklaşık 10 km²'lik kömürlü alanın tümünde homojen bir damar yapısı olmadığı; kalınlık, doğrultu ve eğim gibi parametrelerin değişkenlik gösterdiği ve doğrultu veya düşey atımlı faylarla süreksizliklerin bulunduğu anlamına gelmektedir. Nitekim 1965'lerden bu yana yürütülen işletme faaliyetleri de havza içinde farklı jeolojik blokların bulunduğunu ortaya koymuştur.

Bugün faaliyette olan kömür işletmeleri, birbirlerinden yaklaşık 10–15 km karayolu mesafesinde olup aralarında steril zonlar bulunan ayrı rezerv alanlarında faaliyet göstermektedir. Bu ayırım, havza içinde farklı bölgelerde gelişmiş kömür birikimlerinin, jeolojik koşullar nedeniyle birbirinden bağımsız olarak işletildiğini göstermektedir.

4.2.2.3. Kömür damarının ara kesme içeriği

Üretim pano ayaklarında ve hazırlık bacalarında zaman zaman kil veya taş gibi kömür dışı formasyonlara rastlanmaktadır. İncelikleri düşük ve kesme direnci zayıf olan bu ara kesmeler, mekanize kazı sistemlerini genellikle etkilemez. Ancak kalınlıkları yüksek, çatlaksız ve yüksek kesme direncine sahip ara kesmeler, kazı hızında ve verimlilikte belirgin düşüslere neden olabilirler. Bu tarz arakesmeler; ekipman yürüyüş aksamını zorlayarak kesici–kazıcı uçların hızla aşınmasına, elektrik motorlarının aşırı yüklenmesine ve dolayısıyla beklenmedik arızalara yol açabilmektedirler. Bu sebeple, ara kesmeli damar yapısının varlığı ve özellikleri mekanize kazı planlamasında dikkate alınması gereken önemli bir parametre olarak ele alınmalıdır.

Ermenek kömür havzası yeraltı kömür işletmesi üretimi yapılan damarların hemen hepsinde tavan taşının hemen 20-100 cm alt seviyesinde 10-25 cm kalınlığında ara kesme içerdiği gözlenmektedir. Bazı kesimlerde söz konusu ara kesme içeren yapıların tavan taşına yapışarak yalancı tavan-fosilli seriye birleştiği görülmektedir. Ara kesme yapısının

sertliği kömür ile yaklaşık aynı değerde olması nedeniyle, kazı mukavemetini olumsuz etkilemeyecektir. Ancak arından kömürlü veya ara kesme bloklarının düşmesi ve kömür hazırlamada ayıklamada zor işçilik ile kalori değerini düşürmektedir. Mekanize kazı uygulamasını olumsuz etkilemeyeceği ön görülmektedir.

4.2.2.4. Kömür damarının kazı mukavemeti ve mekanik özellikleri

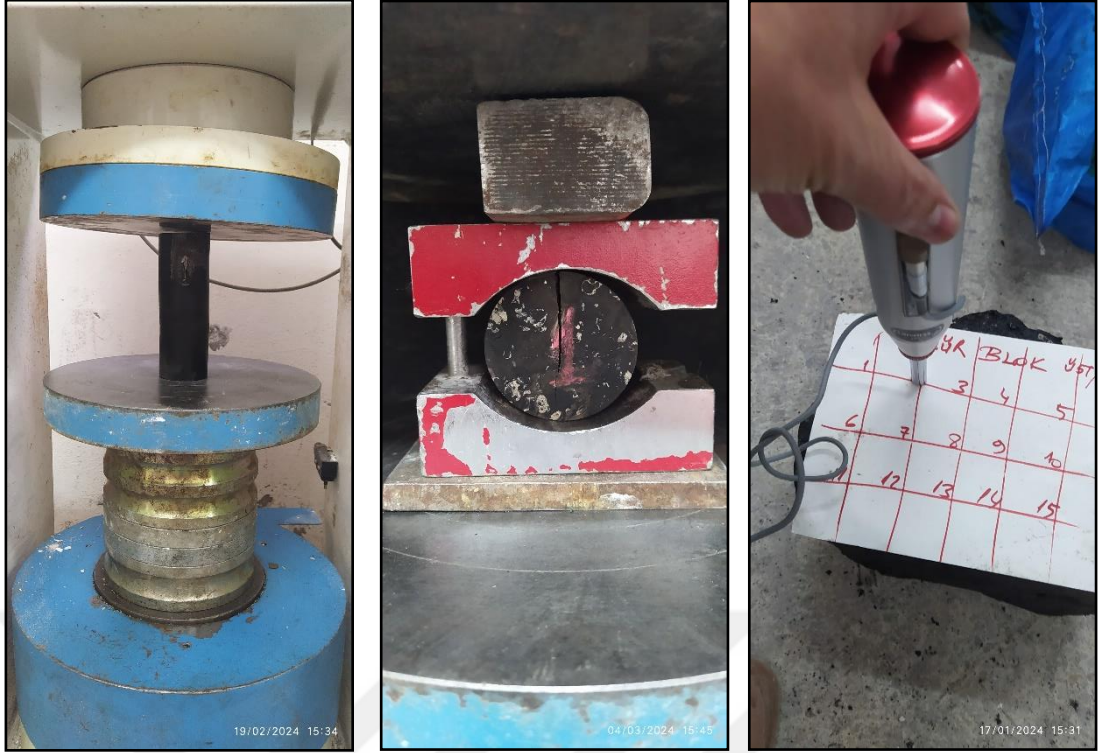
Ermenek kömür havzasında hazırlık galerilerinin açılması ve üretim ayaklarının ilerletilmesi, öncelikle kontrollü patlatma yoluyla damarın gevşetilmesi, ardından da klasik el aletleriyle kazı ve yükleme yapılması şeklinde yürütülmektedir. Ermenek linyitinin kazı direnci yüksek olmayan, nispeten orta sert bir litolojiye sahip olması, bu yöntemle verimli üretimi mümkün kılmaktadır.

Bölgenin kömür ve çevre kayaçlarının mekanik ve kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik çeşitli akademik araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden Nevzat Okşar ile Hacettepe Üniversitesi'nden Mümin Köksoy ve İsmail Hakkı Demirel, yaptıkları çalışmalarla havzanın genel kayaç özelliklerini ortaya koymuşlardır. Bu araştırmalar, mekanizasyon tasarımlarından ziyade sahayı genel jeolojik yönden değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

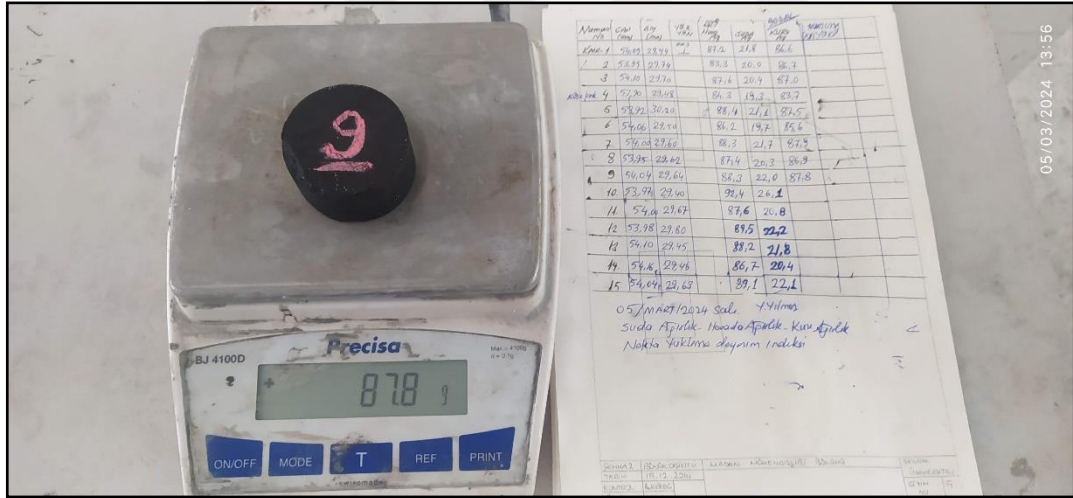
Bu tez kapsamında yürütülen laboratuvar testleri ise doğrudan bölgenin mekanizasyona uygunluğunu irdelemek içindir. Kömür damarına ve tavan taşına ait tek eksenli basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı (Brezilya deneyi), nokta yükleme dayanım indeksi, Schmidt çekici sertlik deneyleri, yoğunluk ve birim hacim ağırlık tayinleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, Ermenek kömürünün mekanik özellikleri açısından ayrıntılı bir temel oluşturmakta; bu veriler tesis edilen mekanizasyon kriterlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İlgili deneylere ait görseller Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25 te sunulmaktadır.



Şekil 4.23. Üçpınar kömürü için nokta yükü dayanım indeksi deneyine ait fotoğraf



Şekil 4.24. Üçpınar kömürü için sırasıyla tek eksenli basınç, brazilian, Schmidt çekici deneyleri



Şekil 4.25. Üçpınar kömürü için yoğunluk, birim hacim ağırlık tayini deneyine ait fotoğraf

Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarı'na tez çalışması kapsamında temin edilen Üçpınar Ermenek işletmesi linyit kömür blok numuneleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, kayaçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir, ISRM Suggested Methods (2007) doğrultusunda gerçekleştirilen deneylerde elde edilen veriler ve ortalama değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de sunulmuştur:

Çizelge 4.3. Üçpınar kömürü için nokta yükü dayanım indeksi deneyi sonuçları tablosu

NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEYİ Point Load Strength Index Test											Form No: KM-9	
PROJE: Üçpınar Madencilik Ermenek Bk1-Kömür Numuneleri EKSENEL □ Nokta Yükü Dayanım İndeksi deneyi											Deneyi Yapan: Y.Yılmaz	
Tarih/Date: 04/03/2024 - Pazartesi											Tested by:	
ÖRNEK NO Sample No.	ÖRNEKLEME DERİNLİĞİ Depth Sampling (m)	DENEY TÜRÜ Type of Test	SU İÇERİĞİ Moisture Content w (%)	GENİŞLİK Width W (mm)	ÇAP Diameter D (mm)	YENİLME YÜKÜ Failure Load P (kN)	KAROT ÇAPİ Equivalent Core Diameter D (mm)	D_s^2 Çapsal / $D_s^2=D^2$ Eksenel / Blok ve düzensiz örnek $D_s^2=4A/\pi$ ($A=W \cdot D$) (mm ²)	$*I_s = (P \times 10^3)/D_s^2$ (MPa)	$**F$ $F=(D_s/50)^{0.45}$	$***I_{s(50)}$ $I_{s(50)}=F \cdot I_s$ (MPa)	KAYAÇ TANIMI Rock Description
1	150-152	Eksenel ⊥	-	53.85	29.40	1.618	29.40	2,015.8	0.80	0.79	0.63	Kömür
2	150-152	Eksenel ⊥	-	53.82	30.10	1.530	30.10	2,062.7	0.74	0.80	0.59	Kömür
3	150-152	Eksenel ⊥	-	54.00	29.51	0.304	29.51	2,029.0	0.15	0.79	0.12	Kömür
4	150-152	Eksenel ⊥	-	53.96	30.15	0.490	30.15	2,071.5	0.24	0.80	0.19	Kömür
5	150-152	Eksenel ⊥	-	54.04	29.72	1.030	29.72	2,045.0	0.50	0.79	0.40	Kömür
6	150-152	Eksenel ⊥	-	54.10	29.65	0.716	29.65	2,042.4	0.35	0.79	0.28	Kömür
7	150-152	Eksenel ⊥	-	53.95	29.40	1.020	29.40	GEÇERSİZ DENEY				Kömür
8	150-152	Eksenel ⊥	-	53.94	29.70	0.902	29.70	2,039.8	0.44	0.79	0.35	Kömür
9	150-152	Eksenel ⊥	-	53.85	29.60	0.392	29.60	2,029.6	0.19	0.79	0.15	Kömür
10	150-152	Eksenel ⊥	-	53.90	29.66	1.177	29.66	2,035.6	0.58	0.79	0.46	Kömür
11	150-152	Eksenel ⊥	-	53.98	30.02	1.697	30.02	2,063.3	0.82	0.79	0.65	Kömür
12	150-152	Eksenel ⊥	-	53.92	29.50	0.981	29.50	2,025.3	0.48	0.79	0.38	Kömür
13	150-152	Eksenel ⊥	-	53.95	29.94	0.843	29.94	2,056.7	0.41	0.79	0.33	Kömür
14	150-152	Eksenel ⊥	-	53.85	29.82	0.873	29.82	2,044.6	0.43	0.79	0.34	Kömür
15	150-152	Eksenel ⊥	-	54.00	29.87	0.657	29.87	2,053.8	0.32	0.79	0.25	Kömür
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24										ortalama	0.37	
25										standart S.	0.17	

***I_s = BELİRLİ ÖRNEK ÇAPİ İÇİN NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ / Point Load Strength Index for a Given Specimen Diameter**
****F = BOYUT DÜZELTME FAKTÖRÜ / Dimension Correction Factor**
*****I_{s(50)} = 50 mm ÇAPINDA ÖRNEK İÇİN NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ / Point Load Strength Index for 50 mm**

FORMDA KULLANILANILABİLECEK KISALTMALAR / Abbreviations to be used in the form

d: Çapsal (diametral)
a: Eksenel (axial)
b: Blok (block)
i: Düzensiz şekilli örnek deneyi (irregular lump test)
⊥: Zayıflık düzlemine dik (perpendicular to the plane of weakness)
//: Zayıflık düzlemine paralel (parallel to the plane of weakness)

EKSENEL Deneylerde W/D oranı 0.3-1.0 arasında olan karot örnekleri kullanılmaktadır. (Şekil 9.3b)
ÇAPSAL Deneylerde Karot örneği uzunluğunun (L) çapına (D) oranı 1 den büyük olmalıdır. (L/D>1; Tercihan L/D = 1.0-1.4) Şekil 9.3a

Çapsal deney için (for diametral test) $D_s^2=D^2$
Diğer yükleme türleri için (for other test types) $D_s=4A/\pi$
A: Yükleme uçlarından geçen, örneğin en küçük kesit alanı ($A=W \cdot D$)

}⇒ 3. kolona kaydedilir./ Record into 3rd column

Kuvvet	Birim	Değeri	Katları
1 kgf	9.80665 N	0.009807	kN
1 N	0.101972 kg		
1 kN	101.972 kg		

AÇIKLAMALAR (Yenilme şekli ve gözlemler) / Remarks (Observations and shape of failures) : Örneklerin nem içerikleri tayin edilmemiştir.

AÇIKLAMALAR (Yenilme şekli ve gözlemler) / Remarks (Observations and shape of failures) : Örneklerin nem içerikleri tayin edilmemiştir.

Çizelge 4.4. Üçpınar kömürü için schmidt çekici sertlik tayini deneyi sonuçları tablosu

ÜÇPINAR MADENCİLİK TURİZM VE İNŞAAT SANAYİ TİCARET A.Ş. ERMENEK BOYALIK KÖMÜR İŞLETMESİ KÖMÜR DAMARI SCHMİTT ÇEKİCİ SERTLİK DENEY SONUÇLARI										
ÖRNEK NO Sample No	ÖLÇME BÖLGESİ NOKTALAR	1. KÖMÜR BLOĞU	2. KÖMÜR BLOĞU	3. KÖMÜR BLOĞU	4. KÖMÜR BLOĞU	5. KÖMÜR BLOĞU	6. KÖMÜR BLOĞU	7. KÖMÜR BLOĞU	8. KÖMÜR BLOĞU	KAYAÇ TANIMI Rock Description
1	TAVAN KISIM ÜST SIRA	30	30	15	20	16	33	18	19	KÖMÜR DAMARI
2		33	34	18	23	20	37	26	26	KÖMÜR DAMARI
3		34	34	20	24	21	41	27	26	KÖMÜR DAMARI
4		36	36	20	27	23	41	29	27	KÖMÜR DAMARI
5		36	38	24	37	25	41	30	31	KÖMÜR DAMARI
6	TAVAN KISIM ORTA SIRA	40	40	32	38	27	42	31	32	KÖMÜR DAMARI
7		40	41	32	40	30	43	32	32	KÖMÜR DAMARI
8		40	43	33	41	30	44	34	34	KÖMÜR DAMARI
9		41	45	35	42	30	47	34	35	KÖMÜR DAMARI
10		42	46	39	44	35	48	38	37	KÖMÜR DAMARI
11	TAVAN KISIM ALT SIRA	42	47	40	47	41	48	39	39	KÖMÜR DAMARI
12		45	47	43	48	42	49	43	39	KÖMÜR DAMARI
13		46	48	45	48	50	52	43	39	KÖMÜR DAMARI
14		47	51	46	51	51	53	45	39	KÖMÜR DAMARI
15		49	52	51	51	52	55	49	41	KÖMÜR DAMARI
Tavan Kömürü	MAX.%50 ORT.	44	47	42	47	41	50	41	38	ARİTMETİK ORT. 43.59
16	TABAN KISIM ÜST SIRA	40	14	25	21	15	21	19	32	KÖMÜR DAMARI
17		44	18	26	24	26	27	19	32	KÖMÜR DAMARI
18		46	20	28	27	31	27	26	37	KÖMÜR DAMARI
19		47	23	30	28	35	35	30	37	KÖMÜR DAMARI
20		48	24	31	28	36	36	31	38	KÖMÜR DAMARI
21	TABAN KISIM ORTA SIRA	49	24	35	31	38	37	31	40	KÖMÜR DAMARI
22		50	27	36	33	39	37	32	40	KÖMÜR DAMARI
23		51	32	39	36	39	38	32	40	KÖMÜR DAMARI
24		51	33	40	37	39	39	32	41	KÖMÜR DAMARI
25		51	36	40	39	39	40	33	42	KÖMÜR DAMARI
26	TABAN KISIM ALT SIRA	51	37	42	41	40	41	35	42	KÖMÜR DAMARI
27		52	42	43	41	41	41	36	42	KÖMÜR DAMARI
28		52	43	43	43	41	49	38	42	KÖMÜR DAMARI
29		52	44	44	45	44	49	42	46	KÖMÜR DAMARI
30		53	44	46	50	47	50	46	48	KÖMÜR DAMARI
Taban Kömürü	MAX.%50 ORT.	52	39	42	42	41	43	37	43	ARİTMETİK ORT. 42.31

DENEY YAPILIŞI:
 1- KÖMÜR BLOKLARI NUMUNE TORBALARINDA SIRALANARAK NUMARALANARAK FOTOĞRAFLANMIŞTIR.
 2- AÇILAN KÖMÜR BLOKLARI STREÇ FİLM VE TORBADAN ARINDIRILARAK, ÜST (TAVAN) VE ALT (TABAN) OLARAK BELİRLENMİŞTİR.
 3- AÇILAN KÖMÜR BLOKLARININ ÜST VE ALT KISIMLARI ÖLÇÜM NOKTALARININ BELİRLENMESİ İÇİN KARELEJ YAPILMIŞTIR.
 4- ÖLÇÜM YAPILAN KÖMÜR BLOKLARINDA TABAKALANMAYA DİK OLAN ÜST VE ALT KISIMDA 3-SIRA İLE 15 TANE ÖLÇÜM YAPILMIŞTIR.
 5- HER ÖLÇÜM YERİNE TEK VURUŞLUK ÖLÇÜM YAPILARAK ÖLÇÜM FORMUNDA KARŞILIK GELEN SATIR SÜTUNA KAYIT YAPILMIŞTIR.

KTUN Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarında **Üçpınar Ermenek kömür İşletmesi'nden** temin edilen linyit kömür blok numuneleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, kayaçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir, ISRM Suggested Methods (2007) doğrultusunda gerçekleştirilen deneylerde elde edilen ortalama değerler aşağıda verilmektedir.

- **Kömür Tek Eksenli Basınç Dayanımı (UCS)** : $\sigma_c = 13,42 \pm 2,43 \text{ MPa}$
- **Kömür Endirekt Çekme (Brazilian) Dayanımı** : $\sigma_t = 1,39 \pm 0,03 \text{ MPa}$
- **Kömür Schmidt Çekici** : $\sigma_s = 43,59 \text{ R} / 42,31 \text{ R}$
- **Kömür Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (Eksenel)** : $Is (50) = 0,37 \pm 0,17 \text{ MPa}$

Çizelge 4.5. ISRM'ye göre Üçpınar kömürü tek eksenli basınç dayanımı (UCS) ile kayaç dayanım sınıfları (ISRM, 2007),

UCS (MPa) Aralığı	Dayanım Sınıfı	Kayaç Tanımı
< 1	R0	Çok zayıf
1 – 5	R1	Zayıf
5 – 25	R2	Orta derecede zayıf
25 – 50	R3	Orta dayanımlı
50 – 100	R4	Dayanımlı
100 – 250	R5	Çok dayanımlı
> 250	R6	Aşırı dayanımlı

Elde edilen **kömürün 13,42 MPa'lık** ortalama tek eksenli basınç dayanımı, Çizelge 4.5'de verilen ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering), sınıflandırmasında **R2 (orta derecede zayıf kayaç)** grubuna girmektedir.

4.2.2.5. Yan kayaçlara ait tavan ve taban kayaç mekanik özellikleri

Tüm yeraltı kömür işletmelerinde tavan kayacı tabakalı marn olup 20-40 Mpa orta sertlikte değerlendirilmektedir. Kömürün yan kayaçlarındaki sağlam ve duraylı mekanik özellikleri nedeniyle ana hazırlık galerileri Ermenek havzasına özel olarak taban kayacında değil tavan kayacında açılmaktadır. Kömür için kesesiye giriş rekup galerileri tavan taşından kömüre geçiş ilk önce kömürü taban seviyesinden başlayarak askıya alınmaktadır. Dolayısıyla tavan taşının mekanik özellikleri hem hazırlık hem de üretim için önem arz etmektedir. Taban taşının karakteristiği taban kabarması nedeniyle kömür hazırlık ve üretim bölgesinde etkili olmaktadır. Bu bağlamda; Üçpınar Madencilik Ermenek işletmesine ait tavan taşı (marn) örneklerinden alınan numunelerden hazırlanan karotların KTUN Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarında yapılan deney çalışmalara ait fotoğraflar Şekil 4.26 ile Şekil 4.30 arasında yer verilmektedir.



Şekil 4.26. Üçpınar tavan taşı (marn) için karot alınmış blok, tek eksenli basınç deneylerine ait görseller



Şekil 4.27. Üçpınar tavan taşı (marn) için nokta yükü dayanım deneylerine ve etüv fırına ait görseller

Ermenek havzasındaki kömürün yan kayaçlarından tavan taşı (marn) masif, tabakalı, kil ve silis içermektedir. Ermenek havzasında ana nakliyat desandre ve ana nakliyat galerilerini tavan taşında açılmakta olup kömüre girişler tavandan olmaktadır.



Şekil 4.28. Üçpınar tavan taşı (marn) için dolaylı çekme (brazilian) deneyine ait görseller



Şekil 4.29. Üçpınar tavan taşı (marn) için dolaylı çekme deneyinde kırılmış numuneler ait görseller



Şekil 4.30. Üçpınar tavan taşı (marn) için nokta yükü dayanım indeksi deneyine ait fotoğraf

Üretimde ayak arkasında tavanın düşürülmesi açısından ne çok sağlam nede çok çürük olmayıp 3-5 havede bir kez tam olarak ayak arkası tavanın oturtulması mümkün olabilmektedir. Tavan taşı yapısı görece Cenne Kömür İşletmesi sahasındaki ocaklarda

Çizelge 4.7. Üçpınar tavan taşı (marn) için dolaylı çekme (Brazilian) dayanımı deneyi sonuçları tablosu

BRAZILIAN DENEY YÖNTEMİYLE KAYAÇLARIN ÇEKİLME DAYANIMININ TAYİNİ (DOLAYLI YÖNTEM) Tensile Strength Determination Test (Indirect Method)										Form No : KM-12
PROJE : Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesi Tavan taşı (marn) m2 serisi deneyleri Project										Deneyi Yapan : Yücel YILMAZ Tested by
Tarih / Date : 05.01.2024- 09.10.2025										
ÖRNEK NO Sample No	ÖRNEKLEME DERİNLİĞİ Depth Sampling (m)	ÇAP Diameter D (mm)	KALINLIK Thickness t (mm)	α (°)	SU İÇERİĞİ Moisture Content W (%)	YÜKLEME HIZI Rate Of Loading	YÜKLEME SÜRESİ Duration Of Loading	YENİLME YÜKÜ Failure Load F (kN)	ÇEKİLME DAYANIMI Tensile Strength $\sigma = \frac{0.636 \times F}{D \times t}$ (MPa)	KAYAÇ TANIMI Rock Description
1	180-150	53.85	28.01			0.2 kN/sn		38.40	1.62	tv.taşı m2 marn
2	180-150	53.70	27.80					33.80	1.44	tv.taşı m2 marn
3	180-150	53.85	27.70					24.30	1.04	tv.taşı m2 marn
4	180-150	53.82	27.50					20.40	0.88	tv.taşı m2 marn
5	180-150	53.86	27.42					37.60	1.62	tv.taşı m2 marn
6	180-150	53.70	28.15					36.50	1.54	tv.taşı m2 marn
7	180-150	53.65	28.10					34.50	1.46	tv.taşı m2 marn
8	180-150	53.86	27.72					35.60	1.52	tv.taşı m2 marn
9	180-150	53.81	28.22					34.80	1.46	tv.taşı m2 marn
10	180-150	53.85	27.96					34.20	1.44	tv.taşı m2 marn
11	180-150	53.94	27.90					34.40	1.45	tv.taşı m2 marn
12										
13										
14										
15								Ortalama	1.40	0.23
* Yükleme eksenine ile örnekteki zayıflık düzlemleri arasındaki açı / The angle between the loading direction and the weakness planes in the specimen										
AÇIKLAMALAR / Remarks : Örnekler, yükleme yönüne yaklaşık paralel yönde bir hat boyunca yenilmiştir.										

Çizelge 4.8. Üçpınar tavan taşı (marn) için yoğunluk, birim hacim ağırlık tayini deneyi sonuçları tablosu

YOĞUNLUK-BİRİM HACİM AĞIRLIK TAYİNİ (Kompas Yöntemiyle) Density-Unit Weight Determination (by Caliper Method)										Form No: KM-3
PROJE: Üçpınar Madencilik BKi-Tavantaşı m2 marn yoğun. Birim hacim Ağ. deneyi Project										Deneyi Yapan: Y.Yılmaz Tested by
Tarih/Date: 05-17/01/2024-05/03/2024										
ÖRNEK NO. Sample No.	ÖRNEKLEME DERİNLİĞİ Depth Sampling (m)	ÇAP Diameter D (mm)	BOY Length L (mm)	HACİM Volume V (cm³)	ÖRNEK AĞIRLIĞI Weight of Sample W _{HAVA} (g)	SUDA AĞIRLIĞI Weight of Sample W _{SUDA} (g)	KURU AĞIRLIĞI Weight of Sample W _K (105°C) (g)	YOĞUNLUK Density $\rho = W/V$ (g/cm³)	BİRİM HACİM AĞIRLIK Unit Weight $\gamma = 9.81 \times \rho$ (kN/m³)	KAYAÇ TANIMI Rock Description
M-1	148-150	53.75	29.85	67.73	146.70	78.90	129.30	2.17	21.25	m2 Marn
M-2	148-150	53.80	29.75	67.63	137.40	70.10	123.10	2.03	19.93	m2 Marn
M-3	148-150	53.85	29.65	67.53	137.90	70.60	122.60	2.04	20.03	m2 Marn
M-4	148-150	53.70	30.10	68.17	138.00	70.50	123.50	2.02	19.86	m2 Marn
M-5	148-150	53.73	29.90	67.79	135.70	70.70	121.90	2.00	19.64	m2 Marn
M-6	148-150	53.75	29.88	67.80	141.10	73.60	125.60	2.08	20.42	m2 Marn
M-7	148-150	53.73	30.10	68.25	143.90	76.10	127.40	2.11	20.68	m2 Marn
M-8	148-150	53.70	29.80	67.49	146.90	79.00	129.00	2.18	21.35	m2 Marn
M-9	148-150	53.75	29.85	67.73	141.90	74.30	125.70	2.10	20.55	m2 Marn
M-10	148-150	53.80	29.90	67.97	137.50	70.00	121.80	2.02	19.84	m2 Marn
M-11	148-150	53.50	29.90	67.22	138.30	70.90	123.30	2.06	20.18	m2 Marn
M-12	148-150	53.85	30.10	68.55	137.50	70.50	123.40	2.01	19.68	m2 Marn
M-13	148-150	53.75	29.95	67.96	145.00	77.30	129.50	2.13	20.93	m2 Marn
M-14	148-150	53.80	29.70	67.52	140.90	73.50	125.30	2.09	20.47	m2 Marn
M-15	148-150	53.80	29.50	67.06	143.50	76.60	127.00	2.14	20.99	m2 Marn
Yedek	148-150	53.65	30.10	68.04	139.49	72.18	123.90	2.05	20.11	m2 Marn
					Ortalama			2.08	20.37	
AÇIKLAMALAR / Remarks: Kayaç; tabakalı killi ve masif yapılı ve tazedir.										

KTUN Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarında tez kapsamında temin edilen Üçpınar Ermenek işletmesi tavan taşı (marn) numuneleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, kayaçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Çizelge 4.6, 4.7 ve 4.8’de tablo olarak verilmektedir.

ISRM Suggested Methods (2007) doğrultusunda gerçekleştirilen deneylerde elde edilen ortalama değerler aşağıdaki verilmekte olup, çizelge 4.9’da dayanım sınıflama tablosu ve çizelge 4.10’da ise üçpınar madencilik işletmesine ait kömür ve yan kayaçların mekanik özellikleri tablosu yer almaktadır.

- Tv taşı Tek Eksenli Basınç Dayanımı (UCS) : $\sigma_c = 15,32 \pm 3,37 \text{ MPa}$
- Tv. Taşı Endirekt Çekme (Brazilian) Dayanımı : $\sigma_t = 1,40 \pm 0,23 \text{ MPa}$
- Tv. Taşı Doğal Birim Hacim Ağırlık : $\rho = 2,07 \pm 0,16 \text{ gr/cm}^3$

Çizelge 4.9. ISRM’ye göre Üçpınar tavan taşı (marn) tek eksenli basınç dayanımı (UPCS) ile kayaç dayanım sınıfları (ISRM, 2007),

UCS (MPa) Aralığı	Dayanım Sınıfı	Kayaç Tanımı
< 1	R0	Çok zayıf
1 – 5	R1	Zayıf
5 – 25	R2	Orta derecede zayıf
25 – 50	R3	Orta dayanımlı
50 – 100	R4	Dayanımlı
100 – 250	R5	Çok dayanımlı
> 250	R6	Aşırı dayanımlı

Elde edilen **tavan taşı (marn)** ait **15,32 MPa’lık** ortalama tek eksenli basınç dayanımı, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering), sınıflandırmasına göre **R2 (orta derecede zayıf)** sınıfına girmektedir.

Üçpınar Ermenek işletmesi tavan taşı (marn) ve kömür numuneleri üzerinde tez kapsamında yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, kayaçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Buna göre; ISRM Suggested Methods (2007) doğrultusunda gerçekleştirilen deneylerde elde edilen ortalama değerler aşağıdaki (Çizelge 4.10) tabloda sunulmaktadır.

Çizelge 4.10. Üçpınar kömür ve yan kayaçlara ait (UPCS) ile mekanik özellikleri (ISRM, 2007),

Kayaç Cinsi	Tek Eks. Bas. Deneyi σ_c (MPa)	Brazilian Deneyi σ_t (Mpa)	Nokta Yüklü Dayanım Is(50) İndeksi (MPa)	Schmidt Çekici (R)	Yoğunluk (gr/cm^3)	Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)
Kömür	13,42±2,43	1,39±0,03	$\perp 0,37 \pm 0,17$ $\parallel 0,19 \pm 0,08$	43,59 R 42,31 R		
Ara kesme	13,37±2,16	1,36±0,04				
Marn	15,32±3,07	1,40±0,23			2,08	20,38
Ortalama						

4.2.2.5.1. Cenne kömür işletmesine ait tavan ve taban kayaç mekanik özellikleri

Ermenek Cenne Linyit Kömür İşletmeleri Ltd. Şti. Yeraltı Linyit Kömürü İşletmesine Ait Tavan Taşının Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi

Talep Eden Firma : Ermenek Cenne Linyit Kömür İşletmeleri Ltd. Şti.

Yeraltı Linyit İşletmesi

Rapor Tarihi : 02.06.2025

Numune Sahibi : Ermenek Cenne Linyit Kömür İşletmeleri Ltd. Şti.

Numuneyi Alan : Ermenek Cenne Linyit Kömür İşletmeleri Ltd. Şti Cenne 1 no'lu Yeraltı Kömür İşletmesi (Beyan: 713/663 Desandre 19. metre ve 728/663 Desandre 1. metre alınmış tavan taşı örnekleri)

İşin Adı : Ermenek Cenne Linyit Kömür İşletmeleri Ltd. Şti

1-no Yeraltı Kömür İşletmesi Tavan taşı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin belirlenmesi

Deney Tarihi : 30.05.2025

Numune İsmi : Marn (tana taşı)

Numune alma yöntemi: Numuneler firma tarafından kömür işletmesinin ilgili Desandelerinin tavan taşlarından alınarak bloklar halinde Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarına getirilmiştir. Blok halindeki numunelerden bu laboratuvarlarda karot numuneler hazırlanmıştır.

Deney Standartları: Bu raporda yer alan tüm deneyler, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering) tarafından yayımlanan 'Suggested Methods (2007)' doğrultusunda gerçekleştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Yapılan deneylere ait sonuçlar Çizelge 4.11, 4.12 ve 4.13'de tablo halinde verilmektedir.

1. Yoğunluk Deneyleri

Çizelge 4.11. CENNE yan kayaçlara (marn) ait (UpCS) ile yoğunluk deneyi (ISRM, 2007),

Numune No	Kuru Ağırlık (gr)	W _{sat} (gr)	W _{sub} (gr)	O.B _v	Doğal Yoğunluk (Birim Hacim Ağ.) (gr/cm ³)	Suya Doymuş Yoğunluk (gr/cm ³)
1	147,6	156,5	90,3	66,2	2,23	2,36
2	147,9	157,7	90,7	67,0	2,21	2,35
3	132,4	139,2	72,8	66,4	1,99	2,10
4	124,8	141	75,0	66,0	1,89	2,14
5	126,0	141,5	75,4	66,1	1,91	2,14
6	146,8	156,2	89,7	66,5	2,21	2,35
7	145,2	154,9	89,1	65,8	2,21	2,35
8	125,7	141,6	75,3	66,3	1,90	2,14
9	125,0	140,2	74,5	65,7	1,90	2,13
10	147,8	157,1	90,5	66,6	2,22	2,36
Ortalama					2,07±0,16	2,24±0,12

2. Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Çizelge 4.12. CENNE tavan taşı (marn) ait (U_pCS) ile mekanik özellikleri (TEBD) (ISRM, 2007),

Numune No	Boyutlar (mm)		Kırılma Yüğü (kN)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)
	Çap (mm)	Boy (mm)		
1	54,31	138,00	82,1	35,44
2	54,08	137,67	91,6	39,88
3	54,24	137,52	95,8	41,46
4	54,13	137,55	81,4	35,37
5	54,10	138,11	103,3	44,94
6	54,07	137,75	98,4	42,85
7	54,14	137,92	99,1	43,05
8	54,20	137,56	90,6	39,27
9	54,10	137,48	90,4	39,33
10	54,08	137,58	94,30	41,08
Ortalama				40,26±3,12

3. Endirekt Çekme (Brazilian) Dayanımı Deneyi

Çizelge 4.13. CENNE tavan taşı (marn) ait (U_pCS) ile mekanik özellikleri (brazilian) (ISRM, 2007),

Numune No	Boyutlar (mm)		Kırılma Yüğü (kN)	Endirekt Çekme Dayanımı (MPa)
	Çap	Boy		
1	54,09	28,37	14,40	5,97
2	54,43	28,25	14,00	5,79
3	54,15	28,42	12,10	5,00
4	53,84	28,21	12,00	5,02
5	54,21	28,59	14,60	5,99
6	54,24	28,23	11,40	4,74
7	54,10	28,39	11,30	4,68
8	54,03	28,57	12,30	5,07
9	54,01	28,31	12,80	5,32
10	54,26	29,53	11,80	4,68
Ortalama				5,23±0,52

Sonuç; Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarı'na ilgili firma tarafından teslim edilen tavan taşı (marn) numuneleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, kayaçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir, ISRM Suggested Methods (2007) doğrultusunda gerçekleştirilen deneylerde elde edilen ortalama değerlere dair veriler aşağıda ve dayanım sınıflama tablosu çizelge 4.14'de sunulmuştur:

Çizelge 4.14. Cenne kömür işletmesi adına ISRM'ye Göre Tek Eksenli Basınç Dayanımı (UCS) ile Kayaç Dayanım Sınıfları (ISRM, 2007),

UCS (MPa) Aralığı	Dayanım Sınıfı	Kayaç Tanımı
< 1	R0	Çok zayıf
1 – 5	R1	Zayıf
5 – 25	R2	Orta derecede zayıf
25 – 50	R3	Orta dayanımlı
50 – 100	R4	Dayanımlı
100 – 250	R5	Çok dayanımlı
> 250	R6	Aşırı dayanımlı

- Marn Tek Eksenli Basınç Dayanımı (UCS) : **40,26 ± 3,12 MPa**
- Marn Endirekt Çekme (Brazilian) Dayanımı : **5,23 ± 0,52 MPa**
- Marn Doğal Birim Hacim Ağırlık : **2,07 ± 0,16 gr/cm³**

Elde edilen **40,26 MPa'lık** ortalama tek eksenli basınç dayanımı, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering), sınıflandırmasına göre **R3 (orta dayanımlı kayaç)** sınıfına girmektedir.

4.2.2.5.2. Seba Madencilik İşletmesine ait tavan ve taban kayaç mekanik özellikleri

SEBA Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Yeraltı Linyit Kömürü İşletmesine Ait Tavan Taşının Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi

Numune Sahibi : SEBA Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Numuneyi Alan : SEBA Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
İşin Adı : SEBA Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Yeraltı Kömür İşletmesi Tavan taşı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin belirlenmesi

Deney Tarihi : 13.06.2025

Numune İsmi : Marn (tavan taşı)

Numune alma yöntemi: Numuneler firma tarafından kömür işletmesinin tavan taşlarından alınarak bloklar halinde Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarına getirilmiştir. Blok halindeki numunelerden bu laboratuvarda karot numuneler hazırlanmıştır.

Deney Standartları: Bu raporda yer alan tüm deneyler, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering) tarafından yayımlanan ‘Suggested Methods (2007)’ doğrultusunda gerçekleştirilmiş ve değerlendirilmiştir.

Seba Madencilik kömür işletmesi adına yapılan kaya mekaniği deneylerine ait sonuçlar Çizelge 4.15, 4.16 ve 4.17’de tablo halinde verilmektedir.

1. Yoğunluk Deneyleri

Çizelge 4.15. SEBA yan kayaçlara (marn) ait (UpCS) ile yoğunluk deneyi (ISRM, 2007),

Numune No	Kuru Ağırlık (gr)	W _{sat} (gr)	W _{sub} (gr)	O.B _v	Doğal Yoğunluk (Birim Hacim Ağ.) (gr/cm ³)	Suya Doymuş Yoğunluk (gr/cm ³)
1	135,1	144,3	79,3	65	2,08	2,22
2	138,3	147,0	82,1	64,9	2,13	2,27
3	137,5	146,8	81,8	65	2,12	2,26
4	137,0	146,1	80,4	65,7	2,09	2,22
5	132,1	140,7	77,2	63,5	2,08	2,22
6	130,9	141,8	77,1	64,7	2,02	2,19
7	131,6	142,4	77,3	65,1	2,02	2,19
8	134,0	144,2	79,0	65,2	2,06	2,21
9	133,3	144,0	78,5	65,5	2,04	2,20
10	130,7	141,5	77,1	64,4	2,03	2,20
Ortalama					2,07±0,04	2,22±0,03

2. Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Çizelge 4.16. SEBA tavan taşı (marn) ait (UpCS) ile mekanik özellikleri (TEBD) (ISRM, 2007),

Numune No	Boyutlar (mm)		Kırılma Yüğü (kN)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)
	Çap (mm)	Boy (mm)		
1	54,09	136,31	83,2	36,21
2	54,18	135,34	86,3	37,43
3	54,18	135,86	97,0	42,07
4	54,15	136,36	83,4	36,21
5	54,11	136,29	78,6	34,18
6	54,15	136,04	77,7	33,74
7	54,18	136,23	80,5	34,92
8	54,17	136,16	87,3	37,88
9	54,10	135,06	88,7	38,59
10	54,26	136,17	87,4	37,80
Ortalama				36,90±2,45

3. Endirekt Çekme (Brazilian) Dayanımı Deneyi

Çizelge 4.17. SEBA tavan taşı (marn) ait (UpCS) ile mekanik özellikleri (brazilian) (ISRM, 2007),

Numune No	Boyutlar (mm)		Kırılma Yüğü (kN)	Endirekt Çekme Dayanımı (MPa)
	Çap	Boy		
1	53,86	28,84	8,70	3,56
2	53,97	28,51	10,4	4,30
3	54,30	28,59	9,60	3,93
4	54,21	28,56	10,4	4,27
5	54,44	28,31	10,9	4,50
6	54,11	28,40	10,3	4,26
7	54,10	28,53	10,2	4,20
8	54,04	28,60	11,5	4,73
9	54,16	28,69	11,7	4,79
10	54,26	28,33	11,9	4,92
Ortalama				4,35±0,41

Sonuç; Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekanik Laboratuvarı'na ilgili firma tarafından teslim edilen tavan taşı (marn) numuneleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, kayaçların temel fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir, ISRM Suggested Methods (2007) doğrultusunda gerçekleştirilen deneylerde elde edilen ortalama değerler aşağıda verilmekte olup, ait olduğu dayanım sınıflaması çizelge 4.18'de sunulmuştur.

Çizelge 4.18. Seba Madencilik adına ISRM'ye Göre Tek Eksenli Basınç Dayanımı (UCS) ile Kayaç Dayanım Sınıfları (ISRM, 2007),

UCS (MPa) Aralığı	Dayanım Sınıfı	Kayaç Tanımı
< 1	R0	Çok zayıf
1 – 5	R1	Zayıf
5 – 25	R2	Orta derecede zayıf
25 – 50	R3	Orta dayanımlı
50 – 100	R4	Dayanımlı
100 – 250	R5	Çok dayanımlı
> 250	R6	Aşırı dayanımlı

➤ Marn Tek Eksenli Basınç Dayanımı (UCS) : **36,90±2,45 MPa**

➤ Marn Endirekt Çekme (Brazilian) Dayanımı : **4,35±0,41 MPa**

➤ Marn Doğal Birim Hacim Ağırlık : **2,07±0,04 gr/cm³**

Elde edilen **36,90 MPa'lık** ortalama tek eksenli basınç dayanımı, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering), sınıflandırmasına göre **R3 (orta dayanımlı kayaç)** sınıfına girmektedir.

4.2.2.5.3. Ermenek kömür havzasındaki mevcut yeraltı kömür işletmelerine ait yan kayaç tavan taşı (marn) ait mekanik özellikleri

Ermenek kömür havzasında halen faal olan mevcut üç adet yeraltı kömür işletmelerine ait yan kayaç tavan taşı (marn) numunelerinden alınan karotların Konya Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarı'nda yapılmış olan mekanik özelliklerine ait elde edilen değerlerin ortalaması toplu olarak çizelge 4.19'daki tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.19. Ermenek yeraltı kömür işletmelerine ait tavan taşı (marn) için (U_pCS) ile bulunan mekanik özellikleri tablosu (ISRM, 2007),

Kayaç Cinsi	Tek Eks. Bas. Deneyi σ_c (MPa)	Brazilian Deneyi σ_t (Mpa)	Nokta Yüğü Dayanım Is(50) İndeksi (MPa)	Schmidt Çekici (R)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)
ÜÇPINAR	15,32±3,07	1,40±0,23	0,37±0,17 $\perp$ K 0,19±0,08 $\parallel$ K	43,59 R 42,31 R	2,08±0,56	20,38
CENNE	40,26±3,12	5,23±0,52	-	-	2,07±0,16	20,28
SEBA	36,90±2,45	4,35±0,41	-	-	2,07±0,04	20,28
Ortalama	30,83	3,66	-	-	2,0733	20,311
Std. Sapma	±13,53	±2,04			±0,005	±0,05

Ermenek havzasında faal olan mevcut yeraltı kömür işletmeleri için elde edilen $\sigma_c = 30,83 \text{ MPa}$ 'lık ortalama tek eksenli basınç dayanımı, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering), sınıflandırmasına göre **R3 (orta dayanımlı kayaç)** sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.19'da Cenne ve Seba Madencilik Ermenek kömür işletmeleri için sadece tavan taşı (marn) için tek eksenli basınç, Brazilian, yoğunluk ve birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamaları standart sapmaları verilmektedir.

Aynı çizelgede Üçpınar Madencilik Ermenek kömür işletmesine ait kömür için nokta yüğü dayanım indeksi (Eksenel ve Çapsal) ve Schmidt çekici sertlik deneyine ait veriler ile tavan taşı (marn) için; tek eksenli basınç, Brazilian, yoğunluk ve birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamaları standart sapmaları verilmektedir.

4.2.2.6. Kömür damarına ait metan gazı içeriği (desorpsiyon)

Klasik tip çalışan ocaklar ile yarı ve tam mekanize çalışan kömür ocaklarında artan üretime bağlı olarak ortaya çıkan serbest metan gazı miktarı önemli oranda artış yönünde değişiklikler göstermesi beklenmektedir.

Kömür damarında yer alan metan gazının içeriğinin havalandırma sistemi ile deşarj edilmesi ve çalışma ortamında emniyetli oranlarda tutulması iş güvenliği açısından zaruridir. Diğer taraftan mekanize yarı ve tam mekanize ayaklarda üretimi sınırlayan başka bir etken olarak karşılaşılan önemli bir etkidir.

Bu sorunun en başta çözümü yolu hava dönüş yolu kesitlerinin genişletilmesi ve hava hızının arttırılması şeklinde yapılabilmektedir. Hava hızının 8 m/sn ile sınırlandırılması maden mevzuatıyla kesin hükme bağlandığına ve optimal hava hızının üzerindeki hava hız kömür içinde pano yangınlarına elverişli ortam hazırlaması riskine göre, geriye kesitlerin ne kadar büyütülebilmesi en önemli soru ya da sorun olarak kalmaktadır. Ermenek kömür işletmelerinde Bülent Ecevit üniversitesi Yer bilimleri Enstitüsüne 15/06/2016 tarihindeki müracaat üzerine yaptırılmıştır. ‘Çalışılan Linyit Damarının Gaz İçeriğinin Araştırma Projesi" olarak Aralık 2017 yaptırılmış olup MİGEM’ e sunulmuştur.

4.2.2.6.1. Üçpınar madencilik Ermenek kömür işletmesi gaz içerik miktarı

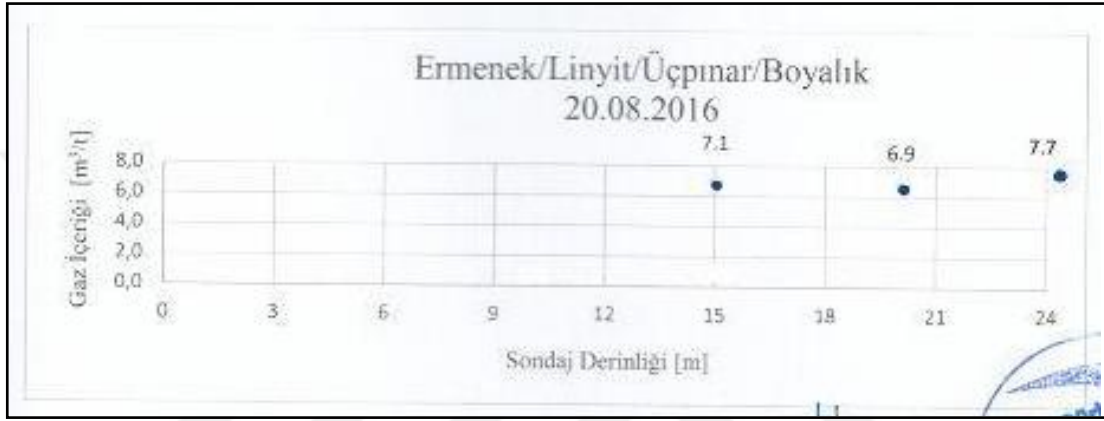
Üretim panosunda gerçekleştirilen sondajda 15., 20. Ve 25. metrelerinden alınan örnek numunenin sonuçları, kül içeriği açısından uygun değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle yöntem gereği bu örnekler değerlendirmeye alınmıştır. Üçpınar kömür işletmesine ait gaz içerik testi için numune alım yeri tanıtım tablosu çizelge 4.20’de yer almaktadır. Sondajın 15., 20. Ve 25. Metresinden alınan numune üzerinde yapılan deneyler ile sonrasında bulunan sonuçlar (Çizelge 4.21) ve (Şekil 4.31)’deki tabloda verilmiş ve laboratuvar deneyleriyle elde edilen kısa analiz değerleri de açıklanmaktadır.

Çizelge 4.20. Üçpınar Ermenek kömür işletmesi metan gazı içeriği için numune alım yeri tablosu

Maden	Üçpınar Madencilik Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi
Damar	Linyit kömür damarı
Numune alım yeri	+1356 Taban Yolu hazırlık
Tarih	20.08.2016

Çizelge 4.21. Üçpınar Ermenek metan gazı İçeriği Tablosu (virgül ondalık basamağını belirtir)

KOŞULLAR			1010.0 hPa; 273.0 K							
Sondaj deliği derinliği	Tanecik boyutu	Tüvenan kömür kütlesi	Kül içeriği	Külsüz kütle	q ₁ fraksiyonu	q ₂ fraksiyonu	q ₃ fraksiyonu	Toplam gaz içeriği	(q _{1barU})	Desorbe edilebilir gaz içeriği
[m]	[mm]	[g]	[%]	[gr]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]
15	>2 mm	9,98	14,22	8,20	0,0	0,0	7,1	7,1	1,9	0,0
20	>2 mm	10,22	19,91	7,58	0,0	0,0	6,9	6,9	1,9	0,0
25	>2 mm	9,47	11,72	6,21	0,0	0,0	7,7	7,7	1,9	0,0



Şekil 4.31. Üçpınar Ermenek sondaj derinliğine göre metan gazı İçeriği tablosu

Bu durumda numune alımı sırasında oluşan hatalar ile deneysel hataları %30 olarak kabullenirsek, Üçpınar Madencilik Turizm ve İnşaat San. Tic. A.Ş. Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi (7694 Ruhsat Numaralı) Sahasındaki +1356/1385 kotları arasında çalışılmakta olan pano taban yolu üzerindeki gaz miktarı $7,7\text{m}^3/\text{ton} \times 0.30 = 10,01\text{m}^3/\text{ton} \sim 10\text{m}^3/\text{ton}$ olmaktadır (Buzkan, 2017).

Büyük hazırlık ve cevher içi hazırlıklar (ana galeriler, kesesiye galeriler, taban yolları veya bacaların sürülmesi) esnasında yapılan sondajlar (kontrol, pilot, arama, rahatlatma, degaj vb.) iş sağlığı ve güvenliği eski yönetmeliği gereği zorunluluk arz etmekteyken son çıkan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ile damar gaz içeriği belirlemek mecburiyet kazanmıştır. Bu açıdan yapılan çalışma iş sağlığı ve güvenliği açısından alınan tedbirler gibi hazırlanacak yeni panolarda da devamlılık arz etmektedir (Buzkan, 2017).

4.2.2.6.2. Cenne kömür Ermenek işletmesi gaz içerik miktarı

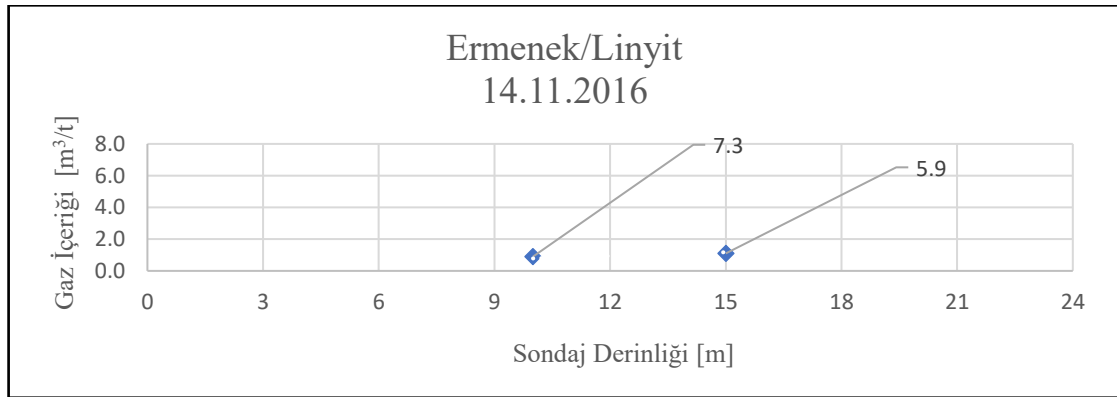
Panoda gerçekleştirilen sondajda 15. metresinden alınan numunenin sonuçları, yüksek kül içeriğinden dolayı yöntem gereği değerlendirmeye alınmamıştır. Cenne işletmesine ait numune alım yeri tanıtım tablosu çizelge 4.20’de yer almaktadır. Sondajın 15. metresinden alınan numune üzerinde yapılan deneyler sonrası bulunan sonuçlar (Çizelge 4.23) ve (Şekil 4.32) deki tablo içinde verilmiş ve laboratuvar deneyleriyle elde edilen kısa analiz değerleri de açıklanmıştır.

Çizelge 4.22. Ermenek Cenne kömür işletmesi metan gazı İçeriği için numune alım yeri tablosu.

Maden	Ermenek Cenne Özmerkez Kömür İşletmesi
Damar	Linyit kömür damarı
Numune alım yeri	+824/+827 Taban Yolu 1. Başyukarı
Tarih	12.11.2015

Çizelge 4.23. Ermenek Cenne metan gazı İçeriği Tablosu (virgül ondalık basamağını belirtir)

KOŞULLAR			1013.0 hPa; 273.0 K							
Sondaj deliği derinliği	Tanecik boyutu	Tüvenan kömür kütlesi	Kül içeriği	Külsüz kütlesi	q ₁ fraksiyonu	q ₂ fraksiyonu	q ₃ fraksiyonu	Toplam gaz içeriği	(q _{1bar}) _U	Desorbe edilebilir gaz içeriği
[m]	[mm]	[g]	[%]	[gr]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]
15	>2 mm	9.93	18.22	8.12	0.0	0.0	7.3	7.3	1.9	0.0
20	>2 mm	10.19	25.54	7.58	0.0	0.0	5.9	5.9	1.9	0.0



Şekil 4.32. Ermenek Cenne sondaj derinliğine göre metan gazı İçeriği tablosu

Sondajın 15. metresinden alınan örnek üzerinde yapılan deneyler sonrası bulunan %18.22 kül içeren örneklerin toplam gaz miktarı Çizelge 4.23 'den görüleceği üzere **7,3m³/ton** olarak bulunmuştur.

Bu örnek %40,4 (kuru külsüz bazda) uçucu madde miktarına ve %16,19 neme sahiptir. Sondajın 20. metresinden alınan örnek üzerinde yapılan deneyler sonrası bulunan %25,54 kül içeren örnek üzerinde toplam gaz miktarı Çizelge 4.23 'den de görüleceği üzere **5,9m³/ton** olarak bulunmuştur. Bu örnek kül içeriği normal koşullarda diğerinden yüksek olduğundan ilgili standartlara göre gaz içeriği daha yüksek olan **7,3m³/ton** değerinin dikkate alınması gerekir. Bu değer Ermenek Havzası Cenne Ruhsat Sahası Özmerkez kömürlerinde dikkate alınmalıdır.

Bu durumda örnek alımı sırasında oluşan hatalar ile deneysel hataları %30 olarak kabullenirsek, **Ermenek Cenne Linyit Kömür İşl. Ltd. Şti.** (1260 Ruhsat Numaralı) Sahasındaki 1 Nolu Ocak +824/+827 kotlarında çalışılan panosundaki gaz miktarı: **7,3m³/ton x 0.30= 9,49 m³/ton ~ 9,50 m³/ton** olmaktadır.

4.2.2.6.3. Seba Madencilik Ermenek kömür işletmesi gaz içerik miktarı

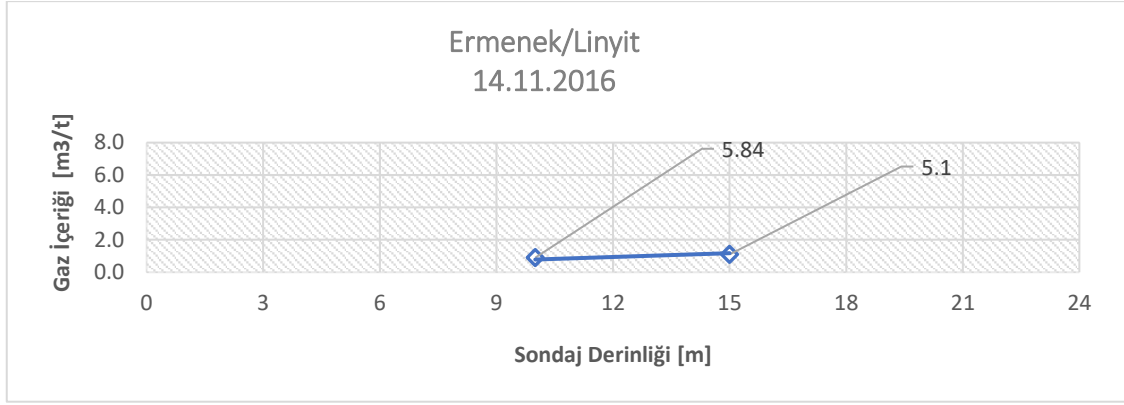
Seba kömür işletmesine ait numune alım yeri tanıtım tablosu çizelge 4.24'de yer almaktadır. Panoda gerçekleştirilen sondajın 15. ve 20. metresinden alınan örneklerin sonuçları, kül içeriği açısından bakıldığında gaz içeriği açısından uygun değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu nedenle yöntem gereği bu örnekler değerlendirmeye alınmıştır. Sondajın 15. Ve 20. metresinden alınan örnekler üzerinde yapılan deneyler ile sonrası bulunan sonuçlar (Çizelge 4.25) ve (Şekil 4.33) de verilmiş ve laboratuvar deneyleriyle elde edilen kısa analiz değerleri de aşağıda açıklanmaktadır.

Çizelge 4.24. Ermenek Seba kömür işletmesi metan gazı İçeriği için numune alım yeri tablosu.

Maden	Ermenek Seba Madencilik Kömür İşletmesi
Damar	Linyit kömür damarı
Numune alım yeri	+827/+839 Başyukarı
Tarih	12.11.2015

Çizelge 4.25. Ermenek Seba metan gazı İçeriği Tablosu (virgül ondalık basamağını belirtir)

							Koşullar	1013 hPa; 273.0 K		
Sondaj deliği derinliği	Tanecik boyutu	Tüvenan kömür kütlesi	Kül içeriği	Külsüz kütle	q ₁ fraksiyonu	q ₂ fraksiyonu	q ₃ fraksiyonu	Toplam gaz içeriği	(q _{1bar}) _U	Desorbe edilebilir gaz içeriği
[m]	[mm]	[g]	[%]	[g]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]	[m ³ /t]
15	>2 mm	7.92	11.09	7.04	0.02	0.02	5.8	5.84	1.9	0.0
20	>2 mm	6.07	11.75	5.36	0.0	0.0	5.1	5.1	1.9	0.0



Şekil 4.33. Ermenek Seba Madencilik sondaj derinliğine göre metan gazı İçeriği tablosu

Sondajın 15. metresinden alınan örnek üzerinde yapılan deneyler sonrası bulunan %11.09 kül içeren örneklerin toplam gaz miktarı Çizelge 4.25 den görüleceği üzere **5,84m³/ton** olarak bulunmuştur. Bu örnek %40,4 (kuru külsüz bazda) uçucu madde miktarına ve %16,19 neme sahiptir. Sondajın 20. metresinden alınan örnek üzerinde yapılan deneyler sonrası bulunan %11,75 kül içeren örnek üzerinde toplam gaz miktarı Çizelge 4.25 'den de görüleceği üzere **5,1m³/ton** olarak bulunmuştur. Bu örneklerdeki kül içeriği normal koşullarda birbirine yakın olduğundan ilgili standartlara göre gaz içeriği daha yüksek olan **5,84m³/ton** değerinin dikkate alınması gerekir. Bu değer Ermenek Havzası Seba ruhsat sahası kömürlerinde dikkate alınmalıdır (Buzkan, 2015).

Bu durumda örnek alımı sırasında oluşan hatalar ile deneysel hataları %30 olarak kabullenirsek, Ermenek Seba Madencilik ve Sanayi A.Ş. (İ.R. 1821 – S: 2180 Ruhsat Numaralı), Sahasındaki 1 Nolu Ocak +827/+839 kotlarında çalışılan panosundaki gaz miktarı; **5,84m³/ton x 1.30= 7,59m³/ton ~ 8,00m³/ton** olmaktadır (Buzkan, 2015).

Ocakta çalışılan bacanın +827/+839 kotlarındaki başyukarının 25. metresinde bakir bölge olan pano gerisine doğru sondaj yapılarak panosundaki gaz miktarını belirlemek için yapılan sondajın 15. metreye ulaşmasıyla önerilen (kömür damarının bakir durumda gaz içeriğini vermesi için yeterli olan pratik mesafe; 2,5m (ortalama damar kalınlığı)×2+10m=15m) derinlikten daha ileri noktadan örnek alınmış olması yöntemin temel olarak gerekçesini sağlamaktadır (Buzkan, 2015).

Çalışma yapılan kömürün linyit olduğu ve örnek alınan damardan yeryüzüne olan dikey mesafenin de ortalama 78m olduğu göz önüne alındığında toplam metan miktarının yaklaşık olarak 8,00m³/ton gibi orta seviyede çıkması öngörülürü kömür damarının bakir olması ile çalışılan panonun yapısal konumundan kaynaklanmaktadır (Buzkan, 2015).

4.2.2.7. Kömür damarına ait kendiliğinden yanma özellikleri

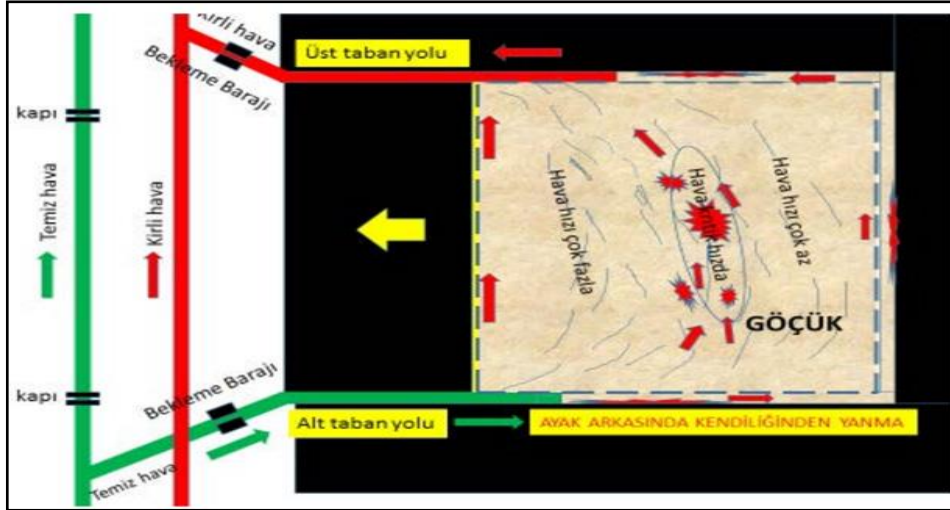
Kömür damarının hava ile temasından sonra kendiliğinden kızışarak yanması veya kömür damarının kendiliğinden yanma parametreleri, ocak yangınlarına neden olacağından mekanizasyon uygulanma kararını etkileyen en önemli kriterler arasındadır. Zira tüm sistemin kurulup çalışmaya başlanmasından sonra çıkabilecek bir ocak yangını sonrası tüm iş güvenliği risklerinin yanında, üretim kaybı ve yüksek maliyetlerle satın alınan mekanize sistemin yangınlı pano içinde hapsedilmesi söz konusudur.

Kömürün kendiliğinden yanması, genellikle üretimi, depolanması ve taşınması süreçlerinde sıklıkla meydana gelir. Kömür yangını felaketi, can kayıplarının yanında gaz ve toz patlaması, sera ve zehirli gaz üretimi, kömür kalitesinin bozulması, kömür kaybı için termal dinamik tehlikeler oluşturur.

Kömür oksidasyonu ekzotermik bir reaksiyondur ve bu süreçte oldukça fazla miktarda ısı üretilir. Oluşan ısıнын miktarı esas olarak kömürün rankına bağlıdır. Düşük ranka sahip olan kömürlerin ısı üretim oranı daha fazladır. Ortamdaki ısıнын uzaklaştırılmasına bağlı olarak sıcaklık artacak veya azalacaktır. Sıcaklıktaki her yükseliş, oksidasyonun ilerlemesine neden olacak ve böylece ardışık olarak daha fazla üretilen ısı, kendiliğinden yanma işlemini hızlandıracaktır (Kaymakçı 1998). Kömür pano ayak arkasında kömürün kendiliğinden yanma olayı şekil 4.34’de şematize edilmiştir. Çizelge 4.26’de kömürde yanmayı etkileyen faktörler tablo halinde verilmektedir.

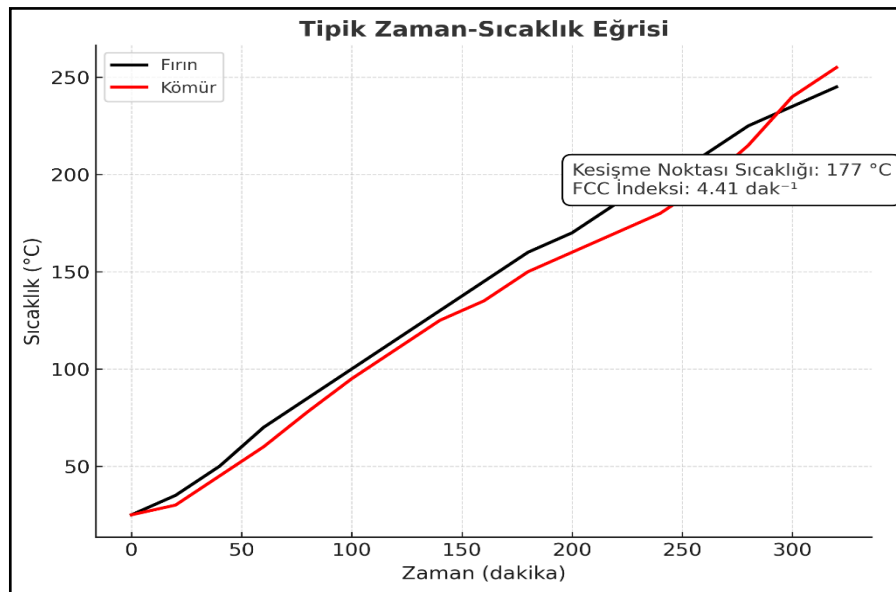
Çizelge 4.26. Kendiliğinden yanmayı etkileyen faktörler (Demirbilek, 1986).

İÇ FAKTÖRLER	DIŞ FAKTÖRLER	
Kömür Özellikleri	Jeolojik Özellikler	Madencilik Uygulamaları
1. Kömürün rankı 2. Petrografik Bileşim 3. Nem İçeriği 4. Pirit İçeriği 5. Kırılabilirliği 6. Eksinit ve Vitrinit İçeriği 7. Yüzey Alanı 8. Mineral Madde İçeriği 9. Kimyasal Bileşimi	1. Kömür damarlarındaki süreksizliklerin varlığı 2. Düşük kaliteli kömür bantlarının bulunduğu kalın damarlar. 3. Derinlik 4. Birbirine yakın birçok kömür damarının varlığı	1. Kömür kaybının fazlalığı, 2. Tavan ve tabanda kömür bırakılması, 3. Tabaka hareketlerine bağlı aşırı çatlaklar, 4. Örtü tabakası ince olan, 5. Ocaklarda göçertmeler sonucu yüzeyde oluşan tasman çatlakları ile bağlantı olması, 6. Üretim Yöntemleri, 7. Topuklar ve eskiden çalışılmış alanların varlığı, 8. havalandırma anomalileri (büyük basınç farklılıkları, dar geçitler, sıkımlar vs.) 9. Göçük içine hava kaçacağı



Şekil 4.34. Ayak arkasında kömürün kendiliğinden yanması (Kara, 2015)

Ermenek kömür damarlarının kendiliğinden yanma özelliklerine dönük en yeni akademik çalışma ülke genelindeki 27 kömür havzasındaki 101 adet yeraltı kömür işletmesinden alınan numunelerin BEÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü tarafından " Yeraltı kömür Madenlerinde Kendiliğinden Yanabilirlik Etüdü ile İSG Uygulamalarının İzlenebilirliğinin Arttırılması" konulu araştırma projesi 10.01.2023 tarih ve 259073 nolu akademik rapor ilgili üniversite tarafından MAPEG sunulmuştur. İlgili raporda çalışılan kömür damarının "kendiliğinden yanma (kesişim noktası yöntemi/teknigi) ile yapılarak ilgili parametreler verilmektedir. Deneye ait grafik tablosu şekil 4.35’de verilmektedir.



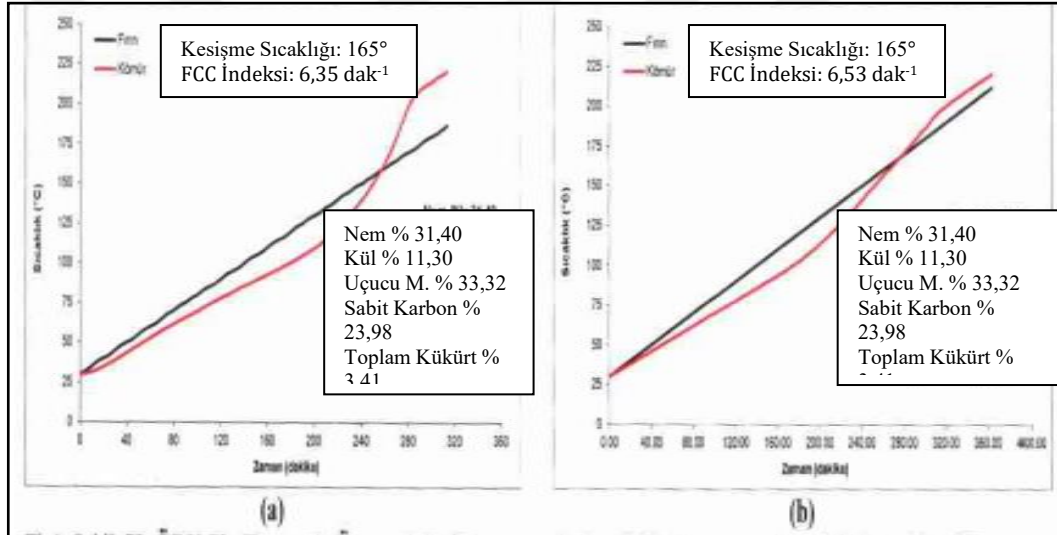
Şekil 4.35. Tipik bir zaman-sıcaklık eğrisi (Rehabilitasyon Projesi 2020)

Buna göre; Deneylerin sonucunda, örneklerin kendiliğinden yanmaya yatkınlığının belirlenmesi amacıyla, kesişme noktası, görece tutuşma sıcaklığı ve ortalama sıcaklık artışı değerleri saptanmakta ve FCC (Feng, Chakravorty, Cochrane) indeksi hesaplanmaktadır. Bu indekse göre örneğin kendiliğinden yanmaya yatkınlığı Şekil Çizelge 4.27'e göre değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.27. FCC indeksine göre kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkınlık değerleri.

FCC Değeri (dak ⁻¹)	Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlık
0 - 5	Düşük
5 - 10	Orta
> 10	Yüksek

$$\text{İndeks FCC} = \frac{110-220 \text{ }^{\circ}\text{C arasındaki ortalama sıcaklık artışı}}{\text{Kesişme noktası sıcaklığı}} \times 1000 \quad (4.1)$$



Şekil 4.35. Üçpınar Ermenek kodlu numune kendiliğinden yanma deneyleri (a,b)

FCC İndeksi Hesabı – Word Math (OMML)

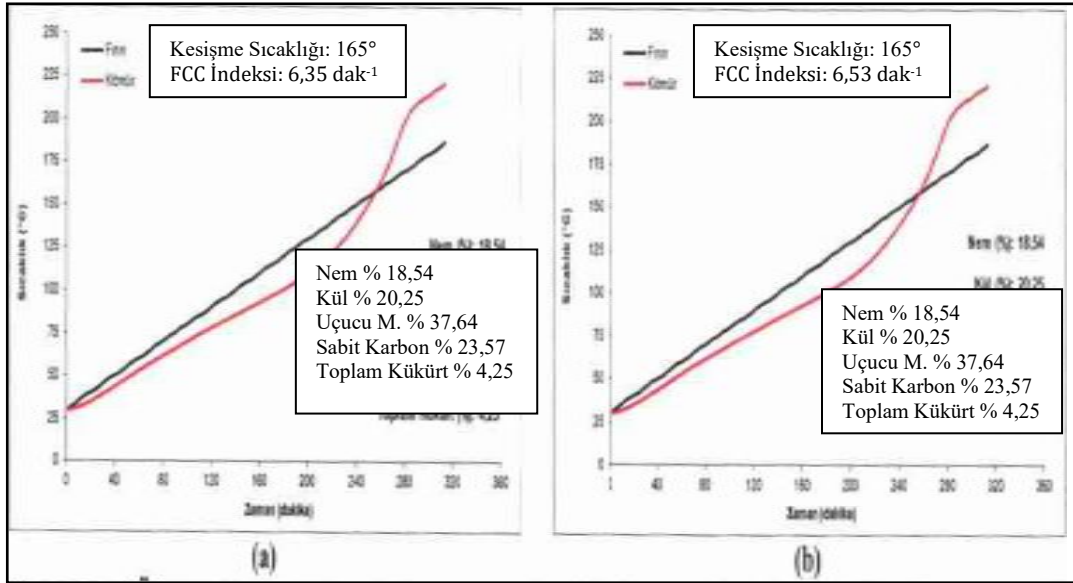
$$FCC = \frac{(110 - 220 \text{ }^{\circ}\text{C arasındaki ortalama ısınma hızı})}{(\text{Kesişme noktası sıcaklığı})} * 1000 \quad (4.1)$$

$$\text{Verilenler (Word denklemi olarak): } T_k = 165 \text{ }^{\circ}\text{C}, FCC = 6,35 \text{ dak}^{-1} \quad (4.2)$$

Ortalama ısınma hızının ($T_{110-220}$) hesabı :

$$T_{110-220} = \frac{FCC \times T_k}{1000} = \frac{6,35 \times 165}{1000} = \frac{1.047,75}{1000} \\ = 1.04775 \text{ }^{\circ}\text{C/dak} \approx 1,05 \text{ }^{\circ}\text{C/dak}$$

$$\text{Kontroller : } FCC = \frac{1,04775}{165} * 1000 = 6,35 \text{ dak}^{-1}$$



Şekil 4.36. Seba Maden Ermenek kodlu numune kendiliğinden yanma deneyleri (a,b)

Kesişme noktası sıcaklığı ve 110-220° C arasındaki ortalama sıcaklık artışı değerleri Üçpınar kömür işletmesi için şekil 4.35’deki grafikte, Seba kömür işletmesi için şekil 4.36’deki grafikte verilmekte olup; Çizelge 4.27’de verilen FCC değerlerine göre yanmaya yatkınlık değerlendirilmektedir.

Türkiye çapında yapılan "Yeraltı kömür Madenlerinde Kendiliğinden Yanabilirlik Etüdü ile İSG Uygulamalarının İzlenebilirliğinin Arttırılması" çalışmasına göre Ermenek linyit kömürlerinin kendiliğinden yanma yatkınlığı **orta** seviyede olmaktadır.

Yani bu değerlerle, 110–220 °C aralığındaki **ortalama ısınma hızı $\approx 1,05$ °C/dak** olmalıdır; eşitlik bu şekilde sağlanır. (Bu hızla 110 °C’lik artış $\approx 110/1,04775 \approx 105$ dakikada gerçekleşmektedir.)

4.2.3. İşletme yöntemine ve uygulanan tekniklere dair özellikler

Ermenek kömür ocakları uzun yıllardan beri ve halen ana hazırlıklar sonrası kömür içinde hazırlık ile oluşturulan panoda klasik uzun ayak üretim sistemini başarı ile uygulamaktadır. Mevcut uygulanan hazırlık ve üretim yöntemlerinin sistematüğinde önemli bir değişiklik yapılmayacak, sadece tüm süreçlerde insan emeği mümkün olduğunca azaltılarak iş organizasyonunun hızlandırılması, üretim artışı ve verimlilik üzerinde olacaktır.

4.2.3.1. İşletme yöntemine ait hususların klasik ve mekanize sisteme göre analizi

Ermenek kömür havzasındaki yeraltı kömür işletmecilik faaliyetleri 1970'li yıllara dayanmakta olup, uzun yıllardan beri klasik ağaç unsurları ile tahkimat işlemleri başarı ile uygulanmakta olan ve bölge insanı için aşına olunmuş iş yapım sürecidir. Tahkimat olarak hazırlık işlerinde ana nakliyat galerileri, havalandırma amaçlı bağlantı yolları, desandre vd. amaçlı galeriler ile kömür içindeki hazırlık taban yolları, başyukarı ve kılavuzlarda; tahkimat normal çintili bağ kasası, bazı durumlarda altına kilit sarma takviyesi şeklinde uygulanmaktadır. Üretim ayaklarında arına paralel sarma tahkimat sistemi olarak uygulanmaktadır.

Tahkimat sistemi mekanizasyon sürecinde dönüşüm gerektiren parametreler arasında kabul edilmiştir. Ağaç tahkimat unsurlarının klasik sistem ocaklar için kullanımı oldukça yaygın ve pratik olmasına karşın, 1-ton kömür için 20 dm³ asgari ağaç kullanımı (40,000 ton kömür üreten ocak için 800 m³ asgari ağaç sarfiyatı) orman varlıklarımızın fosil yakıt üretmek için başka bir fosili feda etmesi kabul edilebilir de değil, ekonomikte değildir. Zira bugün için 1 m³ maden direğinin güncel fiyatı ocağa teslimi 5,000 TL/m³ aşmaktadır. Diğer taraftan ağaç tahkimat bir risk unsurunu ortadan kaldırmak amacıyla kullanılırken yangına karşı korunaksız olması nedeniyle başka bir risk unsurunu bünyesinde taşımaktadır.

Gerek hazırlık gerek üretim faaliyetlerinin geri dönüşüme de uygun, tamir bakım işçiliği mümkün olan demir çelik tahkimat, hidrolik yarı veya tam mekanize tahkimat sistemlerinin kullanımı planlanan mekanizasyon sürecinin olmazsa olmaz üç saç ayağından birini oluşturmaktadır. İkincisi nakliyat işlerinde raylı sistem, vagon nakliyatı yerine zincirli ve bandlı konveyörler ile nakliyat işlerinin sağlanmasıdır. Ocağa malzeme girişi yine raylı sistem ile olacağı için bütünüyle terk edilmeyecek gerek malzeme girişleri gerekse taş pasa nakliyatı kısmen yine raylı sistem unsurlarıyla yapılması planlanmaktadır. Üçüncü ve son olarak üretim pano ayaklarında tahkimat sistemi olarak yarı mekanize tahkimat sisteminin kullanımı planlanmaktadır.

4.2.3.2. Pano ve ayak boyları ile işletme yönü ve yönteminin analiz edilmesi

Damar kalınlığının da ayak uzunluğunun seçiminde etkisi vardır. Pano uzun ayak üretim planlaması yeraltında oluşturulan ana veya ara kat hazırlıklarının durumuna göre belirlenmektedir. Ermenek kömür havzasındaki kömür üretim panoları hali hazırda klasik sisteme göre hazırlanmaktadır. Pano ve ayak boylarının tasarlanmasında yıllık satış

termin miktarı, mevcut nakliye araçlarının kapasitesi ve uzunluğu, taban kabarması şiddeti, kömürün kendiliğinden kızışmaya olan yatkınlığı en önemli başlıca etkenlerdir.

Kömür panolarının hazırlığında; damar eğimine dik olarak kesesiye (rekup) galerilerle giriş, eğim yönünde ayak kazı yönü, pano girişine doğru ilerleme yönü ile doğrultu boyunca taban yolu açılması geri dönüşlü veya ilerletimli olarak üretim organizasyonu için önemli etkindir. İlerletimli veya dönüşlü seçiminde ise avantajları nedeniyle geri dönüşlü tavan göçertmeli uzun ayak üretim yöntemi uygulanmaktadır.

Ermenek ocaklarında halen klasik sistem için geri dönüşlü tavan göçertmeli uzun ayak üretim yöntemi uygulanmakta olup, mekanizasyon sistemi sonrası aynı şekilde hazırlık ve üretim yapılması işleminin devamı sağlanırken uygulamada farklılık ise pano ve ayak boylarının uzatılması şeklinde yapılması planlanmaktadır.

Ayak içi kömür nakliyatında konveyör zincirinin ve kazı makinasını hareket ettiren zincir veya halatın kopma mukavemetleri, çalışılan damarın kalınlığı ve üretim yüksekliği arkadan kömür alma işlemi gibi diğer unsurlarında ayak uzunluğunun seçiminde önemli etkenler arasındadır. Ayak uzunluğu kısaldıkça ekonomik olarak üretim yapabilmek için, üretim hızının artması beklenir. Ekonomik olarak en uygun ayak uzunluğu, kazı makinesi teknik özelliğine, iş organizasyonuna ve her işletmenin özel şartlarına bağlıdır. Genel olarak 200 ile 300 m arası tam mekanize kazı için en uygun ayak uzunluğu olarak kabul edilmektedir (Tatar ve Özfırat, 2016).

Sonuç olarak; tam mekanize üretim için asgari ayak boyu 200 m, pano boyu 1.000 m, yarı mekanize üretim için asgari ayak boyu 100 m, pano boyu 500 m ve hidrolik direk+çelik sarma üretim için ayak boyu 80 m, pano boyu 250 m olması, klasik tip çalışan ocak için ayak boyu 80 m, pano boyu 100 m olması asgari şart olarak öngörülmektedir.

Mekanizasyon uygulaması için üretim yapılacak panolarda sisteme ait kazı ve tahkimat unsurlarının kurulumu tam mekanize için asgari 2 ay, yarı mekanize için 1-ay ve hidrolik direk+çelik sarma için 15-günlük kurulum süresine ihtiyaç vardır. Sistemin ilk kurulumu sonrası üretim yapılmakta olan pano ayağındaki üretim sona ermeden diğer bir panonun üretime hazırlanması üretimin sürekliliği için gereklidir. Üretim ve hazırlık için iki ayrı mekanize sistem ünite ekipmanı bulunması önemli avantaj olacaktır.

Kurulum ve üretim sürecindeki geçen zaman ve mekanizasyon sistemlerinin yüksek maliyetleri dikkate alındığında pano ve ayak boyu mesafelerinin mekanize kazı yönteminin seçimini doğrudan etkileyen unsur olduğu, ancak pano boyutlarının da asgari ölçülerde olması sistemin verimli ve kesintisiz çalışması için diğer etkenlerle birlikte gerekli kılmalıdır.

4.2.3.3. Direksiz arın cephesinin ve parça büyüklüğünün analiz edilmesi

Mekanizasyon uygulamasında kömür üretimi için ayak arınında kazı aracının serbestçe hareket edebileceği direksiz bir alanın, nakliyat ve kazı araçlarının sökülmeden sonraki haveye ötelenmesi işlemi direksiz arın bölgesini zorunlu kılmaktadır. Çürük, kırılğan, fazla gerilmeli tavan şartları, hemen tahkimat gerektirir, bu ise mekanizasyon uygulamasını kısıtlayan durumdur. Direksiz cephenin sağlanabileceği uygun tahkimat seçim yapılırken üretim yapılan panonun tavan ve taban şartları dikkate alınmalıdır. Mekanizasyon sistemi uygulanabilmesi için, sağlam, gerilmesi az, altında emniyetli çalışmanın yapılabileceği tavan şartlarında idealdir. Aşağıdaki şekil 4.37’de arın bölgesinde direksiz alan teşkil edilmesi ve aynada kapaklı (flipper) sisteme ait teknik donanım görseli yer almaktadır.

Ermenek havzasındaki kömür panolarına ait üretim ayaklarının tavanında 1,5 m yalancı tavan ve arın bölgelerinden kömürdeki bünye nemi ve yapısı nedeniyle akmalar veya kömür bloklar, kavlak düşme olayı sık sık yaşanmaktadır. Üretim bölgesindeki hafif iş kazalarının %50 sini bu nevi kazalar oluşturmaktadır. Bu nedenle Ermenek havzası için mekanize kazı sistem ünitelerinde arın ve arka için ek donanımlar gerektirmektedir.



Şekil 4.37. Ayakta arın bölgesinde direksiz alan teşkili ve ayna kapağı (flipper) donanımı

Mekanize kazı sistemlerinde kömürün üretim artışına rağmen parça boyutlarında küçülme eğilimi olduğu görülmektedir. Özellikle kesici-yükleyici tip kazı sisteminde kömürde parçalanma ve ufalanma fazla olmaktadır. Kömür satışı briketlenecek veya termik santrale verilecekse, sanayide değerlendirilecekse ufalanmış kömür avantajdır. Aksi takdirde parça büyüklüğüne göre piyasaya verilecekse, parçalanma olumsuz bir etken olmaktadır. Kazı makinasının hareket hızı, kesme hızı, kesme derinliği gibi etkenlerde parça büyüklüğünü etkilemekte olup, Sabanlı kazı parça büyüklüğü, açısından kesici-yükleyicilere göre daha avantajlıdır. (Tatar ve Özfirat, 2016).

Günümüzde Ermenek kömür havzasındaki kömürlerin satılabilir kömürlerdeki parça boyutları değişmekle birlikte her yıl teshinde sobalık yakma ısınma kömür satışları azalmaktadır. Üçpınar Ermenek işletmesi için bu oranlar; %90 toz kömür (sanayi amaçlı), %10 parça kömür (teshin-ısınma amaçlı) olarak gerçekleşmektedir.

4.2.3.4. Pano taban yollarında konverjans ve taban kabarması sorunu

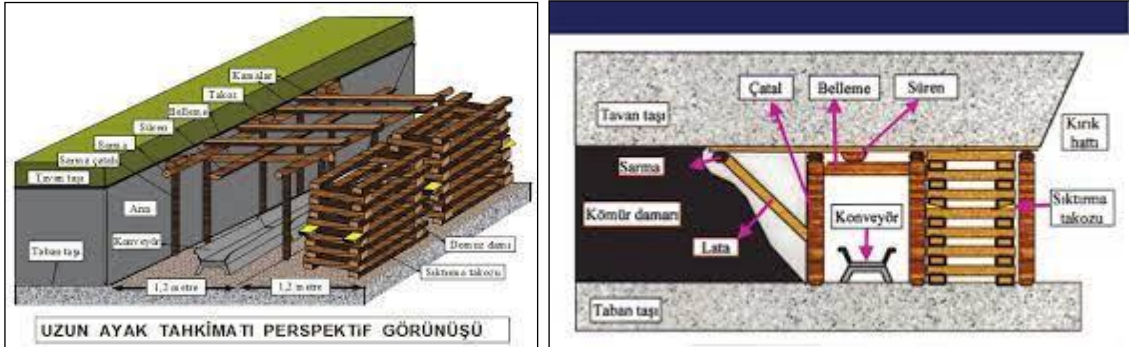
Konverjans olayının uygulanan tüm sistemleri olumsuz etkilediği mutlak ve kesindir. Ancak mekanize sistem üniteleri klasik sistemlere göre ağırlıkça ve boyutları itibariyle daha fazla olması itibariyle daha çok önem kazanmaktadır. Zira bu ünitelerin ilk kurulumlarında ve üretim sırasındaki hareket kabiliyetlerinde taban yolu ve ayak kesitlerinin rolü çok fazla olmaktadır. Tavan alçalması-sarkması, taban kabarması denen konverjans kesitlerin daralması durumunda yeniden tamir tarama gibi işleri gerekli kılmaktadır. Mekanizasyon sistemi olan ocaklarda galeri kesitlerinin klasik sisteme göre daha fazla olması zorunluluğu nedeniyle konverjans olayı bu sistemlere ait ünitelerin hareket kabiliyetlerini sınırlayarak zaman ve üretim kayıplarına sebep verebileceğinden hareketle çözüm önerileri üzerinde çalışmaları zorunlu kılmaktadır. Örneğin taban yollarında susuzlaştırma, kil zeminin karbonatlı hale getirilmesi (kireç enjeksiyonu), kaya saplaması, bulonlama, TH geçme ya da mafsallı tahkimatlar gibi.

Ermenek havzasındaki işletmeler klasik sistem ile çalışmakta olduğundan galeri ve desandrelerde trapez kesit ve 6 m^2 , kömür taban yolları trapez kesitte ve 5 m^2 lik faydalı alana sahiptir. Konverjans sorunları özellikle taban kabarması nedeniyle kesit daralmalarına sıkça rastlanmaktadır. Mekanizasyon uygulaması için kesitlerin $6\text{-}8 \text{ m}^2$ olması gerektiğinden hareketle artan kesite oranla konverjans sorunlarında da artış olacağı beklenmeli ve yukarıdaki ek önlemler alınmalıdır.

4.2.3.5. Pano ayak tahkimatının analiz edilmesi

Pano ayak tahkimatının en önemli işlevi çalışanların emniyetle altında çalışabileceği güvenli ortam sağlaması, işçiliği en az, ayak ortamına uyumlu olması beklenmektedir. Tam ve yarı-mekanize hidrolik tahkimat sistemlerinde bunlar en üst düzeyde, hidrolik direk+çelik sarma ve sürtünmeli direk+çelik sarma tahkimat sistemi uygulamalarında ise kısmen sağlanabilmektedir. Aynı durumun ağaç tahkimat unsurlarıyla uygulanması hem çok zahmetli ve fazla risk barındırmaktadır. Günümüzde, bütün şartlar elverişli ise üretim hızının yüksek olduğu tam-mekanize kesici-yükleyici tamburlu tam mekanize yürüyen tahkimat sistemleri revaçtadır.

Yüksek eğimler ve iri parça boyutuna dönük olarak Sabanlı kazı uygulamaları dünya genelinde başarı ile uygulanmaktadır.



Şekil 4.38. Klasik sistem pano üretim ayağında arına paralel ağaç takimatının perspektif ve kesiti



Şekil 4.39. Mekanize sistem pano üretim ayağında yarı mekanize takimat ünitelerinin alın ve kesiti

Ermenek kömür havzasında üretim ayaklarında halen klasik sistem arına paralel ağaç tahkima sistemi uygulanmaktadır. Mekanizasyon için üretim ayaklarının yürüyen yarı mekanize tahkimat sistemine dönüştürülmesi, uygulanması planlanan mekanize sistemin ana omurgasını oluşturmaktadır. Üretim hedefleri, verimlilik ve güvenli üretim bölgesi çalışma ortamı için mutlak surette yapılması gerekmektedir.

Yukarıdaki bilgiler kapsamında Ermenek kömür havzasında jeolojik koşullar ve tektonizma tavan-taban kayaçları ve kömür açısından yarı mekanize tahkimat sisteminin arka kape ve arın kapaklı donanımına sahip (kirişli) uygulanabilirliği mümkün olduğu ön görülmektedir. Diğer taraftan Hidrolik direk+çelik sarma uygulamasının mümkün olabileceği, lakin arından kömür akması ve üretim veriminin daha düşük olması nedeniyle öncelikle geçiş aşaması için tercih sebebi olabilir. Ancak nihai hedef olarak yarı mekanize yürüyen tahkimat sistemine geçiş planlanmış olduğundan gereksiz maliyet ve zaman kaybı açısından tavsiye edilmemektedir. Tam mekanize kesici yükleyici sistemin ağırlığı ve pano/ayak boyu mesafesinin yeterli olmaması gibi nedenlerle uygun ve ekonomik olmayacağı söylenebilir.

4.2.3.6. Pano nakliyat sistemi ve araçlarının incelenmesi ve otomasyon sistemi

Yeraltı kömür madenciliğinde üretim yöntemleri tarihsel olarak insan ve hayvan gücüne dayalı klasik sistemlerden, yüksek üretim kapasiteli mekanize sistemlere doğru evrilmiştir. Klasik sistemlerde nakliyat; vagonlar, zincirli konveyörler ve basit araçlarla sağlanırken, mekanize uzun ayak panolarında yüksek kapasiteli oluklu zincirli konveyörler (AFC) ve bant konveyör sistemleri temel nakliyat aracı haline gelmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca üretim hızını değil, aynı zamanda otomasyon sistemlerinin uygulanabilirliğini de doğrudan etkilemektedir.

Klasik sistem pano nakliyat yapısı

- Nakliyat yöntemleri: Vagon, kızak, zincirli konveyör, at arabaları (tarihsel).
- Özellikler: Düşük kapasite, yüksek iş gücü ihtiyacı, emniyet zafiyetleri.
- Sınırlılıklar: Gaz birikimi, üretim kesintileri, iş kazaları.

Mekanize pano nakliyat sistemleri

1. Armored face conveyor (afc) zincirli konveyör üniteleri

- Shearer veya plow ile entegre çalışır.
- Kömür doğrudan ayaktan alınarak pano başına taşınır.
- Yüksek tonajlı ve sürekli üretim kapasitesine sahiptir. 80 ton/saat kapasiteli

2. Bant konveyörler

- Pano çıkışından ana nakliyat galerilerine taşımada kullanılır.
- Düşük enerji tüketimi, sürekli çalışma ve otomasyon uyumluluğu avantaj sağlar.
- Teknik özellikleri : Hızı 0,75 m/sn, band genişliği 60 cm ve 2-li V makara

3. Yardımcı nakliyat sistemleri

- Monoray vinçler, zincirli taşıyıcılar, servis trenleri.
- Tahkimat elemanları, makineler ve yedek parçaların taşınmasında kullanılır.

Mekanizasyonun nakliyat üzerindeki etkileri

- Kapasite artışı: Günlük binlerce ton üretim, klasik sistemlerin sınırlarını aşar.
- Süreklilik: Kesintisiz kömür akışı üretim planlamasını kolaylaştırır.
- Emniyet: İnsan gücüyle yapılan ağır taşımacılık ortadan kalkar.
- Enerji ve bakım: Elektriksel sistemlere bağımlılık artar, bakım süreçleri otomasyonla optimize edilir.

Otomasyon entegrasyonu

- SCADA ve PLC sistemleri: Konveyör hızı, kesici-yükleyici ilerleme, tahkimat hareketleri kontrol edilir.
- Sensörler: Gaz, sıcaklık, rulman aşınması, bant kopma dedektörleri.

- Uzaktan izleme: Operatörlerin yer üstünden pano üretim sürecini takip etmesi.
- Kestirimci bakım: Veri analitiği ile arızaların önceden tahmini.
- Endüstri 4.0: IoT, yapay zekâ ve dijital ikiz uygulamaları.

Mekanizasyon ile nakliyat kapasitesi klasik yöntemlere göre %300-500 oranında artmaktadır. İş güvenliği açısından en kritik avantaj, işçi maruziyetinin azalmasıdır. Ancak yüksek teknolojiye bağımlılık, bakım maliyetlerini ve nitelikli iş gücü ihtiyacını artırmaktadır. Ayrıca dijitalleşme süreçlerinin entegrasyonu, kömür ocaklarının rekabet gücünü ve sürdürülebilirliğini belirleyecek önemli faktörlerden biridir.

Kömür ocaklarında pano nakliyat sistemlerinin mekanizasyona uygun hale getirilmesi, yalnızca üretim kapasitesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda otomasyon entegrasyonu sayesinde güvenlik, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından da kritik faydalar sağlamaktadır.

Ermenek havzasındaki kömür ocaklarında genel olarak raylı sistem vagon nakliyatı yıllardır uygulanmaktadır. Pilot işletmede pano taban yollarında ve üretim ayağı içinde zincirli konveyör 2008 yılından beri kullanılmaktadır. Mekanize sistem pano taban yolu mesafesi ve ayak uzunluğu üretim bölgesinde kullanılacak zincirli ve bantlı nakliyat araçlarının kapasiteleri ve uzunlukları ile doğrudan ilgili olacaktır. Bu nedenle kesitleri, kapasiteleri ve güçleri ile uzunluklarının üretim hızı ve kapasitesine uygun seçilmeleri gerekmektedir. Pilot işletmede dönüşümü yapılmış olan nakliyat sistemine ait üretim ayağından itibaren yerüstüne kadar nakliyat ünite ve ekipmanları şekil 4.40'dan şekil 4.44 kadar çekilen fotoğraflarda yer verilmektedir.



Şekil 4.40. Mekanize sistem pano üretim ayağında zincirli konveyör nakliyat fotoğrafı



Şekil 4.41. Ana nakliyat işlemleri ve ünitelerin kontrollerine dair fotoğrafı



Şekil 4.42. Mekanize sistem desandre nakliyatında lastik bandlı konveyör nakliyat fotoğrafı



Şekil 4.43. Mekanize sistem ana nakliyat yolunda raylı sistem ve band konveyör nakliyat fotoğrafı



Şekil 4.44. Mekanize sistem ana nakliyat desandresinde raylı sistem vagon varagel nakliyat fotoğrafı

4.2.3.7. Ayak arkasında göçertmeli ve dolgulu (ramble) sistem uygulama analizi

Tavan göçertmeli üretim şeklinde ayak ilerledikçe tahkimat sisteminin arkasında bırakılan kömürsüz boşluktan ibaret olan hacim (ayak arkası) doğal olarak tavanın göçmesine bırakılmaktadır. Gerek klasik ağaç tahkimat gerek mekanize tahkimat kurulu bulunan üretim ayakları için söz konusu durum aynıdır.

- **Göçertmeli (Longwall Caving Method) yöntemin mekanize sisteme etkileri:**

Mekanizasyon Uygunluğu: Hidrolik yürüyen tahkimatlar, kazı makinesi (shearer veya plough) ile entegre çalışır, uyumludur.

Tahkimat Yüğü: Tavan göçmesi sırasında ani yük artışları olabilmekte ve tahkimatlar yüksek dayanımlı tasarlanmalı, ek önlemler alınmalıdır.

Avantajı: Düşük maliyet (dolgu kullanılmaz), daha hızlı üretim, yüksek pano uzunluklarında verimlilik sağlanmaktadır.

Dezavantajı: Göçükten kaynaklı sarsıntılar (rock burst, basınç artışı) tahkimat ekipmanında zorlanmalara sebep olabilmektedir.

- **Dolgulu Rambla (Backfilling / Stowing) Sistemin mekanize sisteme etkileri**

Temel Özellik: Ayak arkasındaki boşluk göçmeye bırakılmaz, taş-toz, kül veya hidrolik dolgu malzemesi ile doldurulur.

Mekanize Tahkimat Etkisi: maliyeti yüksek ancak işletmeciliği uygundur.

Tahkimat Yüğü Azalır: Tavan kontrollü şekilde taşındığı için mekanize tahkimata gelen ani tavan yükleri önemli ölçüde düşmektedir.

Stabilite Artar: Dolgu yan basıncı azaltır, tahkimat ekipmanının ömrü uzar.

Avantaj: Yüksek güvenlik, daha az deformasyon, göçük riskinin minimize edilmesi ve güvenli çalışma ortamı sağlanmaktadır.

Dezavantaj: Dolgu maliyeti yüksek, ilerleme hızı göçertmeli sisteme göre düşer, üretim ile birlikte dolgu işlemine ayrılan vakit ve iş gücü ile üretim hızı ve miktarı azalır, mekanizasyonun ekonomikliği açısından olumsuzdur.

Çizelge 4.28. Göçertmeli ve rambleli yöntemlerin mekanizasyona etkilerinin karşılaştırılması

Özellikler	Tavan Göçertmeli Sistem	Dolgulu Rambla Sistem
Mekanize Tahkimat Yüğü	Çok yüksek, ani yükler	Daha düşük, dengeli
Ekipman Ömrü	Daha kısa	Daha uzun
Üretim Hızı	Yüksek	Orta-düşük
Maliyet	Daha düşük	Daha yüksek (dolgu malzemesi, işçilik)
Güvenlik	Göçük ve basınç riski var	Daha güvenli, kontrollü
Pano Uzunluğu	Uzun ayaklarda verimli	Daha çok kısa/orta ayaklarda tercih

Göçertmeli ve rambleli yöntemlerin birlikte değerlendirilmesi

- Mekanize tahkimat sistemleri **her iki yöntemle de uygulanabilir**, ancak:

Göçertmeli yöntem; yüksek üretim, tahkimat dayanım gereksinimi daha fazla.

Dolgulu ramble yöntem; güvenli ama pahalı, tahkimat yükünü azaltarak ekipmanın daha düşük kapasiteli seçilmesine imkân tanıyabilir.

- Bu nedenle seçim; jeolojik koşullar (damar kalınlığı, eğim, tavan kayaç özellikleri), güvenlik politikaları ve ekonomik değerlendirmelere göre karar verilmesi uygun olacaktır. Çizelge 4.28’de her iki durum karşılaştırılmaktadır.

Ermenek havzasındaki kömür ocaklarında yıllardır ve halen ayak arkasında tavan göçertmeli yöntem uygulanmaktadır. Hidrolik ramble işleminin uygulamasına dair herhangi bir çalışma ya da planlama bulunmamakta, zaman zaman elle taşınmalı olarak bazı galeri bölümlerinde, taban yolu topuklarında, üretim sırasında kalın arakesmeli taşların ayak arkasına atılarak yapıldığı, yığın yapılarak sıkıştırma usulü ile dolgu işlemleri pilot işletmede uygulanmaktadır. Mekanize uygulamalarına geçildiği aşamada aynı şekilde göçertmeli yöntemlerin devam edilmesi uygun olacaktır.

4.2.3.8. Kalın damarlarda ara katlı tavan-taban ayak üretim uygulama analizleri

Ermenek havzasındaki kömür ocaklarında yatay ve eğimli klasik ya da mekanize üretim pano ayaklarında üretim kalınlığı genel olarak 3 m olup; en ideal olanı 2,50 m’dir. Ermenek havzasında tek kömür damarında 50 cm-10 m kadar kömür kalınlığının olduğu horizonlar bilinmektedir. Bu tür kalın yapılara ait pano alanları ve rezerv miktarı toplam kömür miktarının %50 kadar olduğu tahmin edilmektedir. Pilot işletmede 2001 yılından itibaren çalışılan tüm panolarda tavan kömürü 3 m kalınlık yüksekliğinde çalışılmıştır.

İmalat yapılan alanın tabanında asgari tavan kömürü kadar düşük kalorili (2000-2500 kalori) yine 3 m kalınlığında taban kömürünün olduğu bilinmektedir. Diğer işletmelerde de aynı durumun olduğu, teknik personel ve değişik gerekçelerle yapılmış olan saha ziyaretlerimde tespit edilmiştir.

Buna göre; havzadaki mekanizasyon süreci ile birlikte tabanda kalan düşük kalorili kömürlerinde aynı anda veya tavan ayak-taban ayak uygulaması şeklinde üretilmesi teknik olarak mümkün hale gelmesi öngörülmektedir. Mekanizasyon sistemlerinin uygulanması ile Ermenek havzası diğer önemli avantajı şimdiye kadar üretilemeyen taban kömürlerinin kazanımı olması beklenmektedir. Söz konusu çalışma klasik sistemde yapılması mümkün iken kırılmış tavan altında ön görülmeyen tavan yükleri ve göçük riskinin fazla olması nedeniyle çok özenli işçilik gerektirmesi gibi sebeplerle cesaret edilememiştir.

Ermenek kömür havzası için arakatlı üretim yönteminin 2 şekilde uygulanması mümkün görülmektedir. Arakatlı üretim yöntemleri için diğer koşullar varestede tutularak (diğer tüm parametrelerin uygun ve olumlu olacağı göz önüne alınarak) belirlenmiştir.

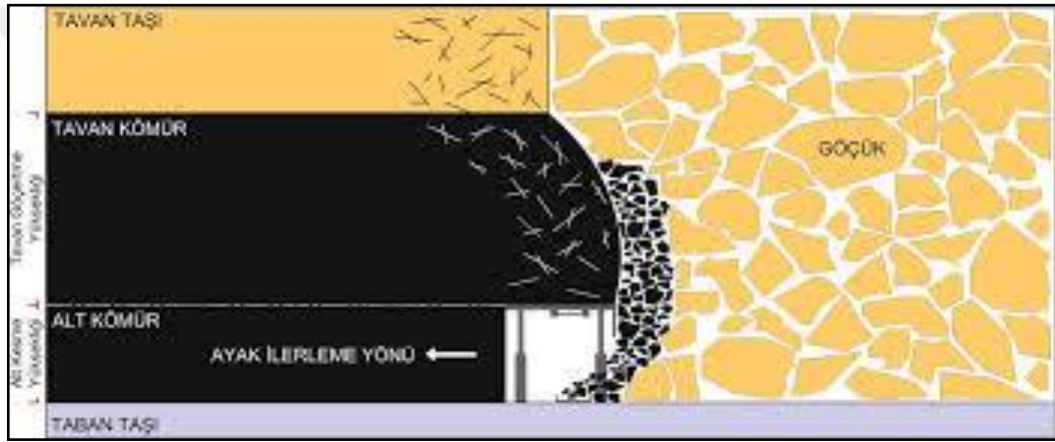
1- Mekanizasyon ile birlikte mevcut kömür damarlarında aynı tavan ayak-taban ayak uygulaması ile aynı anda aralarında 30 m emniyet mesafesi ile mekanize arakatlı üretimin yapılmasıdır. Aynı yöntemin uygulamasında diğer seçenek; alışlageldiği gibi şu ana kadar çalışılmış imalatı tamamlanmış eski imalat panolarında kırılmış tavan taşının altında ve taban kömüründe daha sonraki süreçte hazırlanarak uygulanmasıdır.

Söz konusu yöntemin uygulanması sırasında tavan ayak üretimleri yapılırken; ayak arkasında tavan taşının üzerine göçertildiği tel hasır serilmesi işlemi yapılarak tavan ayak üretimi yapılırken; taban kömürü için hazırlanan taban ayak için suni tavan teşekkülü sağlanmış olacaktır. Suni tavan uygulamasının arın bölgesinde göçük riski ve kömür üretim kaybı açısından avantajları çok fazla olmakla birlikte ayrı bir iş organizasyonu yapılması ve ek maliyet gibi mahzurları bulunmaktadır.

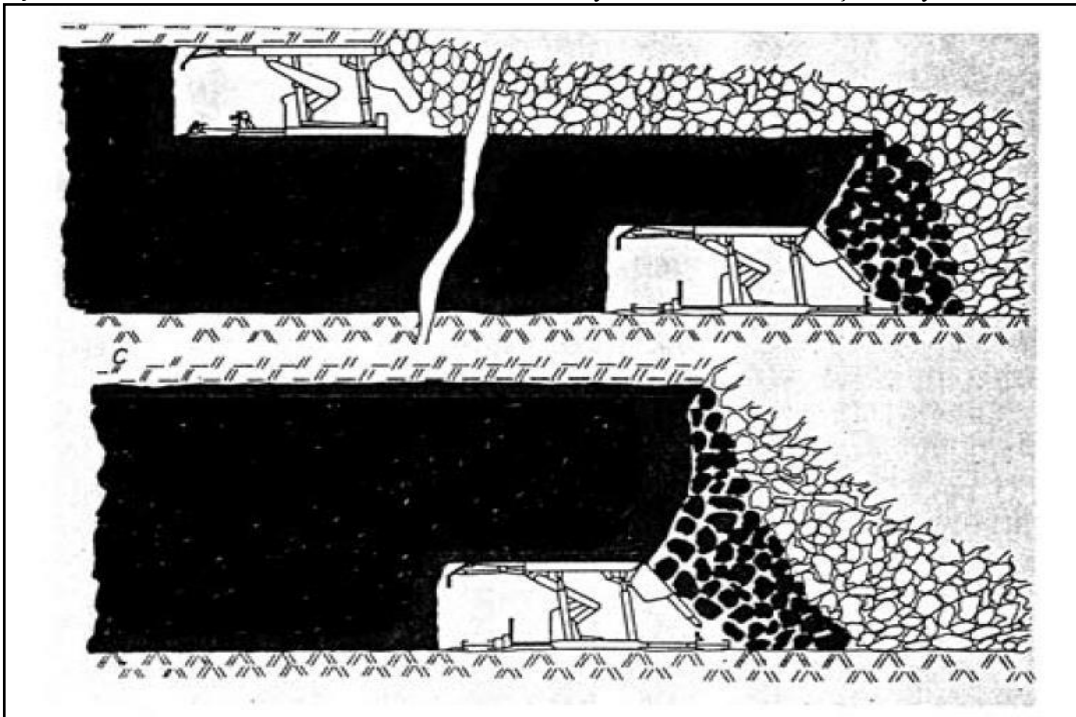
2- Kalın kömür damarının 3 m yüksekliğinin üretimi yapılırken tavanda kalan kısmının ayak arkasından arka kapak (kape sistemi yardımıyla) şişlenerek alınması şeklinde uygulanmasıdır. Bu yöntemin kömür üretim miktarı ve verimlik açısından avantajları çok fazla olmaktadır. Ancak ayak arkası tavan kömürünün tam alınamaması, yalancı tavanın kömürden önce geçerek kömüre taş karışması yanında arkada kalan kömürlerin yangın riski nedeniyle iş güvenliği, kömür rezervi, can ve mal kayıpları gibi riskleri barındırmaktadır. Şekil 4.45’de aynı anda çalışma görseli yer almaktadır.

Dilimler halinde çalışma, eşzamanlı ya da her seferde tek dilim olarak da yapılabilir. Eşzamanlı çalışmada (Şekil 4.46) ve (şekil 4.47)'de üst dilim ayağı, alt dilim ayağının 40-55 m Önünde ilerlemektedir. Uygulama başarısı, optimum pano tasarımına, galerilerin boyutlarının ve yerleşim düzeninin detaylarına, bu yolların bakımına ve iki dilim (ya da dilimlerin) ayaklarının arasındaki optimum mesafenin korunmasına bağlıdır (Nakajima, 1976). Her seferde tek dilim olarak çalışmada, üst dilim göçük yığını alt dilim için direkt ya da indirekt tavan olacaktır. Bunun için gerekli olan zaman ise, derinlik, arazi davranışı, yeraltı suyu ve arazide mevcut fay zonlarının bir fonksiyonudur.

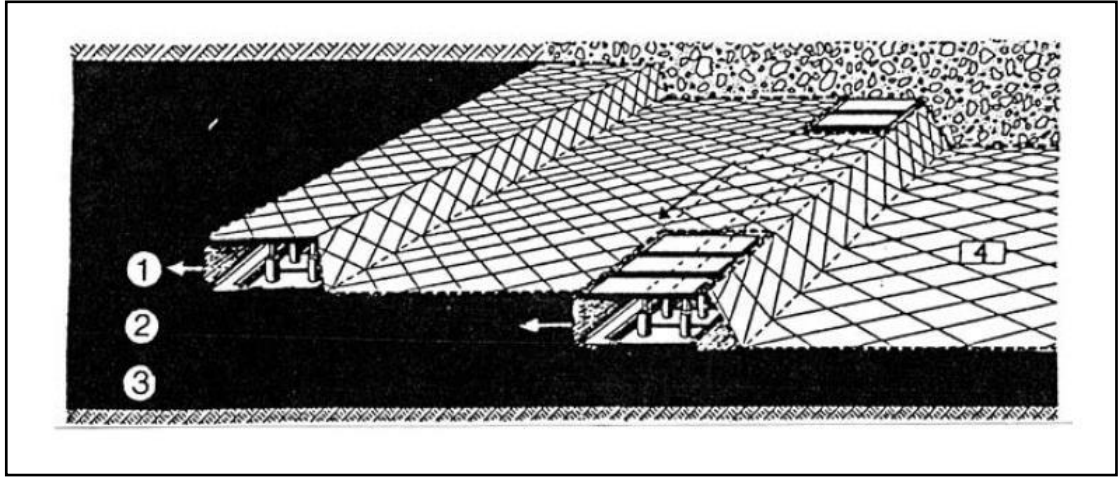
Genel tercih olarak 4-5 m'ye kadar kalın kömür damarlarında tek seferde göçertmeli uzun ayak yöntemi uygulanmakta daha kalın damarlar için ara katlı veya suni tavanlı yöntemler tercih edilmektedir. Çizelge 4.29'da karşılaştırma bu verilmektedir.



Şekil 4.45. Mekanize sistem kalın kömür damarında ayak arkasından kömür çekilen yöntem kesiti



Şekil 4.46. Mekanize sistem kalın damarda tavan ayak-taban ayak uygulama yöntemi kesiti



Şekil 4.47. Mekanize sistem kalın damarda 3-boyutlu tavan ayak-taban ayak uygulama yöntemi kesiti

Çizelge 4.29. Göçertmeli ve arakatlı suni tavan uygulamalarının karşılaştırılması

Yöntem	Uygulama Koşulu	Avantaj	Dezavantaj
Ara Katlı	Çok kalın damarlar (>6 m)	Tahkimat kolaylığı, güvenli üretim	Karmaşık nakliyat, yüksek işçilik
Suni Tavanlı	Zayıf çatılı, kalın damarlar	Güvenlik yüksek, kontrollü	Maliyet yüksek, Yavaş ilerleme
Göçertmeli Tam/Dilimli	Orta-kalın damarlar	Yüksek üretim, mekanizasyon	Tahkimat yükü, Gaz/toz riskleri

4.2.3.9. Enerji sarfiyatının karşılaştırılması ve yedek parça temin durumu

Klasik sistem genel olarak insan iş gücüne dayalı çalışma biçimine dayanmaktadır. Mekanize sistem ise kazı, nakliyat ve üretim bölgesi yürüyen hidrolik tahkimat üniteleri elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. İnsan iş gücü bu ünite vd. iş ekipmanlarını kullanılması yani operatörlüğünü yapmaktadır. Beden gücü ise minimum düzeyde kullanılmaktadır. Çalışan personelin %75'nin kalifiye vasıflı olmasını gerektirir. Ermenek kömür ocakları klasik sistem ile faaliyet yapmakta olduklarından kurulu trafo güçleri 250-400 kVA dır.

Ocakların kurulu güçleri bugün itibariyle ocak açılışı 2500-3000 m, üretim kapasitesi 40.000-50.000 ton/yıl olarak 250 kWh civarındadır.

Aşağıda Pilot işletme Üçpınar Madencilik Ermenek işletmesi için klasik ve mekanize sistem elektrik enerji sarfiyatının üretim miktarı ve birim enerji sarfiyatına göre karşılaştırıldığı örnek uygulama verilmektedir.

Örnek uygulama : Yeraltı kömür ocağı yılda 300 gün, aylık 26 gün iş günü çalışma yapmaktadır. Klasik sistemde günlük üretim 175 ton, aylık üretim ortalama 4550 tondur.

Ocak içindeki elektrikli motor kurulu gücü 250 kw ocağın trafo gücü 250 kVa dır. Ocak içindeki motorların çalışma süreleri değişmekle birlikte sürekli faal olarak çalışan 22 kw (1450 d/dak) havalandırma aspiratör ünitesidir. 15 kw (2800 d/dak) dalgıç su pompası su gelirine göre günlük en fazla 5 saat çalışmaktadır. Kömür nakliyesi ana nakliye yollarında lastik band konveyörleri ile günlük ortalama 15 saat çalışan toplam gücü 50 kw olan ünitelerle yapılmaktadır. Pano içi nakliyat 44 kw (1450 d/dak) zincirli konveyörler yapılmakta ve günlük ortalama 15 saat çalışmaktadır. Ocak içinde hazırlık galerileri 11 kw 2800 d/dak ve 7,5 kw 2800 kw iki tane tali kol vantilatörleri ile kesintisiz havalandırılmaktadır. Ocaktan son çıkış yeri olan ana desandrede (28 derece meyilli yol) 18 kw (1450d/dak) motor gücü ile günlük ortalama 15 saat çalışılarak yapılmaktadır. Üretim ve hazırlık birlikte ocağa toplam 214.000 TL elektrik faturası gelmekte olup en fazla 48.000 kw enerji sarfıyatı yapıldığı bilinmektedir. Üretim kapasitesi 300 ton/gün ve 7800 ton/ay olacak şekilde yarı mekanize tahkimat sistemi kurulması planlanmaktadır. Mekanize sisteme ait 45 kw güç hidrolik ünitesi mevcut güce eklenecektir. Buna göre; klasik ve mekanize sistem için sarf edilen enerji sarfıyatının analizi yapılarak her bir üniteler için ayrı ve toplamında birbirlerine göre birim enerji sarfıyat analiz hesaplayınız.

Veriler;

- Ay = 26 iş günü.
- Klasik üretim = 175 t/gün → 4.550 t/ay.
- Mekanize üretim = 300 ton/gün → 7.800 ton/ay.
- Cihazların isimlik (teorik) aylık tüketimleri (kWh/ay) toplamı = 70.902 kWh/ay (aşağıdaki tabloya göre).
- Verilen gerçek aylık tüketim = 50.000 kWh/ay → bu yüzden teorik toplamı küçültmek için uniform bir yük faktörü (LF) kullanılmıştır.
 $LF = 50.000 / 70.902 = 0.705199 (\approx \%70,52).$
- Fatura birim maliyeti (efektif) = 225.000 TL / 50.000 kWh = 4,50 TL/kWh.
- Mekanizeye eklenen hidrolik ünitesi teorik aylık = 45 kW × 15 h × 26 = 17.550 kWh/ay; aynı LF ile küçültülmüştür.

Yapılan enerji sarfıyatı ve birim enerji maliyetine dair hesaplamalar aşağıda ve tablolar Çizelge 4.30 ve 4.31’de yer almaktadır.

Çizelge 4.30. Enerji Sarfiyatının klasik sistem için karşılaştırma analizi

Klasik — uyarlanmış (ölçümlü toplam 50.000 kWh/ay ile) (LF = 0.705199) — her ekipmanın uyarlanmış kWh = teorik × LF; maliyet = kWh × 4,50 TL		
Ekipman	Uyarlanmış kWh/ay	Aylık maliyet (TL)
Aspiratör	9 680.97	43 564.36
Dalgıç pompa	1 375.14	6 188.12
Anayol band konveyörleri	13 751.38	61 881.19
Pano zincirli konveyör	12 101.21	54 455.45
Tali vantilatör 11 kW	4 840.48	21 782.18
Tali vantilatör 7.5 kW	3 300.33	14 851.49
Ana Desandre Vinç (18 kW)	4 950.50	22 277.23
Toplam (klasik, uyarlanmış)	50.000,00 kWh/ay	225.000,00 TL/ay
Birim Enerji Sarfiyatı kWh)	50.000 kWh/4.550 ton	225.000 TL/4.550 ton
Birim Enerji Sarfiyatı (TL)	10,98 kWh/ton	49,45 TL/ton

Mekanize — (45 kW hidrolik eklenmiş, aynı LF ile projeksiyon)

- Hidrolik (teorik) = 17.550 kWh/ay → uyarlanmış = $17.550 \times 0,705199$
= 12.376,24 kWh/ay.
- Mekanize uyarlanmış toplam = klasik uyarlanmış 50 000 + hidrolik uyarlanmış
- Mekanize uyarlanmış toplam = $50.000 + 12.376.24 = 62.376,24$ kWh/ay.
- Mekanize aylık maliyet $\approx 62.376,24 \times 4,50 = 280.693,07$ TL/ay.

Çizelge 4.31. Enerji Sarfiyatının mekanize sisteme göre maliyet analizi

Mekanize — (45 kW hidrolik eklenmiş, aynı LF ile projeksiyon) Hidrolik (teorik) = 17 550 kWh/ay → uyarlanmış = $17 550 \times 0.705199 = 12 376.24$ kWh/ay. Mekanize uyarlanmış toplam = klasik 50 000 + hidrolik 12 376.24 = 62 376.24 kWh/ay. Mekanize aylık maliyet $\approx 62 376.24 \times 4.50 = 280.693,07$ TL/ay.		
Ekipman	Uyarlanmış kWh/ay	Aylık maliyet (TL)
(Klasik ekipmanlar toplam)	50.000,00	225.000,00
Hidrolik (45 kW × 15h)	12.376,24	55.693,07
Toplam (mekanize)	62.376,24 kWh/ay	280.693,07 TL/ay
Birim Enerji Sarfiyatı kWh)	62.376,24 kWh/7.800 ton	280.693,07 TL/7.800 ton
Birim Enerji Sarfiyatı (TL)	7,99 kWh/ton	35,99 TL/ton

➤ Birim maliyet karşılaştırması;

- Aylık toplam enerji: Klasik = **50 000 kWh**
- Mekanize $\approx 62 376$ kWh (+12 376 kWh, $\approx +24.75\%$).
- Aylık fatura: Klasik = **225 000 TL** → Mekanize $\approx 280 693$ TL.

- **Enerji yoğunluğu (kWh/ton):** Klasik $\approx 10,99 \rightarrow$ Mekanize $\approx 7,997$ (%27,3 azalma).
- **Maliyet/ton (TL/ton):** Klasik $\approx 49,45$ TL/ton $\rightarrow$ Mekanize $\approx 35,99$ TL/ton (%27,3 azalma).

Sonuç: Mekanizasyona geçince toplam enerji tüketimi ve fatura artmaktadır. (Çünkü hidrolik ünitesi ekleniyor ve üretim artıyor), fakat **ton başına** (kWh/ton ve TL/ton) önemli bir düşüş olmakta, yani üretkenlik kazancı sayesinde birim enerji maliyeti azalmaktadır.

Bu örnek uygulama klasik çalışan orta ölçekte bir yeraltı kömür ocağı için hem üretim hem hazırlık birlikte enerji maliyetleri ve birim enerji sarfıyatı konusunda fikir vermektedir. Mekanize sistemin; **klasik sisteme göre %25 civarında maliyet artışı olurken %25-30 arasında birim enerji sarfıyatında azalma** olduğu söylenebilir. Bu sonuç mekanizasyon açısından olumlu ve uygundur.

Maden ekipmanlarının imalatı ve servis ağı konusunda maalesef ülkemizde imkanlar gelişmeler çok yetersiz düzeydedir. Birkaç yerli firma bu imkanların imatlarıyla ilgili çalışmalar yapıyor olsa da özellikle Çin malı ürünler karşısında rekabet etme güçleri bulunmadığı değişik tarihlerde yapılan iş ekipmanı siparişi görüşmelerinde tanıklık edilmiştir. Bu durumda ilgili maden ekipmanlarının yedekleriyle birlikte alınması, çok sarfı olan kalemlerin yedekli depoda tutulması, tedarikçi ithalatçı firmalarla yapılan satın alma sözleşmelerine yedek parça temini ve servis bakımı konusunda sözleşmeye ek madde olarak konulması uygun olacaktır. Ocak şantiye sahasındaki atölyelerde tamir bakım işlerine uygun hale getirilerek yetkili ve kalifiye elektrik-elektronik, makine teknik personeli devamlı surette 3 vardiya istihdam edilmelidir.

4.2.4. İş güvenliği önlemleri ve kalifiye personel çalıştırılmasına dair hususlar

Mekanize sistemlerin kullanımı, yeraltı kömür ocaklarında üretim verimliliğini ve güvenliğini artıran önemli bir adımdır. Literatür çalışmalarında da belirtildiği gibi, mekanizasyona geçiş birçok ocakta iş kazalarının hem sıklığını hem de şiddetini anlamlı biçimde azaltmaktadır (Dursun, 2014). Bu sistemle yalnızca üretim hızı artmakla kalmaz; aynı zamanda ergonomik ve yapısal riskler de ciddi oranda minimize edilmektedir.

Kalifiye personel, mekanize ocak sistemi bakımından kritik öneme sahiptir. Hem donanım kullanımında hem de acil durum müdahalelerinde doğru karar ve hızlı refleksler gereklidir. Bu yüzden işverenin; maden mühendisi olarak teknik/daimi nezaretçi ve yetkin iş güvenliği uzmanı istihdam ederek, sistematik bir güvenlik kültürü oluşturmaları

yasal ve pratik açıdan zorunludur (Kahraman, 2013). Ayrıca yeraltı çalışanlarının tümü için mekanize sistem çalışma prensipleri ve iş güvenliği risklerine karşı eğitim süreci yapılmalıdır. Eksik olan meslek ve vasıflara uygun personel istihdamı yapılmalıdır. Ermenek havzası maden işçi profili açısından interaktif, çabuk adapte olabilen yeniliğe görece daha hazır, beceri ve kabiliyetleri yüksek, fazlasıyla zeki insan kültürüne sahip olduklarına madencilik şartlarına uyum ve adaptasyonda 1970 yıllardan gelen tecrübe ile ispat edilmiştir. Buda mekanize sisteme geçiş süreci için avantajlı bir durumdur.

4.2.4.1. Klasik ve mekanize sistemlerde iş kazaları ve meslek hastalıkları analizi

Yeraltı kömür ocaklarında üretim yönteminin niteliği, iş kazalarının sıklığı ve meslek hastalıklarının yaygınlığı üzerinde doğrudan belirleyicidir. **Klasik üretim yöntemleri** (ağaç tahkimat, manuel kazı ve düşük düzeyde makineleşme), işgücüne bağımlılığı artırırken çalışanların doğrudan tehlikeli ortamlarda daha uzun süre kalmasına neden olur. Bu durum, özellikle tavan göçmeleri, nakliyat kazaları, kömür tozu ve gaz patlamaları ile sık rastlanan göçük kaynaklı ölümler açısından yüksek risk taşımaktadır. Literatürde, klasik sistemle çalışan ocaklarda ölümle sonuçlanan iş kazalarının büyük bölümünün doğrudan tavan kontrolü ve tahkimat zafiyetlerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir (Özfirat, 2005).

Mekanize üretim sistemleri ise (mekanize tahkimat, kesici-yükleyici makineler, zincirli konveyörler, hidrolik güç üniteleri) işçinin doğrudan tehlikeli ortama maruziyetini azaltarak güvenlik seviyesini artırır. Mekanizasyon, üretim süresini kısaltır ve işçilerin göçük altında kalma, taş düşmesi veya kazma-yükleme sırasında yaralanma risklerini minimize etmektedir. Bu nedenle, mekanize ocaklarda klasik yöntemlere kıyasla ölümcül iş kazalarının daha düşük olduğu çeşitli saha çalışmalarında ortaya konmuştur (ILO, 2018; ResearchGate, 2020).

Bununla birlikte mekanizasyon, farklı tipte riskler de doğurmaktadır. Özellikle **yüksek güçlü hidrolik ve elektrikli ekipmanların** devreye girmesi, elektrik çarpması, makineye sıkışma, hidrolik hortum patlaması gibi yeni risk faktörlerini gündeme getirir. Bu nedenle mekanize ocaklarda **ekipman bakımının düzenli yapılması, elektrik-topraklama güvenliği ve operatör eğitimi** kritik hale gelir. Ayrıca mekanize üretimde **toz üretimi** klasik sisteme göre daha yoğun olabilmekte, bu da pnömokonyoz gibi meslek hastalıklarının önlenmesi için güçlü havalandırma ve toz bastırma sistemlerini zorunlu kılmaktadır.

Meslek hastalıkları açısından karşılaştırma:

Klasik sistem: Toz maruziyeti daha uzun süreli fakat düşük yoğunlukta; kas iskelet sistemi zorlanmaları (bel fıtığı, eklem rahatsızlıkları) daha yaygındır.

Mekanize sistem: Toz yoğunluğu anlık daha yüksek; pnömokonyoz ve silikozis riski devam ediyor ancak uygun havalandırma ve sulama ile kontrol edilebilmektedir. Fiziksel zorlanmalar azalarak, iş gücü ergonomisinde iyileşmeler artmaktadır.

Sonuç olarak, mekanizasyon iş kazaları açısından ciddi azalma sağlarken, meslek hastalıklarında “nitelik değişimi” ortaya çıkarmaktadır. Klasik yöntemlerde göçük ve kazma kaynaklı travmalar öne çıkarken, mekanize sistemlerde elektriksel riskler, yüksek basınçlı hidrolik sistem kazaları ve toz kontrolü ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla mekanizasyon tek başına yeterli değildir; etkin **iş güvenliği yönetimi, teknik eğitim, düzenli bakım-onarım ve sağlık gözetimi** ile desteklendiğinde iş kazaları ve meslek hastalıklarının önemli ölçüde azaltılması mümkün olmaktadır.

Üçpınar Madencilik Ermenek işletmesinde 2024 yılında 40.000 ton/yıl üretim miktarına karşılık 24 hafif iş kazası olayında 500 işgünü kaybı görülmüştür. Aşağıdaki Çizelge 4.32’de klasik ve mekanize sistem iş kazaları kriterleri tabloda verilmektedir.

Çizelge 4.32. Klasik ve Mekanize Sistemlerde İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Karşılaştırması

Kriter	Klasik Sistem (Ağaç tahkimat, manuel üretim)	Mekanize Sistem (Hidrolik tahkimat, kesici-yükleyici vb.)	Kaynaklar
İş kazası sıklığı	Daha yüksek – özellikle göçük, taş düşmesi, nakliyat kazaları yaygın	Daha düşük – tahkimat güvenliği ve makinelerle risk azaltılmış	Özfirat (2005), TMMOB MMO (2014)
Kaza türleri	Göçük, kömür/gaz patlaması, tahkimat çökmesi, manuel kazı sırasında yaralanma	Elektrik çarpması, makineye sıkışma, hidrolik hortum patlaması, yüksek gürültü maruziyeti	ILO (2018), ÇSGB Maden İş Güvenliği Rehberi (2019)
Ölümcül kazalar	Oran yüksek, özellikle tavan göçmeleri ve patlamalarda toplu ölümler	Oran daha düşük, ancak makine arızası/elektrik kazalarında bireysel ölümler olabilir	TMMOB MMO (2014), ResearchGate (2020)
Meslek hastalıkları (toz)	Uzun süreli düşük yoğunluklu kömür tozu → Pnömokonyoz, Silikozis	Anlık daha yüksek yoğunluklu toz → Pnömokonyoz riski sürer, ancak bastırma sistemleri ile azaltılabilir	ILO (2018), Karaca & Ökten (2017)
Meslek hastalıkları (ergonomi)	Fiziksel zorlanma, bel fıtığı, kas-iskelet rahatsızlıkları yaygın	Fiziksel yük azalmış, ergonomi daha iyi	Özfirat (2005), ILO (2018)
Havalandırma ihtiyacı	Görece düşük (elle üretim, düşük makine gücü)	Yüksek – makineler daha fazla toz ve gaz üretir, güçlü aspiratör şart	ÇSGB Rehberi (2019), ILO (2018)
İş güvenliği yönetimi	Daha çok bireysel deneyim ve fenni nezaretçiye bağlı	Sistematik bakım, kalifiye operatör, eğitim ve sürekli denetim zorunlu	ILO (2018), ResearchGate (2020)

4.2.4.2. Ocak gazları ve havalandırma emniyetinin analiz edilmesi

Ocakların havalandırma planı kriterleri ve kapasite hesaplamalarında dikkate alınan parametrelerden biriside üretimi yapılan kömürün gaz içeriği ocak ortamına yayılan ocak gazlarıdır. Kömür üretimi arttıkça, kömürün boyutu küçüldükçe serbest yüzey atışı nedeniyle açığa çıkan metan vd. ocak gazlarının ortam havasına karışım miktarında artış görülmesi beklenen bir sonuçtur. Ocak gazlarının miktarı özgül ağırlığı ile tanımlanmış olup m^3/ton olarak ifade edilmektedir. Örneğin: **“1 ton kömürden 10 m³ metan açığa çıkıyor”** denildiğinde, kömürün spesifik gaz verimi tanımlanmış olmaktadır.

Mekanize üretimde kömürdeki gazın yayılımını etkileyen faktörler

1- Jeolojik ve kömür özellikleri

Damarın yatağının derinliği: Derin damarlarda gaz içeriği ve basınç daha yüksek olduğundan gaz geliri ve yayılımının artmaktadır.

Yer kabuğu gerilmeleri: İlerleyen ayak çevresinde gevşeme sonucu pano üzerindeki gerilmeler gaz akışını kolaylaştırır.

Damar gaz içeriği ve basıncı: Kömürün metan adsorpsiyon kapasitesi, derinlik ve gaz basıncı arttıkça ortama yayılım hızı yükselmektedir (Karacan, 2007).

Damar kalınlığı: Kalın damarlarda daha fazla gaz rezervi vardır; üretim sırasında daha büyük emisyon olmaktadır.

Sertlik, çatlak yoğunluğu ve geçirgenlik: Kömürün doğal çatlak sistemi (cleat yapısı) ve geçirgenliği gazın yüzeye akışını hızlandırır veya sınırlamaktadır.

Komşu damarlar: Mekanizasyon sırasında tavan ve taban damarlardan da gaz katkısı (indüklenmiş gaz akışı) olabilmektedir.

2- Üretim yöntemi ve mekanizasyon kazı parametreleri

Kesici-yükleyici (shearer) hızı: Kesim hızı arttıkça kısa süreli metan gelirinde artış ve metan pikleri oluşmaktadır. Wang vd. (2022), Kesme hızı ile metan konsantrasyonu arasında doğrudan korelasyon tespit etmiştir.

Ayak uzunluğu ve ilerleme: Yüzey uzunluğu ve günlük ilerleme arttıkça mutlak gaz emisyonu yükselir. Krog vd. (2016), yüzey uzunluğunun artmasıyla gaz yayılımının arttığını rapor etmiştir.

Tahkimat yürütme: Yürüyen tahkimat ünitelerinin hızlı ilerlemesi göçük (goaf) hacmini genişletir, bunda ayak arkası göçükten gaz çıkışı artmaktadır.

Üretim kesintileri: ayak içinde üretimin ani başlangıç ve duruşlarında metan birikmesinde dalgalanmalar sonucu artışlar görülebilmektedir.

3. Göçük (Goaf) Davranışı

Göçük bölgesi gaz desorpsiyonu: Mekanizasyonla birlikte, esas metan kaynağı göçük bölgesi olur.

Göçük permeabilitesi: Çökme derecesi ve göçükteki kırık yoğunluğu gaz akışını kolaylaştırır.

Göçüğün oksidasyonu: Oksijenle temas eden kömürden CO, CO₂ gibi gazlar da açığa çıkar.

4. Havalandırma sistemi ve hava akımı

Havalandırma tipi: U-tipi vs. Y-tipi düzenler, metanın yüzey boyunca taşınma şeklini değiştirir. Tutak vd., (2020) tarafından “Y-tipi havalandırmanın genelde yüzey metanını daha iyi seyreltip, ancak oksidasyon gazlarını artırabilir.” Raporu bulunmaktadır.

Y-tipi, göçükteki oksidasyon ürünlerini farklı biçimde taşıdığı için **kömürün kendiliğinden ısınma/yangın** riskini U-tipine kıyasla artırabileceği de gösterilmiştir; tasarımda bu trade-off dikkate alınmalıdır

Hava debisi ve hız dağılımı: Yetersiz debi sonucu biriken metan; aşırı hız sonrasında türbülans ve karışım sorunları.

Kaçak hava akımları: Kapı yollarındaki sızmalar, metan göçükten yüzeye farklı noktalarda taşınabilir.

5. Gaz drenajı ve kontrol uygulamaları

Ön drenaj sondajları: Kömür kazısı kesim öncesinde yapılan drenaj sondajları gaz basıncını azaltır, emisyonu düşürmektedir.

Göçük gazı delikleri (Gob Gas Ventholes, SGV/ GGDs): Göçükten çıkan gazın büyük kısmı havalandırma yerine doğrudan emilerek yüzeye alınır.

Bu tür metan drenajı uygulamaları Almanya Rur havzasında yıllardır uygulanmış, işletme sosyal tesislerinde merkezi ısıtma sisteminde kullanıldığı bilinmektedir. Zonguldak taş kömürü havzasındaki birçok damarda metan drenaj sondajlarının yaygın olarak uygulandığı ve Soma-Kınık Polyak Enerji ocağında metan drenajının borularla yerüstüne emilerek yapıldığı uygulamalar ülkemiz madenciliği için örnek teşkil etmektedir. Çizelge 4.33’de gaz yayılımını etkileyen faktörler ve etkileri verilmektedir.

Gaz izleme ve kontrol sistemleri: Sensörlerin ocak havası yönünde doğru seyreltilmeden, yerleştirilmesi (tavana yakın 45–60 cm) metan yayılımını erken tespit etmektedir.

Çizelge 4.33. Mekanize Üretimde Gaz Yayılımını Etkileyen Faktörler ve Etki Dereceleri

Faktör Grubu	Spesifik Faktör	Etki Derecesi	Kaynaklar
Jeolojik Özellikler	Kömür damarının gaz içeriği ve basıncı	Yüksek	Karacan (2007)
	Damar kalınlığı	Yüksek	Krog vd. (2016)
	Cleat yapısı ve geçirgenlik	Orta-Yüksek	Karacan (2023)
	Komşu damar gaz katkısı	Orta	Karacan (2015)
	Damar derinliği	Yüksek	Karacan (2007)
	Jeolojik gerilmeler ve gevşeme bölgeleri	Orta	Karacan (2015)
Üretim Parametreleri	Kesici-yükleyici (shearer) hızı	Yüksek	Wang vd. (2022)
	Ayak uzunluğu	Yüksek	Krog vd. (2016)
	Günlük ilerleme miktarı	Yüksek	Karacan (2007)
	Tahkimat yürütme ve göçük genişlemesi	Orta-Yüksek	Schatzel (2008)
	Üretim kesintileri (duruşlar)	Orta	Wang vd. (2022)
Göçük (Goaf) Davranışı	Göçükten gaz desorpsiyonu	Yüksek	Schatzel (2008)
	Göçük permeabilitesi (kırık yoğunluğu)	Orta-Yüksek	Zhang vd. (2020)
	Kömür oksidasyonu (CO, CO ₂ üretimi)	Orta	Li vd. (2019)
Havalandırma	Havalandırma tipi (U vs Y)	Yüksek	Tutak (2014), Li (2019)
	Hava debisi ve hız dağılımı	Yüksek	Schatzel (2008)
	Kaçak hava akımları	Orta	Tutak (2016)
Gaz Drenajı ve Kontrol	Ön drenaj sondajları	Yüksek	Zhang vd. (2020)
	Göçük gazı delikleri (GGV/SGV)	Yüksek	Tutak (2016)
	Sensör konumlandırma ve izleme sistemi	Orta	Schatzel (2008)

Ermenek havzası kömür ocaklarındaki gaz içeriği desorpsiyon miktarının mekanizasyon sürecinde dikkate alınması gereken bir parametre olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

BEÜ Yer bilimleri Enstitüsüne 15/06/2016 tarihindeki yaptırılan “Çalışılan Linyit Damarının Gaz İçeriğinin Araştırma Projesi” raporunda sahadaki ocaklarda Cenne kömür işletmesi için **9,50 m³/ton**, Seba Madencilik için **8 m³/ton** ve Üçpınar Ermenek İşletmesi için yaklaşık **10 m³/ton** gaz içeriğine sahip oldukları raporu verilmiştir.

Ermenek kömür havzasındaki işletmelerin tümü için gaz gelirinin yukarıdaki araştırma raporuna göre; ortalama **10 m³/ton** kabul edilebilmesi mümkündür.

Uluslararası kabul gören tanıma göre, eğer bir kömür madeninde üretilen her ton kömürde açığa çıkan metan miktarı yaklaşık **10 m³/ton** ve üzeri ise, o ocak "gassy" yani **gazlı** olarak sınıflandırılmaktadır.

4.2.4.3. Çalışma ortamı hijyen ölçümleri ve toz sorunu

Mekanize uzun ayak üretiminde, klasik sisteme göre toz yoğunluğunun daha yüksek olabildiği, bu nedenle bastırma sistemlerinin kritik olduğu (ILO, 2011; TMMOB Maden Müh. Odası Raporları). Belirtilmektedir.

Yeraltı kömür işletmelerinde hijyen ölçümleri; **gaz, toz, sıcaklık, nem ve gürültü** parametrelerini kapsamaktadır. Mekanize sistemde bu ölçümlerin daha kritik hale gelmesinin nedenleri verilecek olursa;

1. Yüksek üretim hızı, kömür ve taş kırılması daha fazla, bu da toz ve gaz salımını artırır.
2. Ekipman yoğunluğu (kesici-yükleyici, konveyörler, tahkimatlar): gürültü, titreşim, dizel egzoz gazları ve ısı yükü artışı.
3. Sürekli üretim: çalışanların maruz kaldığı toplam süre artar, maruziyet ölçümleri önem kazanmaktadır.

1. İş hijyeninde ölçülen başlıca parametreler:

- Gaz konsantrasyonları (CH₄, CO, CO₂, O₂, H₂S)
- Toz yoğunluğu (respirable dust)
- Gürültü düzeyi (dB)
- Sıcaklık ve nem
- Aydınlatma şiddeti (lux)

2. Mekanize Üretimde Toz Sorunu

Toz oluşum nedenleri

1. Kesici-yükleyici tamburlarının kömürü yüksek hızda kesmesi sonucunda çok ince toz partikülleri açığa çıkmaktadır.
2. Konveyör bant nakliyatındaki taşınım sırasında toz yayılımı.
3. Tahkimat yürütme ve göçük oluşumu sonucunda kırılma-çökme sırasında taş tozu.
4. Hava akımı ile tozun çalışma alanına dağılması.

Sağlık Etkileri

Kömür işçilerinde en sık görülen hastalık: **Pnömokonyoz (Kömür İşçisi Pnömokonyozu, KİP)**, Ayrıca **silikozis**, bronşit ve KOAH riski.

Toz Ölçümleri

- Kişisel toz örnekleyiciler (kişiye takılan cihazlarla 8 saatlik maruziyet ölçümü).
- Ortam toz örnekleyiciler (pano, ayak, nakliyat yolları).
- Ölçüm sonuçları mg/m³ birimiyle ifade edilir.

3. Mevzuat ve Sınır Değerler

Çizelge 4.34’de Üçpınar Ermenek işletmesine ait klasik sistem için solunabilir toz ölçümleri verilmektedir. Mekanizasyon sürecinde hijyen toz ölçümlerinin solunabilir ve patlayıcı ortam riski açısından periyodik aralıklarla yapılması gerekmektedir.

4.2.4.4. Ocak yangınları ve diğer risklerin mekanize sisteme olan etki analizleri

Yeraltı kömür madenciliğinde karşılaşılan en büyük tehlikelerden biri, kömürün kendiliğinden yanması sonucu oluşan ocak yangınlarıdır. Yeraltı kömür madenciliğinde ocak yangınları ocağın güvenliğini tehdit ederken; insan kaybı, üretim kaybı ve rezerv kaybı gibi tehlikeli sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Ocak yangınları meydana geliş cinsine, yangının dış görüntüsüne ve meydana geliş yerine göre;

1. Açık yangınlar (eksojen yangınlar),
2. Gizli yangınlar (endojen yangınlar) olmak üzere iki şekilde gruplandırılabilir.

Kendiliğinden yanma ile oluşan gizli yangınlar kömürün hava ile temasından meydana gelmektedir. Özellikle risk taşıyan ve kontrol edilmesi zor olan gizli ocak yangınlarının oluşmasının engellenmesi ve açık yangınlara dönüşmeden kontrol altına alınması gerekmektedir. Kendiliğinden yanmaya yol açan birçok parametre bulunmakla olup, yeraltı koşullarında güvenli çalışma ortamı için bunlarla mücadele gerekmektedir.

1. Yeraltı kömür madenciliğinde ocak yangınları

Yeraltı kömür madenlerinde A (Katı), B (Sıvı), C (Gaz) sınıfı yangınlar ve elektrik yangınları meydana gelebilir. Yeraltında meydana gelen açık yangınlar yüksek sıcaklık sonucunda meydana gelmektedir ve ısı kaynağı ortamın dışındaki başka bir kaynaktır (Kahraman vd., 2012)

Çizelge 4.35. Yeraltı kömür ocaklarında yangınların genel olarak kategorize edilmesi

YANGIN	AÇIKLAMALAR
Gizli Ocak Yangınları	Kömür damarı içerisinde ulaşamayan kısımlarda meydana gelen yangınlar- Kendiliğinden yanma
Açık Ocak Yangınları	Ocak içinde serbest haldeki kömürlerin yanması, Metan yanması, Bant konveyör ünitelerinde yangın yaşanması, Kuyu vinçlerinde yangınlar, Sıcak işlem sonucu (kesim-kaynak) yangınlar, Elektrik donanımından yangın çıkması, Patlatma-ateşleme sonucu meydana gelen yangınlar, Monoray-kulikar, vb. nakliyat ekipmanları kaynaklı yangınlar, vb.

a. Kömürün Kendiliğinden Yanması

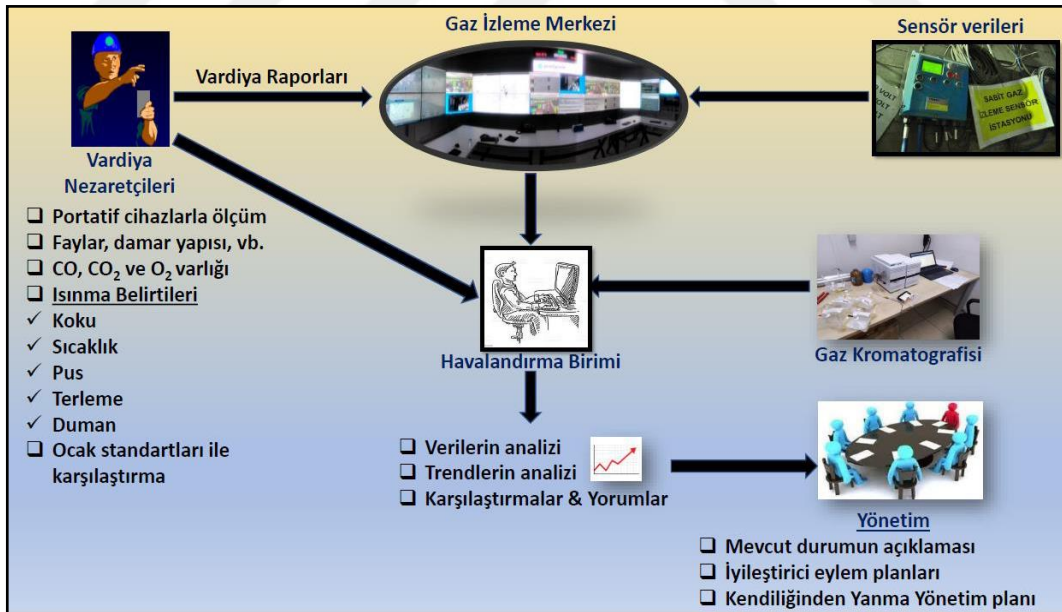
Kömürün kendiliğinden yanması, ortam sıcaklığında kömürün oksijen ile teması sonucunda kömürün yanmasını (ısınmasını) sağlayan oksidasyon temelli bir olaydır.

Oksidasyon kömürün; boşluklardan, çatlaklardan ve kömür istikametinde oluşan karmaşık ve boşluklu bir yapı oluşu ile doğal sebebiyle oksijen ile temas anında başlamaktadır (İnal ve Aydın, 2019).

Kömürün kendiliğinden yanmasını etkileyen faktörler başlıca 3 grupta toplanır.

- Jeolojik faktörler (damar kalınlığı, damar eğimi, faylar, vb.),
- Damara bağlı faktörler (kömür sıcaklığı, nem, fiziksel özellikler, derinlik, vb.),
- Madencilik faktörleri (üretim kalınlığı, üretim yöntemi, havalandırma, vb.) olmak üzere 3 ana başlıkta toplanmaktadır (İSGMM, 2023)

Kendiliğinden yanma şeklinde meydana gelen ocak yangınlarının engellenmesi için planlama aşamasında başlayarak, hazırlık çalışmalarını kapsayan ve ayak üretim sürecinde devam eden ve hatta üretimi tamamlanmış panolarda alınması gereken önlemler mevcuttur. Öncelikle sahanın ve damarın kendiliğinden yanmaya yatkınlığı bilinmeli, proje planlaması bu kriterler göz önünde bulundurularak ve operasyon içerisinde karşılaşılabilecek kendiliğinden kızışmaların engellenmesi için uygun çalışmalar yapılmalıdır. Yeraltı kömür işletmelerinin Acil Eylem Planı, Yangından Korunma Planı, Patlamayı Önleme Planı ve Kendiliğinden Yanma Yönetim Prosedürü/planı (Şekil 4.48)'deki gibi hazırlanmalı ve mevzuata göre uygun yönetilmelidir (Kahraman, 2023).



Şekil 4.48. Örnek bir kendiliğinden yanma yönetim planı (Kahraman, 2023)

Çalışmalar sırasında kömürün kendiliğinden yanmasının erken tespit edilmesi ve bunu engellemek için güvenlik önlemleri alınması en temel husustur. Kendiliğinden yanmanın tespiti ve izlenmesinde; Graham İndeksi, Young İndeksi, Karbonmonoksit

oluşum oranı, CO/CO₂ Oranı, Willet Oranı, Jones- Tricket Oranı, Partington Oranı, Litton Oranı ve Hidrokarbon Oranı gibi indeksler kullanılmaktadır (Kahraman ve Ramazanirend, 2023). Kendiliğinden kızışmanın tespit edilmesi halinde, kızışmanın önlenmesi ya da durumun daha kötüye gitmemesi için kızışmaya müdahale çalışmalarına başlanılmalıdır.

b. Yeraltında kömür yangınları ile mücadele çalışmaları

Ocak Yangınlarına Karşı Güvenlik Bariyerleri: Yeraltı kömür madenciliğinde hem kendiliğinden yanma şeklinde hem de diğer şekillerde meydana gelebilecek ocak yangınlarına karşı alınması gereken genel önlemler/güvenlik bariyerleri aşağıdaki çizelge 4.36'da tablo halinde listelenmiştir:

Çizelge 4.36. Yeraltı kömür madeninde ocak yangınlarına karşı alınacak başlıca bazı önlemler

Ateşleme kaynaklarının yok edilmesi	Metan gazı birikimine fırsat verilmemesi, temizlemek için yeterince havalandırma yapılması, ölçme-izleme çalışmaları,
Kazı ekipmanlarının kesici kafalarından su püskürtülmesi	Kesici elmas uçların kıvılcım saçmasının engellenmesi, susuz çalışmamasının sağlanması, düzenli uç kontrolü yapılması,
Elektrik ünitelerinin güvenliği	Ekipmanların uygun patlamazlık sertifikasına (ATEX) sahip olması, bakım ve bağlantılarını yapan kişilerin eğitimi olması, bağlantıların uygun şekilde yapılması,
Dizel yakıtla çalışan ekipmanların yangın önleme tekniğine uygun olması	Araçların kontrol ve bakımlarının düzenli yapılması, otomatik yangın söndürme sistemi olması, vb.,
Bant konveyörlerin uygun güvenlik donanımına sahip olması ve doğru işletimi	Bant konveyörlerin yana sürtmelerinin, altında pasa birikmesinin önlenmesi, bant kayışının uygun yanmazlık/alev iletmemeye sertifikasına sahip olması, ısı ve fren kontrollerinin yapılması, bandın boşluk yapmasının engellenmesi, vb.,
Ayak arkasına hava kaçaklarının engellenmesi	Ayak göçük bölgesine hava kaçağının engellenmesi için uygun yalıtım malzemesi (köpük, vb.) bariyer yapılması
Ayak arkasında kömür bırakılmaması	Doğru/uygun üretim metodolojileri kullanılarak, ayak arkasında kömür kalmayacak şekilde üretim sürecinin yönetilmesi, ayak arkasında kalan kömürün yanmaması için uygun müdahale yöntemleri (azot enjeksiyonu, kül verilmesi, vb.) ile sürekli müdahale edilmesi,
Yeraltında kullanılan malzemelerin yanmayacak özellikte olması	Alev iletmeyen vantüp malzeme kullanımı, vb. önlemler alınması,
Yangınların erken tespiti için önlemler alınması	Ocakta mevzuatın gerektirdiği kısımların dışında risk analizine bağlı olarak gerekli görülen bütün kısımlara sabit gaz izleme, sıcaklık izleme sensörleri kurulumu, kritik kısımların kamera ile izlenmesi, kendiliğinden yanma yönetim planı kapsamında önlemler, kömür yüzeylerinin termal kameralar ile taranması, vb.
Yangınla mücadele sistemi ve ekipmanlarının konumlandırılması	Ocağın her bir bölgesine demir borularla su hattı monte edilmesi, yangın dolapları ve portatif yangın söndürme tüpleri konumlandırılması, bant konveyör bölümlerine otomatik yangın söndürme sistemi kurulumu, yangınlara müdahale için ocak içinde kül hatlarının ve azot hatlarının/borularının montajlarının yapılması,
Kendiliğinden yanmaya karşı ocak planlama aşamasında önlemler alınması	Kömürün kendiliğinden yanmasına etki eden bütün faktörlerin değerlendirilmesi, jeolojik arızaların dikkate alınarak (faylar, vb.) planlama yapılması, doğru üretim yöntemi seçimi, ocak havalandırma tekniğinin uygun şekilde seçimi, üretime başlangıç ve bitiş noktalarında pano girişi ve çıkışı rekuplarında gerekli önlemlerin alınması,
Acil eylem planı ve tatbikatlar	Ocak acil eylem planı hazırlanması ve buna uygun olarak belirlenmiş periyotlarla tatbikatlar yapılması,
Çalışanların eğitimi ve Oksijenli Ferdi Kurtarıcı Gaz Maskelerini taşımalarının sağlanması	Çalışanların yangın, yangınla mücadele, tahliye yolları, vb. güvenlik hususlarında doğru bir şekilde eğitilmesi, çalışanlara oksijenli ferdi kurtarıcı gaz maskesinin önemi ve doğru bir şekilde kullanımı ile ilgili eğitim verilmesi, vb.
Maden Arama-Kurtarma (Tahliye) Ekibi oluşturulması	Hem mevzuat yükümlülükleri hem de yeraltı kömür madeni gerekliliği olarak yeraltı kömür madenlerinde yeraltı arama kurtarma ekibi (tahlisiyeci) oluşturulması gerekmektedir. Tahliye eden kişi anlamına gelen tahlisiyeci; yeraltı maden işletmelerinde, ocak yangınları, kömür ve gaz degajları, infilak, zehirleyici ve/veya boğucu gazların intişarı, yangın bekleme baraj çalışmaları, oksidasyon nedeniyle, beton, kil veya köpük kesonlama çalışmaları, vb. ortamlarda, kazazedeler ve milli serveti kurtarmak üzere özel olarak eğitilmiş kişilerdir [1]. Tahlisiyeci personeller belli bir ocak tecrübesi olan kişilerden seçilir, özel bir eğitim alarak yetiştirilir. Ocak havasının gaz içeriği yönünden olumsuz hale geldiği durumlarda kapalı devre solunum cihazlarını kuşanarak, gerekli çalışmayı yapabilen belli bir fizik kapasiteye sahip ekiptir (Şekil3).

c. Gizli ocak yangınları ile mücadele

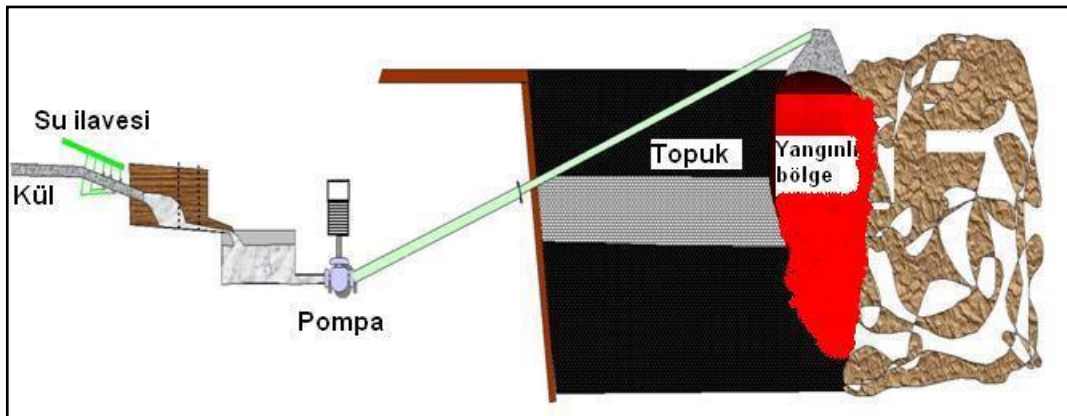
Kömür damarı içerisinde ulaşılamayan kısımlarda kendiliğinden yanma meydana gelmesi durumunda, bu durumun çalışma ortamına duman ya da zararlı gazları vermeyecek hale gelmeden önce (bilimsel ölçüm ve gözlemlerle) tespit edilmesi oldukça önemli bir husustur.

Kömür damarı yüzeyinde öngörülenden fazla sıcaklık ölçülmesi, buhar geliri, duman geliri, koku, terleme, vb. fiziksel gözlemler, portatif ölçüm aletleri ile yapılmış ölçümler, sabit gaz izleme sistemi verileri veya alınmış hava örnekleri üzerinden gaz kromatografisinde yapılan ölçümler sonucunda damar içinde/ulaşılamayan bölgede kendiliğinden kızışma tespit edilmesi halinde, gerekli güvenlik önlemleri alınmaktadır.

Öncelikli olarak yanan bölgeye ulaşabilmek için sondaj makinesi, vb. ekipmanlar vasıtasıyla bu kısma delik delinir ve bu delik içerisinden aşağıdaki çizelgede verilen (su, azot, kül uygulaması, vb.) uygulamalar yapılır. İkinci olarak da oksidasyon gelişiminin engellenmesi için bu kısımda yüzey yalıtımını artırmak için püskürtme beton uygulaması, çimento enjeksiyonu, silikat, fenolik köpük uygulaması, vb. uygulamalar yapılarak süreç düzenli olarak takip edilir. Uygulama Şekil 4.49' da ve Çizelge 4.37' de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Kendiliğinden yanmayı önleme ve müdahalede galeri ve ayak bölgelerindeki uygulamalar

No	ÜRETİM AYAKLARI	GALERİ	AYAK
1	Azot uygulaması		✓
2	Kül uygulaması-ramble uygulaması	✓	✓
3	Okside olan kömürün kazılarak uzaklaştırılması	✓	✓
4	Yalıtım köpüğü (fenolik köpük) uygulamaları		✓
5	Su ile soğutma yapılması	✓	✓
6	Yangın söndürme köpüğü uygulaması	✓	✓
7	Çimento enjeksiyonu uygulaması	✓	
8	Püskürtme beton ile yüzey yalıtımı uygulaması	✓	



Şekil 4.49. Damar içinde ulaşılamayan kısımdaki yangına kül ile müdahale (Kahraman vd., 2012).

Kendiliğinden yanma ile kaynağında yapılan mücadele çalışmalarında olumlu sonuç alınamaması, çalışma ortamına yasal limitlerin üzerinde gaz yayılımı olması ve kontrol edilemeyen duman geliri, koku, vb. gibi durumlarla karşılaşılması veya kendiliğinden yanmanın açık alevli yangına dönüşmesi durumunda, bu bölgedeki çalışanlar ocak acil eylem planında belirlenmiş güvenli alanlara tahliye edilir. Kendiliğinden yanmanın meydana geldiği kısım bir üretim ayağı ise, alt taban ve üst taban yollarından sızdırmaz barajlar yapılması suretiyle kendiliğinden yanmanın meydana geldiği ayak arkasına oksijenin gitmemesi sağlanır. Baraj yapımı özel bir işlemdir. Tahlisiye ekibi (maden arama kurtarma ekibi) koordinasyonunda yapılır. Baraj yapımı sırasında ve sonrasında baraj arkasında atmosfer periyodik olarak takip edilerek (oksijen-metan seviyesi), gerekiyorsa ayak arkasına azot gazı verilmek suretiyle patlayıcı ortam oluşmaması sağlanır. Baraj sonrası, hem yeterince oksijen olmadığı için yanma süreci duracaktır, hem de ayak arkasına su, kül, azot, vb. uygulamalar ile ayak arkası yangını engellenecektir.

d. Ocak içindeki açık yangınlara müdahale

Ocak içerisinde birçok nedenden kaynaklı olarak (Çizelge 4.35) yangın meydana gelebilir. İşyeri acil eylem planında ocakta bir yangın meydana gelmesi durumunda yapılacaklarla ilgili eylem planı tanımlanmış olmalı ve çalışanlar tahliye ve müdahale konularında tatbikat yapmış olmaları sağlanmalıdır.

Yeraltında açık alevin oluştuğu yangınlara yangın büyümeden kaynağında müdahale yapılması oldukça önemlidir. Bu müdahale işlemi portatif yangın söndürme tüpleri, su hatları, vb. ile doğrudan yapılabilir. Bununla birlikte yeraltı ocak havalandırmasından dolayı yangından çıkan gazlar doğrudan ocak havasına karışacağından yol üzerinde bulunan bütün çalışanları etkileyecektir. Böyle bir durumla karşılaşılması durumunda, durum derhal gaz izleme merkezine ve ocaktaki ilgili diğer kişilere bildirilmeli ve acil eylem planı devreye alınmalıdır. Gerekiyorsa; çalışanlar ferdi OFK maskelerini kullanmak suretiyle ocaktan hızlı bir şekilde tahliye edilmeli ve ocağa maden arama-kurtarma ekipleri sevk edilmelidir. Yangının söndürülmesi sürecinde ocakta patlayıcı ortam oluşma riski göz önünde bulundurularak, çalışmalar yürütülmelidir.

Yangının söndürülmesi sonrası, yangının çıktığı bölgede özellikle kömür damarı yüzeyinde soğutma çalışmalarına devam edilmelidir. Kömür yüzeyinde termal kameralar ile sıcaklık taramaları yapılmalıdır.

e. Sonuç; Ocak yangınlarıyla ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Ülkemizde yeraltı kömür madenciliğinde ocak yangınları daha önce karşılaşılmış ve çok ciddi olumsuzluklarla karşılaşılmıştır. Ülkemizde de daha önce ocak yangınları sonucu ciddi olumsuzlukla sonuçlanan kazalar yaşanmıştır. 13 Mayıs 2014 tarihinde soma maden kazası gibi. Bu nedenle yangınların kaynaklarını teşkil eden sebepler iyi tespit edilmelidir.

Yeraltında kömür damarının içinde (ulaşılamayan kısımda) kendiliğinden yanma/kızışma şeklinde meydana gelen olaylarda, olayın gelişimine bağlı olarak çalışma ortamına CO ve türevi gazlar meydana gelmekte ve çalışanlarda solunuma dayalı risklere yol açmaktadır. Aynı şekilde bu yangınlar sonucunda grizu ve kömür tozu patlamaları da meydana gelebilmektedir. Bu tür durumlara müdahale için bilinen konvensiyonel yöntemlerin dışında özel mühendislik çalışması yaparak, olay kontrol altına alınabilir. Bu tür bir faaliyet özel donanımlı maden kurtarma ekipleri ve bu maksatla yetiştirilmiş özel ekipler tarafından yapılabilmektedir.

3. Yeraltında açık ve ulaşılabilir yangınlara yangın müdahale araçları (portatif yangın söndürme tüpleri, su, vb.) müdahale edilebilir. Bu müdahale işleminde de ocak havalandırma yönü, ortamdaki diğer yanıcı gazların varlığının ölçülmesi, vb. hususları ve acil durum tahliye süreçlerinin yürütülmesi önem arz etmektedir.

4. Yeraltı kömür madenciliğinde yangınları önleyici çalışmalara planlama aşamasında başlanmalı maden ömrü sürecinde devam eden/etmesi gereken hususlardır.

5. Yangına müdahale süreçlerinde ocağın mevcut planı, tahliye koşulları ve patlayıcı ortam oluşma riski gibi koşullar göz önünde bulundurulmalıdır.

6. Çalışanlara yönelik (bazı ülkelerde anti-karbon monoksit maskesi takmak zorunludur) ve donanımına yönelik (su şebekesi, yangın söndürme aletleri, vb.) önlemler alınmalıdır (Kindermann, 1992). Ocaktaki bütün çalışanların yanlarında oksijenli ferdi kurtarıcı gaz maskesi taşımaları gerekmektedir.

7. Yeraltı çalışma ortamında oluşabilen bütün yangınlarda ocak havasına karışan duman ve zararlı/zehirli gazlar, hava yolu üzerinde bulunan bütün çalışanları etkileyebilmektedir. Bu tür durumlar için önceden acil durum senaryoları hazırlanarak ve tahliye tatbikatları yapılarak 6 ayda 1-kez aralıklarla tekrarlanmalıdır. Ocakta meydana gelen ve ocak havalandırmasını etki altına almış olan yangına müdahale maden arama kurtarma (tahlisiye) ekipleri tarafından özel kapalı devre solunum cihazları kullanılarak yapılmalıdır. Ayrıca kısmi/lokal oksidasyon nedeni oluşan kendiliğinden yanma ile mücadele çalışmalarına özel eğitim almış maden personelleri müdahale edilmelidir.

2. Yangınların mekanizasyon sistemlerine etkileri

- **Elektrik sistemleri ve yangın riski**

Elektrifikasyonun artmasıyla, özellikle voltaj yüksekliğinin (örneğin 1000 V) kullanımının gerekliliği, yangın ve patlama riskini de beraberinde getirir. Bu durum, kabloların aşırı ısınması veya kısa devre riskini artırır ve mekanizasyon sistemlerinin güvenli çalışmasını tehlikeye atmaktadır.

- **Konveyör ve ahşap tahkimatın tutuşması**

Yangınlar çoğunlukla kendiliğinden tutuşmalı kömür, ahşap tahkimat veya konveyör bantlardan kaynaklanabilmektedir. Bu unsurlar, mekanize sistemlerin ana bileşenlerini oluşturduğu için yangın sırasında bu ekipmanın ciddi hasar görmesi riski yüksektir.

- **Havalandırma ve gaz yönetimi**

Mekanik mekanizasyon sistemlerinin verimli ve güvenli çalışmasını sağlamak için havalandırma kritik bir rol oynar. Yangın durumunda ise sıcak duman ve toksik gazların dağılımı ventilasyon sistemini hem bozabilir hem de sistemin yangın bölgesine duman taşımaya neden olabilir. Buda, mekanize ekipmanların operasyona devam etmesini veya kontrol merkezlerinden yönlendirilmesini imkânsız hale getirmektedir.

- **Tahliye ve üretim aksaması**

Yangın anında yangın bölgesinin havalandırmadan izole edilmesi, inert gaz enjekte edilmesi gibi müdahaleler, sistemsel olarak mekanizasyonu durdurmaya sebep olur. Bu durum, üretim duruşu ve iş akışında ciddi aksamalara yol açmaktadır.

- **Gaz izleme sistemlerinin önemi**

Mekanizasyon sistemleriyle entegre şekilde çalışan metan ve diğer tehlikeli gazlar için gaz izleme ve alarm sistemlerinin kullanılması, olası yangın veya patlamanın erken tespiti açısından hayati önem taşır. Gaz konsantrasyonlarının kritik seviyelere ulaşması durumunda konveyör gibi ekipmanların enerji beslemesi otomatik olarak kesilmektedir.

- **Sonuç;**

Ocak yangınları, yeraltı kömür madenlerindeki mekanizasyon sistemlerinin güvenli ve kesintisiz çalışmasını birçok yönüyle zorlaştırır. Elektriksel hasar, havalandırmanın bozulması, otomatik sistemlerin durdurulması ve üretim aksaması bunlar arasında ilk akla gelen etkilerdir. Ayrıca gaz izleme ve alarm sistemlerinin mekanizasyonla entegre çalışması, güvenlik ve müdahale süreçlerinin kritik bir parçasıdır. Çizelge 4.38’de mekanize sistemlere yangın vd. riskler tabloda verilmektedir.

Çizelge 4.38. Mekanize sistemlere yangın vd. riskli durumların olumsuz etkileri tablosu

Etki Alanı	Açıklama
Elektrik ve Mekanik Hasar	Kablolar, motorlar, fanlar yangın sırasında zarar görebilir; kısa devre, aşırı ısınma riskleri artar.
Havalandırmanın Bozulması	Toksik gaz ve duman yayılımı, mekanizasyon sistemlerini doğrudan etkiler.
Sistemin Durması / Üretimin Kesilmesi	Güvenlik nedeniyle makineler durdurulur ve üretim askıya alınır.
Gaz Alarm Sistemlerinin Rolü	Gaz seviyeleri kritik değerlere ulaştığında mekanizasyon sistemlerine enerji kesme sinyali gönderilir.
Maddi ve Can Kaybı	Hasara uğrayan ekipman tamir edilemiyorsa üretim durur; can kaybı riski mevcuttur.

Ermenek kömür ocakları için mekanizasyon sürecinde özellikle elektrikli iş ekipmanları, lastik band konveyörler, bu ekipmanların tamir bakım, montaj işlerinde kaynak ve kesme işlerindeki açık alev işlemler yangın riski taşımaktadır. Diğer taraftan üretim bölgesi için göçük ve kavlak düşme riskinin klasik sisteme göre %75 oranında iyileşme sağlaması gibi sonuçlar öngörülmektedir. Özellikle makine ve elektrikli iş ekipmanlarının kullanımı ve risklerine dair çalışanların eğitimi ve adaptasyon süreci iş güvenliği birimince takip edilmeli, yangın riski yüksek iş ekipmanlarında da alev yürütmez, ısıya ve aleve dayanıklı uygun standartta malzemeler kullanımı mekanizasyon sürecinde dikkatle üzerinde durulması gereken hususlar arasında yer almaktadır.

4.2.4.5. Ani gaz desorpsiyonu ve su patlama deşarjı riskinin analiz edilmesi

Ani gaz püskürmesi; yeraltı kömür ocaklarında üretim ve hazırlık çalışmaları sırasında; jeolojik ve tektonik nedenler ile basınç altında sıkışmış olarak bulunan gazların ani olarak ocak açıklıklarına kömürle veya çevresinde bulunan kayaçla beraber püskürerek açığa çıkması işlemi olarak tanımlanmaktadır (TTK, 2009). Gaz patlamaları birkaç metreküp den binlerce metreküp hacimlere kadar yayılım gösterebilmektedir. Gaz içeriği genelde metan, karbondioksit ve diğer karışımlardan oluşmaktadır. Patlamalarda kömür, daha çok pulverize ve akışkan haldedir (Beamish & Crosdale, 1998).

Bir gaz püskürmesinde her maden ocağı için farklılıklar gösterse de etkin olan faktörler, en önemli dört unsur çoğunlukla kabul görenleridir (Lama & Saghafi, 2002).

- Kömürün gaz içeriği,
- Jeolojik yapılar, tektonizma, faylar ve süreksizlikler
- Kömür damarı ve yan kayaçlar üzerindeki gerilme koşulları
- Malzeme özellikleri

Kömür damarının ve çevre kayaçların jeolojik ve tektonik yapısı ani gaz püskürmesinin yerini belirler. Fay gibi jeolojik parametrelerin azlığı püskürmenin olduğu derinliği bile azaltabilir. Özellikle gerilme, püskürmeyi başlatmakta ve büyüklüğü kayacın kırılmasına ve pulverize halde yüksek şiddetli patlamaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Gaz birikimi sonucu oluşan püskürme; kömür damarı içerisinde serbest halde bulunan gazın kazı işlemi neticesinde önündeki engelin kalkması ve kömürü kazı boşluğuna doğru ötelenmesi olarak tanımlanırken; kayaç basıncına dayandırılan kuram ise, meydana gelen püskürmeleri üst kısımdaki katmanların ağırlığına ve bu katmanların damar ve tavan taşı üzerinde yarattığı gerilime bağlamaktadır (Sorble & Kocal, 1978).

Yeraltı şartlarında basınç kemeri teorisine göre üretim panolarında ayak önündeki kömürden ileri doğru gidildikçe, kömür damarı üzerine gelen basınç maksimum değerine ulaşip belirli bir mesafeden sonra ise yerçekimsel basınç değerlerine ulaşmaktadır. Dolgu ve göçük üzerindeki basınçlar ise arından uzaklaştıkça kömürlü zona göre daha az artmakta, fakat ilerledikçe yerçekimsel basınç değerlerine ulaşmaktadır (Köse ve Kahraman, 2009). Böylelikle oluşan basınç artışlarının ani gaz püskürmelerini tetiklediği düşünülmektedir. Ani gaz püskürmesinin oluşumuna dair geçmişten günümüze kadar farklı mekanizmalar öne sürülmesine karşın; söz konusu olayın ana nedeni olarak gaz birikimi ve kayaç basıncı olmak üzere iki faktör altında toplanmaktadır.

Öne sürülen teoriler ne olursa olsun, genel olarak ani gaz ya da kömür püskürmesinin gerçekleşebilmesi için aşağıdaki koşulların meydana gelmesi gerekmektedir (Ökten ve Kural, 1976).

1. Kömür damarı içerisinde yeterli bir gaz konsantrasyonu içeren bir zon bulunmalıdır,
2. Gaz ve kömür arasındaki bağlantı kayaç basıncı aracılığıyla ortadan kalkmalıdır,
3. Püskürme için gerekli olan gaz basıncı yeterli bir hıza erişmelidir,
4. Meydana gelen yüksek basınçlı zonun yeterli büyüklükteki bir yüzeyden yeterli bir uzaklıkta olması gereklidir,
5. Aynı şekilde püskürmenin oluşabilmesi için kömürün gerekli gaz geçirgenliğine ve parçalanma derecesine sahip olması şarttır.

Yukarıda bahsi geçen koşulları etkileyen birden fazla faktör bulunmaktadır. Genel olarak gaz püskürmesi yüksek gaz içeriği, gaz desorpsiyon oranı ve gerilim derecesine sahip hızlı üretilen kömür damarlarında oluşmaktadır. Bunların dışında kömür geçirgenliği, madenin derinliği ve kömürün ince taneli olması da gaz püskürmesinde

etkili olan diğer faktörler olarak sıralanabilmektedir (Li & Saghafi, 2014). Bu şartları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Lama & Saghafi, 2002)

- Gaz içeriği (metan) $> 8 \text{ m}^3/\text{ton}$,
- Permeabilite $< 2 \text{ md}$,
- Mekanik dayanım $< \text{En düşük asal gerilme}$.

Bu etmenler arasında özellikle kömür damarının jeolojik yapısı büyük bir önem arz etmektedir. Jeolojik faktörler; kömür damarının geometrik özellikleri ve oluşum mekanizmasını belirleyen parametreler ile yine damarın ve komşu kayaçların tektonizma davranışları olarak ikiye ayrılmaktadır (Esen, 2013). Geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalarda; üretim derinliğinin artması ile birlikte kömürün gaz depolama kapasitesinin ve damar üzerine binen kaya basıncının da arttığı belirtilmiştir (Lama & Bodziony, 1998).

Kömür bünyesinde bulunan yüksek vitrinit ve inertodetrinit gibi litotiplerin de püskürme için gerekli olan gazın depo edilmesini kolaylaştırdığı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Beamish & Crosdale, 1998). Farklı bir araştırmada da kömürdeki vitrinit yansıma ve sabit karbon değerlerinin artması ile birlikte, metan içeriğinin doğru orantılı olarak arttığı ifade edilmiştir (kamakar vd., 2013). Ayrıca kömürleşme derecesine göre az olandan çok olana doğru derece arttıkça kömürün gaz adsorpsiyonu artmakta, gaz içeriği ve püskürme miktarı çoğalmaktadır (Ökten, 1983).

Ani gaz püskürmesine karşı alınabilecek genel tedbirler

Gaz ve kömür püskürmesi olayı, birçok faktörün etkisinde gerçekleşebilen ve meydana geldiğinde domino etkisi yaratan bir doğa faciasıdır. Bu konu ile ilgili gerekli tedbirlerin alınması, ocak içerisindeki şartların periyodik olarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Püskürmeye eğilimli bölgelerde kömür üretiminden önce sondajlar yapılmalı, gaz boşluklarda toplanmalı ve daha sonra boşlukta toplanan bu gazın drene edilerek püskürme olayını tetikleyecek şartların azaltılması sağlanmalıdır. Ani gaz püskürmesinden şüphe edilen ocaklarda martopikör kazısı yapılmamalı, kazı alanı ve dönüş yolunda hiçbir personel bulundurulmamalıdır (TTK, 2009).

Kömür ve gaz püskürmesinin olduğu ve olma ihtimali yüksek bölgelerde oksijen yetersizliğine maruz kalabilecek personel için sığınma odaları veya oksijen istasyonları tasarlanmalı ve maden üretim noktalarına uygulanmalıdır. Metan ölçüm dedektörleri maden sahasının püskürmeye yatkın bölgelerine yerleştirilmeli, her vardiyada kontrol yapılmalı ve gözlem odalarında sınır değerler baz alınarak uyarı sistemleri oluşturulmalıdır. Çizelge 4.39'da dünyada gaz püskürme kaza bilançosu verilmektedir.

Çizelge 4.39. Dünyadaki Kömür Gaz Püskürmesi Bilançosu.

Ülke	Bölge	Püskürme Çeşidi (Kömür/Kaya)	Zaman	Vaka Sayısı
Almanya	Ruhr ve Aachen	Kömür+Kaya (CH ₄)	1903-2010	419
Avustralya	Sidney ve Bowen	Kömür (CH ₄ +CO ₂)	1895-2010	>730
Belçika	Güney Kömür Sahası	Kömür (CH ₄)	1847-1965	487
Bulgaristan	Balkan	Kömür (CH ₄)	1933-1989	>250
Çek Cumhuriyeti	Ostrava, Slany, Oslavany	Kömür+Kaya (CH ₄ +CO ₂)	1894-2004	626
Çin	Genel	Kömür+Kaya (CH ₄)	1951-2012	>20.000
Fransa	Genel	Kömür+Kaya (CH ₄ +CO ₂)	1899-1989	>6.814
Güney Afrika	Highveld	Kömür (CH ₄)	1993-1994	5
İngiltere	West Wales	Kömür (CH ₄)	1901-1981	250
İspanya	Asturian	Kömür (CH ₄)	2009-2010	5
Japonya	Hokkaido ve Kyushu	Kömür (CH ₄)	1926-1986	920
Kanada	Nanaimo, Crows Nest Canmore, Sidney	Kömür+Kaya (CH ₄ +CO ₂)	1903-1984	>548
Kazakistan	Karaganda	Kömür (CH ₄)	1956-2012	55
Macaristan	Mecsek	Kömür (CH ₄)	1894-1989	600
Polonya	Upper Silesia	Kömür (CH ₄ +CO ₂)	1894-1995	>2.000
Romanya	Anima-Resica	Kömür (CH ₄)	-	20
Rusya	Genel	Kömür+Kaya (CH ₄)	1943-1990	646
Tayvan	Genel	Kömür (CH ₄)	1972-1986	61
Türkiye	Zonguldak	Kömür (CH₄)	1969-2013	89
Ukrayna	Donetsk	Kömür+Kaya (CH ₄)	1951-2001	5866
Yeni Zelanda	Mount Davy	Kömür (CH ₄)	1997-1999	21

Her maden ocağının kömür ve gaz püskürmesi dâhil diğer bütün tehlikeler için bir tahliye planı olmalı, sürekli tatbikatlar yapılmalı ve simülasyonlar ile olayın sonuçlarının daha görsel ve anlaşılır hale gelmesi sağlanmalıdır.

Kömür ve gaz püskürmesi olayları daha çok fay zonları ve diğer süreksizliklerin olduğu lokasyonlarda meydana geldiğinden şüpheli bölgelerde en az damar kalınlığının iki katı kadar topuk bırakılmalıdır (TTK, 2009).

Delik delme sırasında kömür ve gaz püskürmesi riski var ise Sondaj makinesi ile püskürme zonunun etkisini azaltan rahatlatma sondajları yapılırken ayna tarafı ve çevresi için metan dedektörü bulundurulmalıdır (TTK, 2009).

Maden ocaklarında havalandırma sistemleri, galerilere yeterli havayı vermeli ve havalandırma programları ile basınç kayıpları, şok kayıpları, hava debileri, vantilatörler, ocak gazları ve ilgili etmenler sürekli kontrol edilmelidir.

Yetkili bir kişi tarafından iş güvenliği tedbirleri ile tehlikeli bölgeler derecelendirilmeli, personel bu bölgeler hususunda uyarılmalı ve tehlike arz eden bölgelerin üretim haritalarında açık bir şekilde gösterilmesi ve her değişikliğin ilgili haritaya işlenmesidir.

Ani gaz püskürmesi ve su patlamasına karşı alınabilecek yerel tedbirler

28 Ekim 2014 Ermenek maden kazası gibi vakalardan öne çıkarılacak en önemli tedbir; Ani gaz püskürmesi olayı için ocaklarda yeraltı kontrol sondaj ünitesinin yeterli ve ekibinin hazır tutulması, gerekli koşullarda uygulanması sağlanmalıdır. Ani su baskını için ocağın 24 saatlik su gelirini karşılayacak kapasitede su depolama havuzlarının her daim hazır olması, su tahliye şebekesinin uygun çapta ve galvanizli çelik borudan oluşması, su pompa ünitesinin yedekli ve yeterli güç ve debide olması, belirlenmiş su tahliye yönetim planının uygulanması gereklidir. Diğer hususlar ise;

1. Kömür ve kömüre dayalı madencilik faaliyetlerinin daha derin damarlara inilmesi ve şartların daha zorlaşması nedeniyle yeraltı işletmelerinde profesyonel tecrübeli mühendis ve teknik yöneticilerle çalışılması,
2. Üniversitelerin maden mühendisliği bölümlerinde görev yapan akademisyen hocalarla bilimsel ve saha çalışmalarının eş güdümlü yürütülmesi için iş birliği içinde çalışılması ve gerektiğinde danışmanlık hizmeti alınması,
3. İşletmenin faaliyet hafızasına sahip yönetim bilincinin her daim aktif tutulması amacıyla kıdemli mevcut teknik yönetimlerin liyakat ile hiyerarşisinin oluşturulması,
4. Özellikle hazırlık safhasının her aşamasında ve gerekli durumlarda üretim safhasında yeraltı kontrol sondajlarının aktif olarak kullanılarak kayıt tutulması,
5. Eski imalat emniyet topuklarına olan güvenli mesafenin yıpratılmaması,
6. Ocak yeraltı imalat planlarının ölçümü için harita mühendisi/teknikerinin sürekli ihdas edilerek; düzenli olarak yapılan imalatların ölçülerek ocak teknik yönetimi ile etki analizlerinin takip edilmesi, aylık olarak güncellenmesi,
7. Yakında ve çevrede bulunan diğer ocaklara ait imalatların MAPEG den temin edilerek eski ocaklara ait imalat veya imalat boşluklarından olası gaz veya su baskını intişarı riskine karşı etki analizlerinin yapılması, emniyet topuk mesafesi bırakılması,
9. Topuk bırakılmış veya risk altındaki söz konusu bölgelerde kontrol sondajları ile tehlikeli kısımların gaz veya su deşarjının kontrollü şekilde yapılması,
10. Yüzey akarsuyu, deniz, nehir, baraj gölü, mevsimsel kaynaklı kuru dere yatakları gibi önemli kaynakların altında topuk bırakılması ve takip edilmesi,
11. Karstik boşluklu bölgelerin, su akiferlerinin veya ihtimal bulunan yerlerin haritalara işlenerek yaklaşma gerektiğinde kontrol sondajları yapılarak önlemlerin alınması gerekmektedir.

28 Ekim 2014 tarihinde Ermenek havzasında yaşanan 18 madencinin ölümü ile sonuçlan, ailelerinin ve diğer maden çalışanlarının psikolojilerini, bölge insanının sosyo

ekonomik açıdan trajediye dönüştüren maden kazası olayının sebepleri ve önlenememesinde yukarıdaki anlatılan önlemlerin tam ve zamanında alınamaması en önemli etkindir. Ermenek havzasında uygulanması planlanan mekanizasyon sisteminin yaklaşık 2,5 milyon USD maliyeti olacağı tahmin edilmektedir. Tüm maliyetler karşılanırken ve dönüşüm sürecinin zorluğu yaşanırken, her anlamda mekanize sistem yenilenmesi ile yeni vizyon sağlanırken; geçmişteki acı tecrübelerden ders alınması, en önemli ilke olmalıdır. Çünkü her çalışan madencinin yaşam hakkı her canlı için olduğu gibi rabbi tarafından verilmiş büyük bir emanettir. Paha biçilmesi mümkün değildir.

4.2.5. Yatırım ve finansman durumu ile maliyet analizlerinin incelenmesi

Yeraltı kömür ocaklarında mekanize üretim sistemlerinin yatırım, finansman ve maliyet analizi, klasik (yarı mekanize veya manuel) sistemlere kıyasla oldukça farklıdır. Bu tür bir inceleme yapılırken üç ana başlık öne çıkmaktadır.

1. Yatırım ve finansman boyutu,
2. İşletme maliyetleri analizi,
3. Geri dönüş ve verimlilik değerlendirmesi.

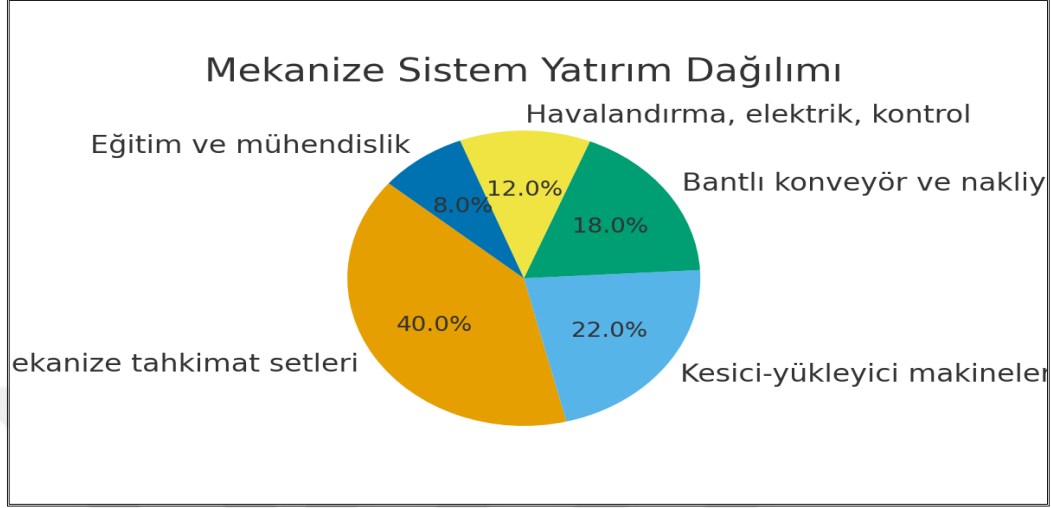
1. Yatırım ve finansman durumu

Mekanize sistemlerin kurulumu için yüksek sermaye gereklidir. Özellikle uzun ayak mekanize sistemler, kesici-yükleyici (shearer veya plough), konveyör bantlar, hidrolik tahkimat, havalandırma ve kontrol sistemleri, otomasyon ve nakliyat altyapısı gerektirir. Şekil 4.51 ve Çizelge 4.40'da yatırım bilanço kriterleri yer almaktadır.

- **Başlangıç yatırım maliyetleri**
- Mekanize tahkimat setleri (hidrolik ramlar) : %35–45
- Kesici-yükleyici makineler : %20–25
- Bantlı konveyör ve nakliyat : %15–20
- Havalandırma, elektrik ve kontrol sistemleri: %10–15
- Eğitim, montaj ve mühendislik hizmetleri : %5–10
- **Finansman kaynakları**
- Öz sermaye yatırımları (madencilik şirketleri)
- Banka kredileri veya leasing yöntemleri (özellikle makine parkı için)
- Devlet teşvikleri ve yatırım kredileri (Türkiye'de TKİ ve TTK örneklerinde)
- Uluslararası fonlar (temiz kömür teknolojisi ve iş güvenliği kapsamında AB, Dünya Bankası destekleri)

2. Maliyet analizi

Mekanize sistemin maliyetleri, yüksek sabit maliyetler ve düşük değişken maliyetler üzerine kuruludur. Klasik sistemlerde ise sabit maliyetler düşük, değişken maliyetler (işçilik) yüksektir. Şekil 4.50’de maliyet dağılım analiz grafiği verilmektedir.



Şekil 4.50. Mekanize sistemin yatırım maliyet dağılım grafiği

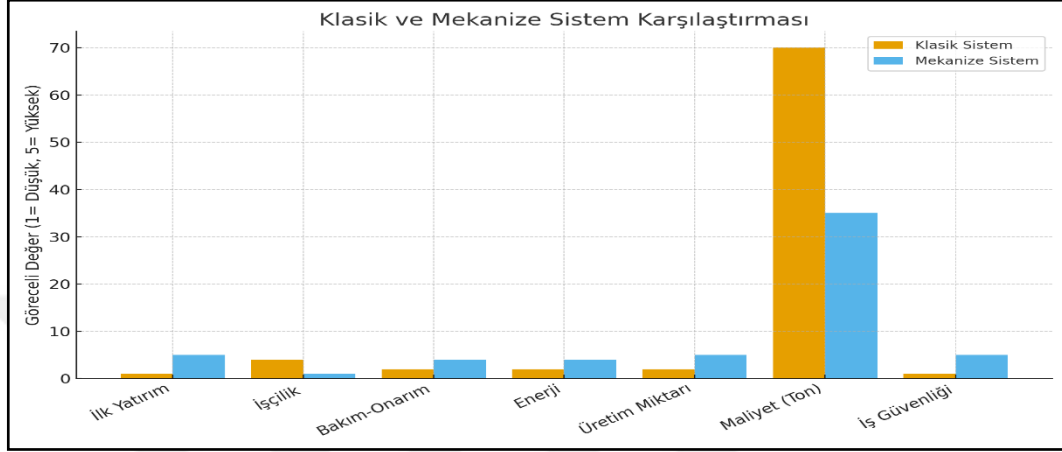
Çizelge 4.40. Klasik ve mekanize sistemin yatırım bilanço kriterlerinin karşılaştırılması

Kriterler	Klasik Sistem	Mekanize Sistem
İlk Yatırım	Düşük	Çok Yüksek
İşçilik Giderleri	Yüksek (işçi yoğun)	Düşük (az personel, yüksek teknoloji)
Bakım-Onarım	Orta (ahşap tahkimat, manuel araçlar)	Yüksek (mekanik ve hidrolik sistemler)
Enerji Tüketimi	Düşük-orta	Yüksek
Üretim Miktarı	Düşük-orta	Çok yüksek
Üretim Maliyeti (Ton başı)	50–80 USD/ton (değişken)	25–45 USD/ton (yüksek verimlilikte)
İş Güvenliği	Düşük	Yüksek (otomasyon ve tahkimat sayesinde)

3. Geri dönüş ve karlılık

- **Mekanize sistemde ton başına maliyet** ilk yıllarda yüksek yatırım amortismanı sebebiyle klasik sistemle yakın olabilir, fakat üretim hacmi arttıkça hızla düşer.
- **Geri ödeme süresi** genellikle 3–7 yıl arasında değişir (damarın kalınlığı, gaz içeriği, jeoteknik koşullar ve üretim planına bağlı).
- **Riskler:**
 - Yüksek yatırımın finansal riski, üretim planı aksarsa büyük kayıplara yol açar.
 - Bakım-onarım için nitelikli iş gücü gereklidir.
 - Gazlı damarlar ve zor jeoteknik koşullarda mekanize sistemin verimi düşebilir.

Mekanize sistemler **yüksek yatırım – düşük değişken maliyet** prensibine dayanır. İlk yatırımda büyük finansman desteği gerekir, ancak uzun vadede klasik sistemlere göre daha düşük üretim maliyeti ve daha yüksek üretim ve güvenlik sağlar. Özellikle kalın ve gazlı damarların bulunduğu alanlarda, mekanizasyon hem ekonomik hem de güvenlik açısından zorunlu hale gelmektedir.



Şekil 4.51. Klasik ve mekanize sistem kriterlerinin karşılaştırma grafik tablosu

4.2.5.1. Klasik sistem üretim miktarı ve maliyet hesap analizi

Örnek uygulama : Klasik sistem çalışan bir yeraltı kömür ocağının üretim planlanmaktadır. Yıllık çalışma iş günü 303 gün haftalık 6 günü ve 3 vardiya düzeninde çalışılmaktadır. Çalışan sayısı 65 kişi, üretim yapılan 1 tane pano ve 67 m boyunda arına paralel ağaç tahkimatlı geri dönüşümlü göçertmeli uzun ayak üretim yöntemi uygulanmaktadır. Üretim ayaklarında günlük en fazla 7 sarmalık üretim yapılmaktadır. Üretim arınında her have 1,20 m genişliğinde olup sarmalar 4 m boyundadır. Ocakta aynı zamanda her yıl 300 m yeni kömür panosu için taş hazırlık işleri yapılmaktadır. Üretim pano geometrisi 200 m pano alt ve üst taban yolları, 67 m ayak boyu ve 2,75 m kömür kalınlığında ve 1,3 kömür yoğunluğu olan damarda çalışılmaktadır.

Pano içi kömür nakliyatı 80 ton/saat kapasitede zincirli konveyörler, ana nakliyat yollarında 60 cm eninde 0,75 m/sn hızla çalışan lastik band konveyörler ile yapılmaktadır. Kömür nakliyesi ocaktan son olarak 28 derece eğimde varagel sistemi olan (boş dolu aynı anda çekilebilen) ana ihraç desandresinden yerüstüne yapılmaktadır. İstisna durumlar dışında kömür band konveyörler, taş pasa raylı sistem vagon nakliyatı ile yapılmaktadır.

Buna göre; ocaktan günlük, aylık ve yıllık yapılabilecek üretim miktarı nedir. Taş hazırlıklardan kesit 5 m², tavan taşı marn yoğunluğu 2,1 ton/m³ olduğuna göre dışarı çıkacak pasa miktarı ne kadardır?

Çalışma koşulları

- Yıllık iş günü: 303 gün
- Haftalık çalışma: 6 gün
- Vardiya: 3 vardiya/gün
- Çalışan sayısı: 65 kişi
- Üretim yöntemi: Geri dönüşlü tavan göçertmeli, ağaç tahkimatlı uzun ayak,
- Pano sayısı: 1-tane
- Pano geometrisi: (200 x 67) m
- Alt ve üst taban yolları: 200 m
- Ayak boyu: 67 m
- Kömür kalınlığı: 2,75 m
- Kömür yoğunluğu: 1,3 ton/m³

Üretim ayak bilgileri

- Günlük Maksimum: 7-sarmalık üretim yapılmaktadır
- Her sarmanın boyu: 4 m
- Her hava genişliği: 1,2 m

Nakliyat

- Pano içi Çift zincirli konveyör: Kapasitesi: 80 ton/saat
- Ana nakliyat bandı: Eni: 60 cm, Bant hızı: 0,75 m/sn

Taş hazırlık bilgileri

- Yıllık yeni pano hazırlığı: 300 m
- Kesit: 5 m²
- Tavan taşı yoğunluğu: 2,1 ton/m³

Klasik yöntem kömür üretim hesapları (nakliyat konveyör ile):

$$\dot{U}RETİM_{GÜNLÜK} = \text{Uzunluk (m)} \times \text{Kalınlık (m)} \times \text{Yoğunluk (ton/m}^3\text{)} = \text{ton/m}^3$$

$$\dot{U}RETİM_{GÜNLÜK} = 7 \text{ Sarma (4 m x 1,20 m)} \times \text{Kalınlık 2,75 m} \times \text{Yoğunluk 1,30 ton/m}^3$$

$$\dot{U}RETİM_{GÜNLÜK} = 120,12 \text{ ton/gün}$$

$$\dot{U}RETİM_{GÜNLÜK} = 26 \text{ İş günü} \times \dot{U}RETİM_{GÜNLÜK} \text{ ise}$$

$$\dot{U}RETİM_{GÜNLÜK} = 26 \text{ İş günü} \times 120,12 \text{ ton/gün} = 3.123,12 \text{ ton/ay}$$

$$\dot{U}RETİM_{YILLIK} = 26 \text{ İş günü} \times 120,12 \text{ ton/gün} \times 12 \text{ ay} = 37.477,74 \text{ ton/yıl}$$

Not: Pano içi konveyör kapasitesi 80 t/saat $\times$ 24 saat = 1.920 ton/gün, kapasitedir.

Ocak üretimindeki; 120 ton/gün **işletme ve üretim yöntemi sınırlı kapasitesidir.**

Yani gerçek üretim, ayak üretim sarmalarına bağlı olarak sınırlıdır.

Eğer klasik sistem nakliyatı konveyör kullanılmasa yıllık üretim miktarı 25.000 ton/yıl aşamayacaktır. Ocak açıklığının 2.500 m geçtiği klasik ocaklarda bu miktar üretim için asgari 100 çalışan gerekmektedir. Umumi randıman 1,30 ton/yevmiyedir.

Klasik yöntem hazırlık (taş pasa) hesabı :**(A) Hazırlık hacmi**

- Yıllık yeni pano: 300 m
- Kesit: 5 m²

$$V_{\text{pasa}} = 300 \times 5 = 1.500 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$V_{\text{pasa}} = 300 \times 5 = 1.500 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

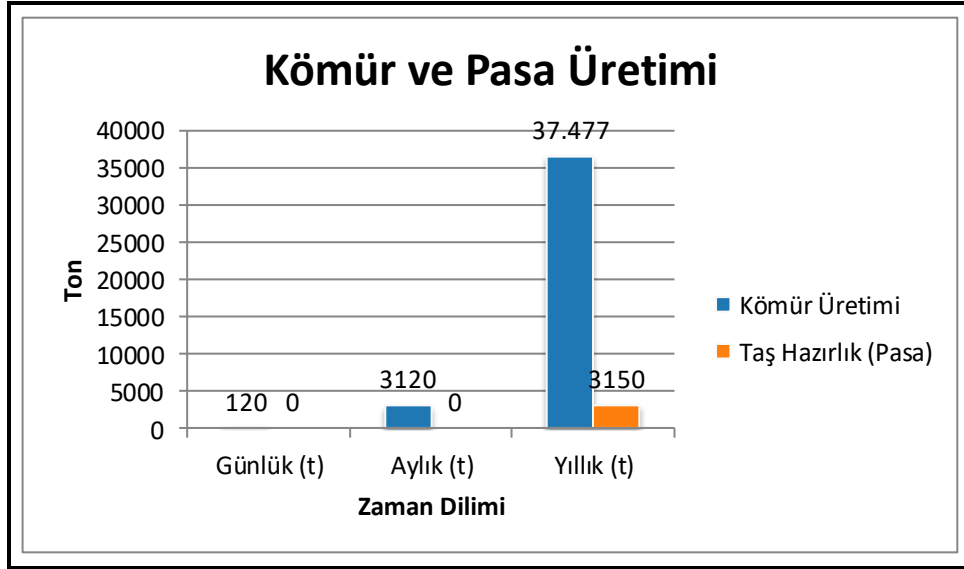
(B) Taş pasa kütlesi

- Yoğunluk: 2,1 ton/m³

$$M_{\text{pasa}} = 1.500 \times 2,1 = 3.150 \text{ ton/yıl}$$

$$M_{\text{pasa}} = 1.500 \times 2,1 = 3.150 \text{ ton/yıl}$$

Dışarı çıkarılacak taş miktarıdır.



Şekil 4.52. Ağaç tahkimatlı, konveyör nakliyatlı klasik sistem üretim grafik tablosu

Yukarıdaki örnek uygulamadaki klasik düzen çalışan ağaç tahkimatlı ocaktaki kömür üretimi ve taş hazırlık galeri açılması faaliyetlerinin sonucu Şekil 4.52’de grafik olarak verilmektedir.

Ermenek havzasındaki mevcut kömür işletmeleri ayna /arın kömürlerinden üretim stilini uygulamaktadırlar. Ayak arkasında kırılan tavan taşı taban kömürünün üzerine göçertilmektedir. Yıllardır tabanda kalan kömürlerin üretilmesine dair herhangi bir teknik çalışma yapılmamıştır. Teknik imkansızlıklar veya klasik sisteme aşinalık, statükocu yaklaşımlar mevcudun muhafazasını sağlamıştır. Dolayısıyla arındaki kömür yüksekliği kadar üretim miktarı ile yetinmeye mahkûm kalınmıştır.

Mekanizasyon süreci ile güvenli çalışma ortamında mekanize tahkimat sistemi ile kalın damarlı kömürlerin dilimli halde veya aynı anda ayna/arın kömürü ve arka tavan kömürü olmak üzere üretim imkanına sahip olacaktır.

Klasik sistemlerde üretim kapasitesi; ayak çalışmasındaki ekip sayısı ve çalışılan sarma boyuna veya nakliyat araçlarının kapasitesiyle doğru orantılı olarak ilişkilidir. Mekanize sistem çalışmalarında aynı ilişki yine söz konusu ancak üretim miktarı lineer değil logaritmik artış göstermektedir. Yarı mekanize sistemde 2 ayrı konfigürasyon için planlanmaktadır. 1. Konfigürasyonda arın 2,75 m yükseklikte üretim yapılan seçenekteki hesaplamalara dair veriler çizelge 4.41’de tablo olarak, şekil 4.53’de grafik olarak verilmektedir. 2. Konfigürasyon seçeneğinde ise arından 2,40 m yüksekliğine ek olarak arka tavandan 1,60 m kalınlıkta kömür üretiminin yapılmakta olduğu hesaplamalara dair veriler çizelge 4.42’de tablo olarak, şekil 4.54’de grafik olarak verilmektedir.

4.2.5.2. Mekanize sistem 1. yöntem üretim hedefi ve maliyet hesap analizi

Çalışma koşulları (Arın tavan)

- Yıllık iş günü: 303 gün
- Haftalık çalışma: 6 gün
- Vardiya: 3 vardiya/gün
- Çalışan sayısı: 65-kışı/42-kışı
- Üretim yöntemi: Geri dönüşlü göçertmeli tavan- yarı mekanize uzun ayak, yürüyen tahkimat
- Pano sayısı: 1- tane
- Pano geometrisi: (200 x 80) m
- Alt ve üst taban yolları: 200 m
- Ayak boyu: 80 m
- Kömür kalınlığı: 2,75 m
- Kömür yoğunluğu: 1,3 ton/m³

Üretim ayak bilgileri

- Günlük en fazla: 1-have 80 m
- Vardiyada 30/20 m ayak boyu
- Her ünitenin boyu: 1,00 m
- Her hava genişliği: 0,80 m

Nakliyat

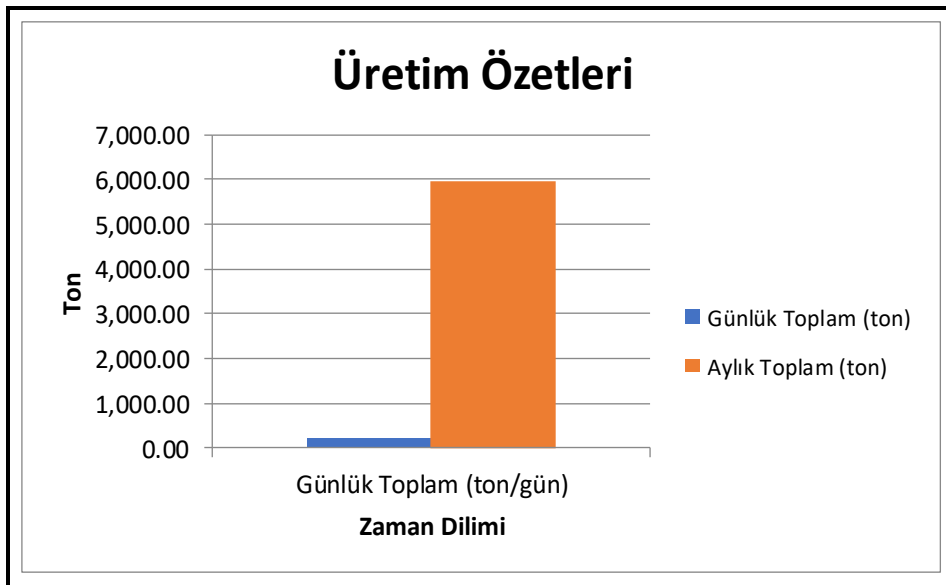
- Pano içi Çift zincirli konveyör: Kapasitesi: 80 ton/saat
- Ana nakliyat bandı: Eni: 60 cm, Bant hızı 0,75 m/sn

Taş hazırlık bilgileri

- Yıllık yeni pano hazırlığı: 300 m
- Kesit: 5 m²
- Tavan taşı yoğunluğu: 2,1 ton/m³

Çizelge 4.41. Yarı mekanize sistem ayna kömürü çalışılarak yapılan 1. üretim konfigürasyonu

Vardiya No	Ayak Boyu (Metre)	Ayna Kalınlık (m)	Ayak İlerleme (m/gün)	Yoğ. Ayna (t/m ³)	Arka Kömür (m)	Yoğ. Arka (t/m ³)	TOPLAM (ton/gün)	Çalışma Saati Saat/gün	Saatlik Üretim (t/saat)	Aylık Çalışma günü	Aylık Üretim (ton/ay)
V1	30.00	2,75	0.80	1.30	0.00	1.40	85,80	5	17,16	26	2.230,80
V2	30.00	2,75	0.80	1.30	0.00	1.40	85,80	5	17,16	26	2.230,80
V3	20.00	2,75	0.80	1.30	0.00	1.40	57,20	5	11,44	26	1.487,20
TOP.	80.00	2,75	0.80	1.30	0.00	1.40	228,80	15	45,76	26	5.948,80
TOP.								ÜRETİM (ton/YIL)		71.385,60 TON	



Şekil 4.53. Yarı Mekanize sistem ayna kömür üretimi grafik tablosu

4.2.5.3. Mekanize sistem 1. yöntem üretim hedefi ve maliyet hesap analizi

Çalışma koşulları (Arın+arka tavan)

- Yıllık iş günü: 303 gün
- Haftalık çalışma: 6 gün
- Vardiya: 3 vardiya/gün
- Çalışan sayısı: 65-kışı/42-kışı
- Üretim yöntemi: Geri dönüşümlü göçertmeli tavan-yarı mekanize uzun ayak, yürüyen tahkimat
- Pano sayısı: 1- tane
- Pano geometrisi: (200 x 80) m
- Alt ve üst taban yolları: 200 m
- Ayak boyu: 80 m
- Kömür kalınlığı: 2,40 m+1,60 m
- Kömür yoğunluğu: 1,3 ton/m³

Üretim ayak bilgileri

- Günlük en fazla:1-have 80 m
- Vardiyada 30/20 m ayak boyu
- Her ünitenin boyu: 1,00 m
- Her hava genişliği: 0,80 m

Nakliyat

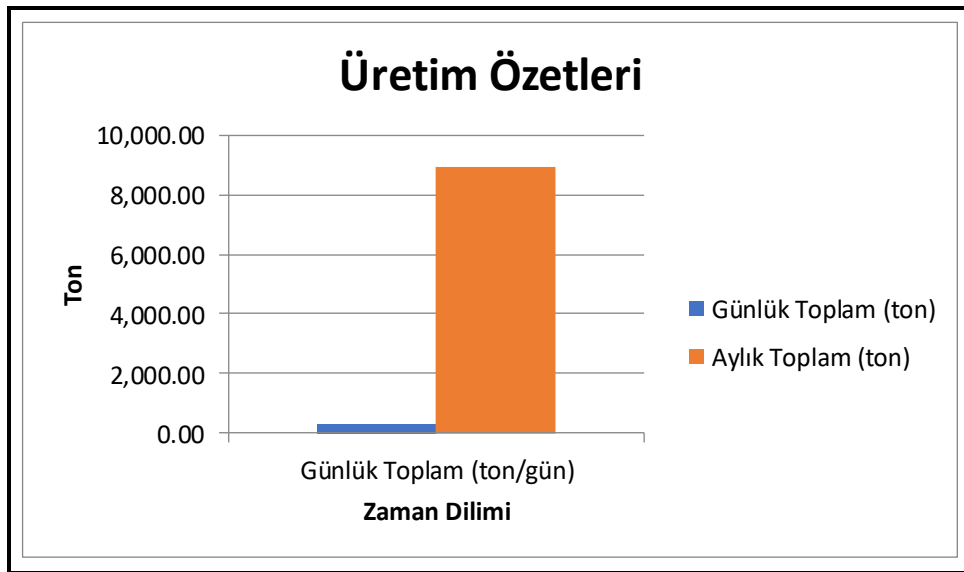
- Pano içi Çift zincirli konveyör: Kapasitesi: 80 ton/saat
- Ana nakliyat bandı: Eni: 60 cm, Bant hızı 0,75 m/sn

Taş hazırlık bilgileri

- Yıllık yeni pano hazırlığı: 300 m
- Kesit: 5 m²
- Tavan taşı yoğunluğu: 2,1 ton/m³

Çizelge 4.42. Yarı mekanize sistem ayna+arka kömürü çalışılarak yapılan 2. üretim konfigürasyonu

Vardiya No	Ayak Boyu (Metre)	Ayna Kalınlık (m)	Ayak İlerleme (m/gün)	Yoğ. Ayna (t/m ³)	Arka Kömür (m)	Yoğ. Arka (t/m ³)	TOP. (ton/gün)	Çalışma Saati saat/gün	Saatlik Üretim (t/saat)	Aylık Çalışma Günü	Aylık Üretim (ton/ay)
V1	30.00	2,40	0.80	1.30	1,60	1.40	128,64	5	25,72	26	3.344,64
V2	30.00	2,40	0.80	1.30	1,60	1.40	128,64	5	25,72	26	3.344,64
V3	20.00	2,40	0.80	1.30	1,60	1.40	85,76	5	17,15	26	2.229,76
TOP.	80.00	2,40	0.80	1.30	1,60	1.40	343,04	15	68,60	26	8.919,04
TOP.								ÜRETİM (ton/YIL)		107.028,48 TON	



Şekil 4.54. Yarı Mekanize sistem ayna ve arka tavan kömür üretimi birlikte grafik tablosu

Çizelge 4.43. Yarı mekanize sisteminde günde 1 havelik (80 cm) ilerlemeye göre işçilik tablosu

GÜNDE 1 HAVE İLERLEMeye GÖRE İŞÇİLİK TABLOSU					
Vardiya	Ayak Çalışma Boyu (m)	Shieldçi	Mekanikçi	Konveyörcü	Toplam İşçi
V1	30	12	1	1	14
V2	30	12	1	1	14
V3	20	12	1	1	14
TOPLAM	80	36	3	3	42
1 Ekip 2 kişiden oluşmaktadır.					
1 Ekip vardiyada 5 shield (5 metre) Üretim yapabilir.			*Planlanan işçi 42 fakat proje başında eğitim ve deneyim için fazla personel çalıştırılmalıdır.		
Konveyörcü üretim sırasında Şaltercilik (yol verici) yapacaktır.					
V3 Çekim vardiyası					

Ermenek kömür havzasında uygulanmakta olan klasik ağaç tahkimat ve işçilik ile yarı mekanize yürüyen tahkimat üretim yönteminde yapılması planlanan işçilik rakamları, yıllık üretim miktarları, yeraltı ve umumi randıman hesap tablosu aşağıdaki çizelge 4.44’de yer almaktadır.

Tabloya göre yarı mekanize çalışma sisteminde 42 işçi sayısı yeterli olmaktadır. Ancak geri kalan 25 yeraltı çalışanı hazırlık işleri ve dönüşümlü izin uygulamasında planlandığından işçilik randıman hesabına dahil edilmiştir.

Çizelge 4.44. Yarı mekanize ve klasik sistemi için üretim miktarı ve işçilik randımanı hesap tablosu

S.N	ÜRETİM YÖNTEM	YERALTI ÇALIŞANI	YERÜSTÜ ÇALIŞANI	UMUMİ ÇALIŞAN	ÜRETİM MİKTARI	TOPLAM YERALTI	TOPLAM UMUMİ	YERALTI RAND.	UMUMİ RAND.
1	MEK/ KLASİK	67	18	85	(ton/YIL)	İşçilik/YIL	ton/yevm	ton/yevm	ton/yevm.
2	KLASİK	67	18	85	37,477.74	24,455	31,025	1.533	1.208
3	MEKANİZE-1	67	18	85	71,385.60	24,455	31,025	2.919	2.301
4	MEKANİZE-2	67	18	85	107,028.48	24,455	31,025	4.377	3.450

Klasik tip üretim ayaklarında emniyetli olarak arın kömürü en fazla 3 metreye kadar çalışabilmektedir. 3,5-4 m çalışma yüksekliği özel durumlarda uygulansa da sürdürülebilirliği olmamaktadır. Bu nedenle havzada taban kömürleri (görece daha düşük kalorili olmakla birlikte) yıllardır üretilmemiştir.

Son yıllarda kömürün sanayi ve endüstrideki kullanım alanında düşük kalorili kömürlerin talep görmesi mekanizasyon ile birlikte üretim artışını, bunun bir sonucu olarak dilimli veya katlı çalışma ile arın ve arka tavan kömürü kömürünün aynı anda üretilmesi seçeneklerini ortaya çıkarmıştır. Çizelge 4.44’den 2,40 m yükseklikte arın kömürünü ile aynı anda 1,60 m’lik arka tavan kömürünün birlikte yapıldığı üretim şekli üretim miktarını 2,5 kat artırdığı görülmektedir. Domuzdamı öteleme, ayak arkası söküm işlerinin ortadan kalkması, optimum işçilik ve yüksek verimlilik diğer avantajlarıdır.

4.3. Ermenek Kömür Havzasının Mekanizasyona Dönüşüm Kriterleri

4.3.1. Mekanize sistem dönüşümünün kapsamı ve ön kabuller

Ermenek kömür havzasındaki yeraltı kömür işletmeciliğinin mekanizasyon sistemine dönüşümü uygulanabilirlik analizlerinin incelenmesi sonuçlarından mekanize sistem uygulamanın mümkün olabildiği, iş güvenliğinde, işçilik ve verimlilikte, üretim artışında ve iş kazalarında belirgin bir düşüş ile avantajlar sağladığı anlaşılmaktadır.

1965 yıllara dayanan klasik madencilik kültürünün, alışagelmış klasik sistemlerin değişimi ve dönüşümü bir anda ve her alanda olamayacağı, belirlenen bir iş planlamasına ve 3 yıllık bir termin süresin de mevcut çalışma sistemini durdurmadan, etaplar halinde ve belirlenmiş bir kapsamda yapılması önem arz etmektedir.

Buna göre; klasik düzen mevcut yeraltı kömür işletmelerinin mekanize sisteme dönüşüm parametreleri belirlenmiş olup aşağıdaki kapsam dahilinde uygulanacaktır.

1. Ocaklardaki tahkimat unsurlarının klasik sistem ağaç emvali cinsinden, çelik tahkimata dönüşümünün sağlanması,

2. Nakliyat ve taşıma işlerinin klasik sistem raylı taşıma vagon şeklinden, bantlı ve zincirli konveyör sistemine dönüştürülmesi ve otomasyon ile yapılması,

3. Üretim pano ayaklarındaki tahkimatın klasik arına paralel ağaç tahkimat sistemi yerine yarı mekanize hidrolik yürüyen tahkimat sistemine çevrilmesi, olarak belirlenmiş olup, en önemli ve öncelikli mekanize sistem dönüşüm planlaması olarak belirlenmiştir.

Yukarıdaki 3 ana parametrenin tam olarak uygulanması ve başarıya ulaşması ile 1.etap dönüşüm tamamlanmış olacaktır. Nihai olarak 2.etap dönüşüm ise;

4. Üretim ayaklarında kazı aracı olarak saban, hazırlık galerilerinde kollu galeri açma makinalarının kullanıma alınmasıyla planlanan mekanize sistem dönüşümünü tamamlanmış olacaktır.

Yukarıdaki parametrelerin uygulanması aşamasında yukarıda verilen kapsamın çerçevesi dışında kalan aşağıdaki hususlarda yeterli ve gerekli şartların var olduğu ön kabuller aşağıda sıralanmaktadır.

1. Mekanik ana havalandırma sistemine ait havalandırma planının olduğunu, aspiratör üniteleri, cebri tali havalandırma kol vantilatörleri ve diğer havalandırmaya ait ekipmanların yeterli sayıda ve güçte, yedekli halde olduğu, merkezi gaz izleme erken uyarı ile 7/24 sürekli kayıt sisteminin bulunduğu,

2. Galeri veya desandre kesitlerinin 6-8 m² olarak, damar içi hazırlık taban yolları, başyukarı ve kılavuzlardaki kömür bacaların kesitlerinin asgari 5 m² olarak halen uygulanmakta olduğundan yeterli olduğu,

3. Mevcut ocaklardaki ana nakliyat yolları tavan taşında ve yeterli kesitte olduğu, ancak bant konveyör aksı için kömür izohipsinden veya herhangi başka bir amaçla düz istikamette olmayan galeri bölümlerinde sağdan soldan tıraşlama-sıyırma veya bypass gibi yeniden sürülecek kısımlarda kazıların gerekebileceği,

4. Nitelikli iş gücü ve kalifiye personel ihtiyacı için Ermenek bölge insanının yeterli düzeyde olup mekanize sisteme uyum ve adaptasyon sorunu yaşanmayacağı,

5. Havalandırma, tahkimat, nakliyat ve su atımı ile iş güvenliği ekipmanlarının, acil kurtarma ve tahlisiye istasyonlarının mevcut ve yeterli düzeyde olduğu,

6. Ruhsat sahibi işverenlerin yeterli finans gücü ve tecrübeli teknik yönetimlerin bulunduğu, planlanan mekanize sistemlerin kurulması, uygulanması ve işletilmesi için yeterli ve gerekli madencilik tecrübe ve birikimlerinin olduğu,

7. Hazırlık ve üretim işlerinde kazı işlerinin klasik olarak şimdiye kadar olduğu gibi patlayıcı madde ile en azından geçiş sürecinde devam edilmesinin uygun olacağı, hazırlıklar için kollu galeri açma makinaları (KGAM), üretim ayaklarında saban veya kesici yükleyicilerin kullanımı için ayrı bir akademik çalışma yapılarak ve nihai olarak uygulamaya alınmasının uygun olacağı,

8. İşletmelerdeki teknik yönetimlerin mekanize sistemler ve uygulamaları için eğitim sürecinin gerekli olabileceği, mekanize sistem uygulaması olan işletmelere eğitim ziyaretlerinin yapılması, kurulum ve sonraki deneme süreçlerinde tedarikçi firmalardan eğitim desteği alınmasının uygun olacağı,

9. Mekanize sistemlerin ve ekipmanlarının avantajlarına rağmen çalışma ortamındaki risklerinin belirlenmesi, gerekli tedbirlerin alınması, çalışacak personelin iş emniyeti için eğitilmesi, iş güvenliği kontrol gözetimlerinin ve iş hijyeni ölçümlerinin periyodik olarak yaptırılmasının önemli olduğu,

10. İşletmelerin sosyal ve koro tesis imkanlarının, fiziki ve hijyen şartlarında iyileşme yapılmasının gerekliliği yanında, özellikle atölyelerde eksikliklerin süreç içinde giderilmiş olacağı öngörülmekle; belirlenen tüm şartların tamamının yeterli olacağından hareketle yukarıda verilen hususlar **kapsam dışında tutulmaktadır.**

4.3.2. Mekanize sistem dönüşümünde temel amaç ve hedefler

Ermenek Kömür Havzası'ndaki mekanizasyona sistemine dönüşüm ile madencilik sektörü ve ülkemiz madenciliğine dair genel olarak; Ermenek havzasının madencilik ve sosyo ekonomik şartları dahilinde özel olarak amaç ve hedefler aşağıda sıralanmaktadır.

Genel amaç ve hedefler;

1. Öncelikle ülkemiz yeraltı kaynaklarının yerli ve milli kömürün kullanılarak ülke ekonomisine katkısı için üretilerek katma değer sağlanması, her yıl ithal edilen yaklaşık 40 milyon ton ithal kömürün en aza indirilerek kömür gibi var olan enerji kaynaklarında, cari açık veren ülke bütçemize ek katkıda bulunulması, kömür için ödenen yaklaşık 4 milyar USD'lik ithalatın en aza indirilmesi,

2. 2014 yılında yaşanan maden kazalarından sonra Ermenek gibi benzer kaderi yaşayan ülkemizin birçok ilçesindeki kömür havzalarında klasik sistem uygulayan maden işletmelerinin Ermenek havzası mekanizasyon sistemi dönüşümündeki süreci örnek alarak durumu ve şartları uygun olanlara örnek teşkil edilmesi,

3. 2014 yılında yaşanan maden kazasına kadar 2.000 kişinin çalıştığı, yıllık yaklaşık 500.000 ton kömürün üretildiği, 10-15 tane maden işletmesinin faaliyette bulunduğu havzanın sosyo-ekonomik olarak tekrar canlandırılması, diğer il ve ilçelere devam eden göçün durdurulması, 2014 öncesi ekonomik duruma getirilmesi,

4. Mevcut faal olan yeraltı kömür işletmelerinin teknik olarak modernize edilmesi, mali durumlarının düzeltilmesi, çalışanlarının daha güvenli çalışma ortamında çalışmalarına imkân sağlanması, iş kazalarının en az %50 azaltılması, çalışanların ekonomik durumlarının dolaylı olarak düzeltilmesi,

5. Ermenek bölgesinde bulunan 10 milyon ton temiz enerji yakıtı olarak elektrik üretiminde, sanayide ve endüstride, ısınma amaçlı teshinde, organik gübre olarak tarımda vd. ilgili yerlerde kullanılarak ülke ve bölge ekonomisine katkı sağlanması

6. Kamu oyunda, ülke gündeminde Ermenek ve madencilik ile ilgili olumsuz algıların kaldırılması, herhangi bir maden kazası durumunda sorumsuzca yapılan çözüm ona bilirkişi yorumlarını, işveren/işveren vekili, teknik yönetimler ve diğer kamudaki ilgili taraflara gösterilen yargı sopasının oluşturduğu stres yükünün kaldırılarak, devlet (kamu denetimi)-işveren-çalışan üçlüsünün ortak paydada buluşturulması, sorun odaklı değil, çözüm odaklı düşünce platformunda sektör ve iş yeri hukuku üzerinden gidilerek mevcut sorunların çözüme kavuşturulacağı iklimin önünü açmaktır.

Özel amaç ve hedefler;

1. Mekanizasyonla yüksek iş güvenliği önlemleri ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanması ile iş kazalarının %50 azaltılarak, bölge ekonomisinin tekrar canlandırılması,
2. Mevcut işletmeler yıllık 40-50.000 ton/yıl kömür üretmekte, kömür üretim miktarlarının asgari 100.000 ton/yıl miktarına yükseltilerek verimli hale getirilmesi,
3. Klasik sistem, emek yoğun iş gücü ile yapılan üretimlerin makine ve ekipmanlarla, elektrik enerjisi sarfıyla otomasyon sistemlerine bağlı olarak yapılması,
4. Kömür üretim miktarında, işçi başına randımanın 1.5 ton/işçilik' ten 4-5 ton/işçiliğe yükseltilerek işçilik verimlilik artışının sağlanması,
5. Elektrik üretimi, sanayi ve endüstride kullanılmakta olan kömürün tam mekanize ocaklar ile ucuz ithal kömürdeki kalori başına düşen birim enerji kalori başına piyasa fiyatlandırılması sonucu; fiyat rekabeti için işletme maliyetlerinin 2.000 TL/tondan %50 maliyet azaltılarak 1.000 TL/ton civarına düşürülmesi amaçlanmaktadır.

4.3.3. Mekanize sistem dönüşümünde güçlüklerimiz ve çözüm noktası

Madenciliğin malum zorlu koşullarında, sorunların çözümü, mücadele azmi, ekip çalışması, her daim yenilenme ve rekabet için her şeyden önce adına değişim, gelişim veya dönüşüm her ne denirse densin zihinsel olarak işvereninden, teknik yönetimine ve mühendisinden en düşük vasıftaki çalışanına kadar hazır veya açık olmak zorunludur.

Statükoya uymak, alışlagelmiş düzene ayak uydurmak, bilinen ezberlerin bozulmaması kısacası zihinsel devrim yapmanın zorluğu, alışkanlıkların bozulamaması,

1-Madencilik her geçen yıl yüzey mostra madenciliği işletmeciliğinden derin yeraltı şartlarına doğru kaymaktadır. Derin ocakların teknik olarak yönetimi çok daha zor, maliyet unsurları çok daha pahalıdır. Dolayısıyla çok donanımlı ve tecrübeye dayalı dirayetli teknik mühendis yönetici ve yüksek finans gücünün bir arada bulunabilmesi,

2-Tecrübeli teknik yönetici, işveren/işveren vekili, mühendis ve teknik personelin azalması, maden kazalarının bir sonucu olarak cezai hukuk yaptırımları nedeniyle madencilikten çekilmeleri sonucu tecrübenin ve teknik hafızanın kaybolması ile ortaya çıkan çaresiz, tecrübesiz yönetim algısının ve kırılan umutların tekrar onarılması,

3.Şirketlerin ticari yapılanmalarında görev tanımlamalarının tam ve net olarak yapılmaması sonucu yönetim hiyerarşisinde oluşan belirsizliklerin giderilebilmesi,

4. Özel sektör madencilik şirketlerinde 50 yıllık işletmelerin 3.Kuşak aile bireyleri tarafından tecrübesizlik, liyakatsizlik ve ehil olmayan kişi/kişileri görevlendirmesi sonucu ortaya çıkan teknik sorunlar ve iş güvenliği tehlikeleri ile işletme finansmanını yanlış şekilde yönetmeleri sonucu yaşanan ekonomik mali sıkıntılar ve mali borçlar.

Çözüm için değerlendirmeler

Bugün için özel sektör madencilik şirketlerinin sahipleri birçoğu aile ve çok ortaklı şirket yapılanmasından meydana gelmektedir. Kurucularının %90 ölmüş hayatta kalanlarının çoğu doğal olarak iş ve çalışma hayatından çekilmişlerdir. Aile şirketleri 3. kuşak torunlar tarafından yönetilmektedir. Bunlar yukarıdaki sorunlara ek olarak aile içi mirasçılarla yönetim çekişmesi durumunda kalmaktadırlar.

Avrupa, Amerika, Avusturalya ve Kanada gibi ülkelerde 100-150 yıllık madencilik ve petrol şirketleri kurumsal olarak faaliyetlerini asırlar boyu sürdürebilmekte ve yeni yatırımlarda farklı şirketlerle yeni yatırım ortaklıkları yapabilmektedirler. Ülkemizdeki madencilik şirketlerinin istisnalar hariç çok azında kurumsal ve profesyonel yönetim anlayışına sahiptir. AR-GE'ye planlı çalışmalara önem verilmemektedir.

Çalışan profiline gelince orada da bazı değişim ve dönüşümler olsa da yeni nesil gerek mühendislerde gerek çalışanlarda madencilik yaşam tarzını ve mesleğini benimseyen madenci gittikçe azalmaktadır. Madenci profili ve aile kültürü diğer sektör çalışanlarından farklıdır. Yeni yaşam kültürü arasında kendine yer açmaya çalışmaktadır.

Yukarıda bahse konu mekanizasyon dönüşümü tüm zorluklarının yanında her şeyden önce inanç, mücadele, azim ve eğitimli planlı programlı beyin gücü istemektedir. Söz konusu beyin gücü finans ile birleşerek, zihinsel olarak inanç ve azimli ekip çalışması ile mekanizasyona dönüşüm, emniyet, güven, istikrar, verimlilik mutlaka gerçekleşir.

Kısa ve özet olarak; mekanizasyon dönüşümü ve uygulamak için ikna edilecek, işi sahiplenecek ve sürdürecektir, ortaya çıkacak sorunların üstesinden gelebilecek çözüm noktası, dinamosu, lokomotifini işveren veya çalışanlardan daha önce, teknik yönetimler yani mühendislerdir.

4.3.4. Mekanizasyon dönüşüm ve kurulum aşamasında operasyonel ekiplerin dikkat etmesi gereken hususlar

1. Planlama aşaması önlemleri

Geçiş hattı (kademeli) oluşturma: Klasik üretim devam ederken mekanize ekipmanların kurulması için üretim hattından ayrı, güvenli bir hazırlık/kurulum hattı planlanmalı (nakliyat bağlantıları, elektrik, havalandırma ayrı devre).

Kendiliğinden yanma riskine karşı izleme: FCC, CO/CO₂ oranı ve diğer indekslerle düzenli analiz yapılmalı; kendiliğinden yanmaya yatkınlık tespit edilen alanlarda mekanize ekipmanların ısıtıl/kıvılcım riskine karşı ilave koruma (su püskürtme, inert gaz enjeksiyonu, yüzey yalıtım) uygulanmalı.

Aşamalı uygulama (pilot → genişleme): Önce küçük bir pilot pano ile 12–18 aylık saha testi uygulanmalı; sonuç olumlu ise kademeli genişleme yapılmalıdır.

Göçertmeli uzun ayaklarda (longwall caving) özel önlemler: Tavan göçmesinin yaratacağı ani yük artışlarına karşı tahkimatın enerji emme kapasitesi ve yedek baskı elemanları planlanmalı. Ayrıca göçme-kayma kaynaklı sarsıntılar için titreşim/izleme sistemi kurulmalı.

2. Nakliyat organizasyonu önlemleri

Pano içi ve pano dışı nakliyat senkronizasyonu: Mevcut raylı vagon sistemiyle paralel şekilde çalışan pano içi zincirli konveyör (AFC) ve ana band konveyör bağlantıları tasarlanmalı; kapasite ve hız (tezin verdiği 80 t/saat gibi örnek değerler) uyumlu seçilmeli. Kurulum sırasında üretim akışı kesintiye uğratılmamalı (geçici bypass, ek nakliyat hattı).

Araç taşıma ve yol planlaması: Mekanize ekipman ağır ve uzundur; galeri taban yolları, rampalar, dönemeçler ekipman geçişine uygun hale getirilmeli (kesit, rampa eğimi ve beton/çelik destekler gerekebilir).

3. Personel görevlendirme iş gücü organizasyon önlemleri ve eğitimleri

1. Nitelikli liyakatlı kalifiye personel görevlendirilmesi,
2. İşbaşı eğitimlerinin anlaşılabilir şekilde verilmesi ile geri dönüş bildirimlerinin (feedback) alınması,
3. Ocak içine enerji sağlayan diğer yardımcı unsurlar ya da çalışma bölgesindeki kablo, boru, vantüp vd. iş ekipmanlarına veya iş makinelerine zarar verilmemesi
4. Çalışanın nakliyat araçlarından, konveör zincir-palet takımı, lastik bant ünitesi, kafa kuyruk üniteleri, döner tamburlu sistemlerden ve elektrik vs. zararı görmemesi için uygun ekipman veya ek önlemler alınarak çalışma yapılması,

Kademeli eğitim programı: Operatör, bakım personeli, gaz-yangın tahlisiyecileri ve güvenlik ekibi için mekanize sistem eğitimi; ilk 3–6 ay yoğun saha eğitimleri ve simülasyonlar.

Tahlisiyeci ve acil müdahale ekipleri: Mekanizasyona geçişte oluşabilecek yeni riskler (elektrik kaynaklı yangın, otomasyon hatası) için özel eğitilmiş tahlisiyeci ekipler hazır tutulmalı.

İşçi rotasyonu ve maruziyet azaltımı: Mekanizasyonda insan-makine arayüzü azalır ama belirli görevlerde (bakım, pano içi müdahale) maruziyet süresi planlanmalı; işçi yorgunluğunu önleyecek vardiya/rotasyon politikası uygulanmalı.

4. İş organizasyonu —üretimi aksatmamak için operasyonel tedbirler

Çift hatlı işletme (üretim devam ederken kurulum): Mevcut panonun üretimini korumak için yeni mekanize hattı mümkünse ayrı galeriden veya paralel kesitten kurun; kurulum sırasında sadece lokal ve kısa süreli kesintiler planlanmalı.

Gece/hafta sonu kritik montajlar: Büyük montaj, elektrik hattı kesimi gibi üretimi durduracak işler vardiya dışı/az üretimli zamanlarda yapılmalı. (Bu, işçi güvenliği ve üretim kaybı minimizasyonu sağlar.)

5. İzleme, otomasyon ve bakım stratejileri

Sürekli izleme (SCADA/IoT): Tahkimat basınç sensörleri, konverjans ölçerler, gaz/toz monitörleri ve ekipman durumunun uzaktan takip edilebileceği SCADA kurulmalı.

Kestirimci bakım: Rulman/sensör verileri ile parça değişim zamanları optimize edilmeli; büyük arızaların üretimi kesmemesi için yedek parça yönetimi (critical spares) yapılmalı.

6. Çevre-sağlık (toz, gürültü) ve mevzuat

Toz bastırma & sağlık takibi: Kesme noktaları ve konveyör transferlerinde su püskürtme; kişisel ve ortam toz ölçümleri (8 saat TWA) ve periyodik sağlık taramaları (röntgen, solunum fonksiyonları).

Gürültü ve titreşim: Mekanize ekipman gürültüsü için kulak koruyucu ve izolasyon tedbirleri; bakımın düzgün yapılması titreşimi ve aşınmayı azaltır.

7. Acil durum ve tahliye

Acil durdurma ve otomatik kilitleme: Gaz/ateş/konveyör sorununda sistemin otomatik durdurma, tahkimat kilitleme ve alarm fonksiyonları olmalı. Metan eşik değerleri ve otomatik durdurma mantığı (tezde örnek %1 uyarı, %1,5 otomatik durdurma) rehber alınmalı.

Kaçış yolları ve tatbikatlar: Her pano için kaçış yolu planı hazırlanarak, 6 aylık tatbikat uygulanmalıdır. Acil kurtarma istasyonu kurulmalı, tahlisiyeciler ekip hazır tutulmalıdır.

8. Kayıt raporlama ve Acil kontrol listesi takip edilmesi

- Saha girişinde güncel gaz/çoklu sensör haritası ve kritik eşikler.
- Tahkimat yedek parça seti + hidrolik yağ stoğu.
- Ex-proof sertifikaları kontrol edilmiş ekipman listesi.
- Pilot pano için devreye alma protokolü (test-load, alarm, fail-safe).
- Haftalık eğitim & aylık acil tatbikat takvimi.

4.3.5. Mekanize sistem uygulanmasında ve kullanılacak makinaların seçimine etki eden parametre kriterleri

Ermenek havzası: linyit horizonu tek damarlı, değişken kalınlıkta, yer yer ara kesmeli yapılar içeren, ortalama gaz içeriği desorpsiyonu $\approx 8-10 \text{ m}^3/\text{ton}$. Olan bir havzadır. Bu parametreler seçim kriterlerinin ana dayanaklarıdır.

Genel olarak; madencilikte **uzun ayak (longwall) mekanizasyonu** — uygun koşullarda *shearer* (kesici-yükleyici) veya *plough* ile hidrolik yürüyen tahkimat (shield) + zincirli/bant konveyör nakliyat. İnce/orta kalınlıkta veya lokal şartlarda **continuous miner** tipi yarı-mekanize birimler kullanılmaktadır.

4.3.5.1. Mekanize sistem uygulamasına etki eden faktörler seçim kriterleri

1. Kömür damarı kalınlığı, ayak boyu ve homojenliği

Tam mekanize sistem ayaklar için ayak boyu 200 m Yarı mekanize sistem ayaklar için 100 m aşılmamalıdır. Ermenek ölçeğinde zincirli konveyör boyu esas alınarak 80 m ideal olan ayak boyu mesafesidir. Damar kalınlığı mekanize uzun ayak için ideal: 1.5–4 m arası olup (Ermenek genel olarak 2.5–3 m ideal). Çok ince damar için continuous miner/uzunluk/kısmi yöntem.

2. Gaz içeriği (desorbe edilebilir metan, m^3/ton)

Gaz geliri $\geq 10 \text{ m}^3/\text{ton}$ → “gassy” sınıfındadır; ön drenaj, gaz izleme ve patlama koruması zorunlu; bazı mekanize ekipmanların (örneğin plough-pulluk) uygulanabilirliği sınırlanabilir veya ek önlemler gerektirebilir.

3. Kendiliğinden yanma (self-heating) eğilimi — FCC indeksi, kesişme nokta sıcaklığı

Yüksek FCC → kapalı devre havalandırma stratejileri, yangın söndürme hatları, baraj/azot uygulamaları ve ekipman malzeme seçiminde alev-dayanıklı komponentler gerektirir. (FCC ölçümleri ve **orta risk** düzeyinde).

4. Ocak yangınları / kendiliğinden yanma müdahale

Ocak içi su hatları, yangın dolapları, otomatik bant yangın söndürme sistemleri, kül/azot hatları, baraj malzemeleri ve portatif söndürücüler. Önlemler üst düzeyde olacaktır.

5. Havalandırma, gaz izleme, drenaj

Yüksek kapasiteli ana fan, lokal ventilatörler, metan/CO/oksijen sensörleri (otomasyonla enerji kesme/alarma). **Pre-drainage** sondaj ekipmanları (yüzey sondaj rigleri), yeraltı gaz drenaj bacaları (GGV/SGV). (UNECE/EPA/NIOSH kılavuzları).

6. Tavan/tabana kayaç özellikleri, konverjans ve taban kabarması

Mekanize ekipman boyut/taşıma için galeri kesiti minimum 6–8 m² gerekir; konverjans riskli sahalarda kaya saplama, bulon, mafsallı tahkimat vs. planlanmalıdır.

Ermenek havzasında faal olan mevcut yeraltı kömür işletmeleri için elde edilen $\sigma_c = 30,83 \text{ MPa}$ 'lık ortalama tek eksenli basınç dayanımı, ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering), sınıflandırmasına göre; **R3 (orta dayanımlı kayaç)** sınıfına girmektedir.

7. Jeolojik süreksizlikler (faylar, iri arakesmeler)

Ani gaz püskürtmesi, su yolu patlamaları ve aşınma riskleri artar. Bölge bazlı kontrol sondajları, stres/gerilme analizleri gerektirmektedir.

8. Mevcut galeriler, taban-yolu altyapısı ve nakliyat (raylı Sistem + zincirli ve bantlı konveyör nakliyat otomasyonu)

Mevcut altyapı mekanizasyon maliyetini, geçiş hızını etkiler; bant/ zincir konveyör kapasite ve kesit uyumu önemli. Ayak üretim kapasitesini karşılayacak düzeyde mekanize üretime hedefine göre 25-50 ton/saat kapasitede olmalıdır.

Konveyör seçiminde kapasite (ton/h), uzunluk, eğim, bakım kolaylığı ve yangın/sürtünme riskleri göz önünde tutulmalıdır.

9. Tahkimat / destek birimleri

Üretim ayakları için hidrolik yürüyen tahkimat (powered supports / shields) seçilebilir baskı/kapasite, hızlı yürüyüş, sensör/monitor entegrasyonu. Panelde göçertmeli veya ramble yöntemine göre farklı konfigürasyon.

Aşağıdaki veriler ışığında önerilen seçenekleri sıralanırsa;

1. Longwall (uzun ayak) — Tam mekanize (Tercih-1)

Bileşenler: shearer (kesici-yükleyici) veya plough (damar kalınlığı/şekline göre), tam mekanize hidrolik yürüyen tahkimat sistemi. Nedeni ise; yüksek verim, operatör güvenliği, iyi otomasyon/izleme olanağı. Uygun panel uzunluğu/planlamayla verimli.

2. Yarı-mekanize uzun ayak tahkimat sistemi (örnek tamburlu kesici-yükleyici ile yürüyen tahkimat) (Tercih-2)

Daha düşük sermaye, hidrolik tahkimat + yarı-otomasyon.

3. Continuous miner (kesintisiz kazıcı) + pillar recovery / room-and-pillar with conveyor (localized) (Tercih-3)

İnce damar, düzensiz jeoloji veya yüksek gaz riskli lokal sektörlerde; daha küçük panolar için uygundur. Gaz riskine karşı ek drenaj/vent.

Destek ekipmanları; Güç üniteleri (yüksek güvenli elektrik dağıtım), yedek parça deposu, bakım atölyesi, mobil krikolar, hidrolik test cihazları.

10. Üretim/metod seçenekleri (Ermenek havzasına göre önceliklendirme)

Arakathı veya taban-tavan ayaklı arakathı üretim (thick seam, multi-slice)

Kalın damarlarda iki katlı üretim teknikleri mekanizasyon ile birlikte değerlendirilmelidir. Diğer üretim şekli aynı anda arın +arka tavan kömürü birlikte seçenekleri üzerinde durulmalıdır.

11. Kesici / kazıcı ekipman ve maden makineleri (liste + seçim kriterleri)

- Shearer (kesici-yükleyici): seçerken → kömür dayanımı (UCS), abrasivite, damar kalınlığı, şekil, gerekli kesme gücü ve tambur konfigürasyonu değerlendirilmelidir. (Kaynak: shearer seçim algoritmaları).
- Plough (pull-type): daha ince damarlar/yüksek hız için düşünülebilir; bakım/başarısızlık oranları shearer'lara göre değişken.
- Continuous miner (w/ dust suppression & methane monitors): ince veya lokal panolarda.

12. İşletme finansmanı, bakım-personel yetkinliği, amortisman süresi

Mekanizasyon yüksek sermaye geri dönüş 3–7 yıl arası literatürde bildirilmiştir; bakım yetkinliği ve tedarik zinciri (yedek parça) seçimi kritik.

13. İSG ve çevresel kısıtlar (toz, gürültü, su)

Mekanize yüzeylerde artan toz → bastırma/filtre/scrubber zorunlu; su yönetimi, patlayıcı ortam kontrolü ve takibi gereklidir.

- **Toz bastırma ve filtreleme:** Tambur ve yüzey püskürtme nozülleri, scrubber/filtre üniteleri (continuous miner ve shearer için), konveyör örtüleri, merkezi su yönetimi sistemi. (NIOSH/MSHA kılavuzları).

14. Güvenlik/İSG tedbirleri (mekanizasyona özgü)

- **Gaz yönetimi:** Pre-drainage planı, panoya yakın üretim öncesi sondajlar, sürekli metan izleme, patlayıcı atmosfer uyarı ve otomatik enerji kesme.
- **Toz kontrolü:** tambur ve yüzey su püskürtme, scrubber, lokal hava akımı + periyodik solunabilir toz ölçümleri uygun periyotlarla ölçülerek takip edilmelidir.
- **Yangın / kendiliğinden yanma:** FCC indeksine göre riskli bölgelere özel plan (baraj, azot enjeksiyonu, kül uygulama, ısı izleme).
- **Tahkimat ve konverjans:** genişletilmiş kesitlerde konverjans takip sensörleri, periyodik bulon kontrolü, taban susuzlaştırma veya kireç enjeksiyonu gerektiğinde planlamada uygulanmalıdır.
- **Eğitim & bakım:** hidrolik/elektrik güvenliği, acil tahliye tatbikatları, makina operatör sertifikasyonu, tahlisiye ekipleri.

15. İzleme, otomasyon

Tahkimat basınç sensörleri, tambur/merkez sıcaklık izleme, CCTV/uzaktan kumanda, entegre SCADA/PLC ile enerji kesme gözetimi (gaza veya aşırı yük durumuna otomatik tepki).

4.3.5.2. Mekanizasyon uygulama aşamasında termin planlaması

1.Yıl 0 / Hazırlık (0–6 ay) : Detaylı saha jeoteknik ve gaz geliri incelemeleri (ocak bazında), FCC/oksidasyon testleri (eksikler tamamlanmalı). Finansman, tedarikçi seçimi (makine + servis sözleşmeleri), teknik personel işe alımı/deneyim programı.

2.Yıl 1 (6–18 ay) — Altyapı & pilot: Gateroad/ana galeri kesitlerinin 6–8 m²'ye yükseltilmesi (gerekirse yerel takviyeler). Havalandırma gücünün artırılması; pre-drainage sondajlarının başlatılması; yeraltı gaz geliri toplama hatlarının kurulması.

Bir pilot pano (yarı-mekanize tamburlu veya küçük longwall) kurup test etme: tahkimat davranışı, toz/gaz seviyeleri, nakliyat performansı.

3.Yıl 2 (18–30 ay) — Ölçeklendirme : Öğrenilenlere göre ekipman revizyonu, ikinci/üçüncü panelin devreye alınması (aynı anda birkaç panel varsa ardışık devreye alma). Operatör eğitimi ve bakım/hizmet altyapısının tam faaliyete geçirilmesi. Tam otomasyon elemanları (sensör/alarmlar) ile entegrasyon.

4.Yıl 3 (30–36 ay) — Tam geçiş ve optimizasyon

Tüm hedef panoların mekanize edilmesi; süreç optimizasyonu, ekonomik değerlendirme, geri dönüş analizleri. Süreklilik: periyodik denetimler, sağlık izlemleri, çevresel raporlama.

Not: Termin planlaması: sahadaki gerçek performansa göre revize edilmelidir — pilot sonuçları en önemli karar kırılım günleridir.

4.3.5.3. Değerlendirme-karar verme (karar matrisi önerisi)

- Ağırlıklar (%): Gaz içeriği %20; Kendiliğinden yanma riski %15; Damar kalınlığı/homojenlik %15; Jeoteknik/konverjans %15; Mevcut altyapı uyumu %10; Maliyet/finansman %10; İşgücü/ bakım yetkinliği %10.
- Her ocak/pano için 1–5 puan verip, ağırlıklı skorla **uzunwall / continuous miner / plough / yarı-mekanize tahkimat sistemi** tercihi çıkarılabilmektedir.

4.3.5.4. Mekanizasyon dönüşümünde ana bilimsel kaynak önerileri

Peng, S.S., *Automation in U.S. longwall coal mining: A state-of-the-art review*, Int. J. of Mining Science (2019). (Longwall/otomasyon değerlendirmesi).

Biały, W., *Selection of longwall shearers based on mechanical properties of coal*, (2024). (Shearer seçim algoritmaları).

UNECE, *Best Practice Guidance for Effective Methane Drainage* (methane drainage, pre-drainage).

NIOSH/MSHA, *Handbook for Methane Control in Mining & Best Practices for Dust Control in Coal Mining* (operational practices, dust control).

Emmerling J.E., *Dust suppression with water sprays during continuous coal mining* (klasik uygulamalar temel referans).

4.3.6. Üretim ayakları mekanizasyonu için kullanılacak tahkimat seçimi

Yeraltında mekanize kömür üretimi birçok yöntemle yapılmaktadır. Bu yöntemler genellikle kömürün kalınlığına, kömür yatağının eğimine, süreksizlik ve faylanmalara, sahaların büyüklüğüne, kömürün sertliğine, ihtiyaca, işletmelerin ve ülkenin ekonomi ve teknolojisine göre değişiklikler göstermektedir.

Ermenek havzası yeraltı kömür sahalarında, geri dönüşlü arkadan göçertmeli **esnek yarı mekanize tahkimat sistemi** ile uzun ayak üretim metodu uygulanması planlanmaktadır.

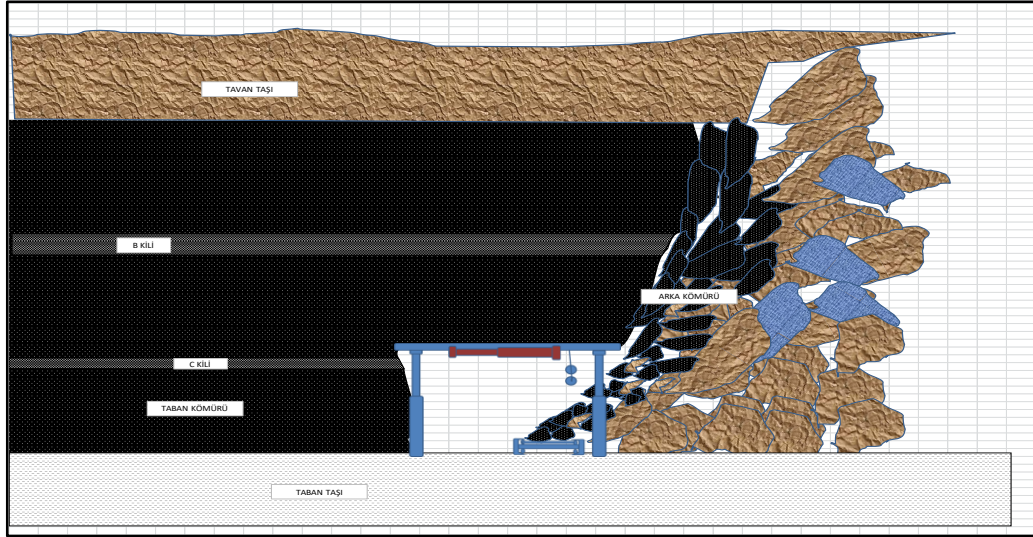
Üretim yönteminde kazı; kömürün aynadan kazılması şeklinde yapılmakta olup, kalın olan damarlarda ise ayna kazısı ile birlikte kömürün ayak arkasından tavandan göçertilerek kazanılması ile şeklinde yapılabilmesi de mümkündür.

Ermenek kömür havzasında kömür damarı kalınlığı ortalama 50 cm-10 metre kalınlığında olup ocaklara veya panolara göre değişmektedir. Kömür damarı ile taban ve tavan formasyonunun jeomekanik değerlerinin uygun olması nedeniyle tek katlı olarak aynı anda arka tavan kömür boşaltmalı ayak olarak veya dilimli tavan ayak-taban ayak şeklinde alınması da mümkün görülmektedir. Bu yöntemlerin her ocak için veya aynı ocak için farklı panolarında değişim gösterebilmesi mümkündür. Şekil 4.45 ile şekil 4.47'deki ilgili çalışmalara dair görsel kesitlere bakılabilir.

1. Ermenek havzası kömür damarlarında tespit edilen ortalama desorbe edilebilir gaz içeriği ($\sim 8-10 \text{ m}^3/\text{ton}$) ve FCC indeks verileri, pano bazlı pre-drainage, sürekli gaz izleme ve gaz oluşumuna hassas ekipman seçimini zorunlu kılmaktadır.

2. Mevcut galeri kesitleri ve konverjans problemleri göz önünde bulundurulduğunda, mekanize sistem planlamasında galeri kesitlerinin $6-8 \text{ m}^2$ 'ye yükseltilmesi, kaya saplama ve bulonlama ile konverjans yönetimi yapılması gerekmektedir.

3. Uzun ayak (longwall) mekanizasyonu, uygun panel geometri ve yeterli tahkimat kapasitesi sağlandığında hem verim hem de iş sağlığı açısından avantaj sağlamaktadır; buna karşın yüksek gazlı veya kendiliğinden yanmaya yatkın bölgelerde kapsamlı risk azaltıcı önlemler gerektirmektedir.



Şekil 4.55 Yarı mekanize ayak arın ve arka tavan kömürü aynı anda üretim kesit görünümü

Yarı mekanize üretim ekipmanları şiltler (geniş ve dar şiltler), konveyörler, elektrik ekipmanları, hidrolik ve pnömatik ekipmanlardan oluşmaktadır. Yarı mekanize tahkimatında kullanılan şiltlerin teknik özellikleri Çizelge 4.45’ de ve arka kömür boşaltmalı üretim kesiti görünüşü Şekil 4.55’ de verilmektedir

Çizelge 4.45 Yarı mekanize şilt ünitelerinin özellikleri

Tip Özellikleri	G Tipi
Tahkimat Yüksekliği	1500-2400 mm
Tahkimat Uzunluğu	2700 mm
Tahkimat Genişliği	1165-1200 mm
Tahkimat İlerlemesi	800 mm
Çalışma Dayanımı	2400 kN
Ağırlık	1196-1298 kg

Kömürün kazılması – arın (ayna) çalışması : Kömürün kazı çalışması genellikle aynanın patlayıcı ile gevşetilerek, kazma ve martopikör ile kazılan kömürün konveyöre yüklenmesi ile yapılmaktadır. Kazı çalışması sırasında şiltler kazılan yere kumanda kolu vasıtasıyla ötelenerek kazılan yerin tavanının emniyeti sağlanır. Kazı çalışmasında iki kişiden oluşan bir ekip 6-8 şilt (7,5-10 metre) kazı yapabilmektedir.

Ayna kazısı tamamlanan bölgelerde ayak arkasında kalan kömürler, delme patlatma veya şiltin arka pistonlarının indirilip kaldırılması marifeti ile ezilerek alınır. Arka kömürünün alınmasında iki kişilik bir ekip 20 şilt arkasındaki kömürü kazanabilir.

Yarı mekanize ayaklarda üretim miktarı kazı için çalışan ekiple doğru orantılı olarak artar. İki kişide oluşan bir ekip ortalama 70 ton kömürün üretimine karşılık gelmektedir.

Oluk havesi : Arka kömürün alınması bittikten sonra konveyörün ön haveye alınarak bir sonraki havenin çalışması için hazırlık yapılır. Ayağın motor başından kuyruğuna kadar konveyörün geleceği yeni yerin temizliği yapılmalıdır. Taban alınması sırasında şiltlerin ön pistonlarına dikkat edilmelidir. Taban alırken şiltin ön pistonlarını piston boyunca maksimum seviyede tabana indirilmelidir.

Have çekimi : Çekim, arka pistonların önünde bulunan çift zincirli konveyörün, ön pistonların arka tarafına açılmış olan oluk havesine çekilmesi işidir. Bu işlemler mekanik biriminde çalışanlar tarafından yapılmaktadır. (Şekil 4.56)'de çekim işlemi başlarken öncelikle enerjiyi kestirerek baş oluğu havalı caraskal yardımı ile ön haveye çekilir. Ayak içi olukları iki ya da üç tane caraskal yardımı ile beş olukta bir caraskal bağlanarak aynı anda konveyör arın kısmına yanaştırılır. Çekim çalışmaları 20 dakikalık bir zaman diliminde tamamlanmaktadır.



Şekil 4.56 Yarı mekanize tahkimat sisteminde çalışma aşamaları kesit görünümü

Nakliyat Çalışmaları :

Ayaklarda üretilen kömür, çift zincirli konveyör ile toplayıcı (sabit) konveyörüne dökülür. Toplayıcı (sabit) konveyör ile taşınan malzeme, önde kurulu olan bantlar vasıtası ile yerüstüne çıkartılmaktadır.

Ayak ve toplayıcı konveyörler genellikle 22-30 kW gücünde olup, 80 ton/saat kapasitede, bant konveyörler 600-800 mm genişliğinde olacaktır. Toplayıcı konveyörler

üzerinde kaba kırıcılar olup, bant nakliye sisteminde sözleşmenin gerektirdiği boyutlarda kömür üretimi için sekonder kırıcı bulunabilmektedir.

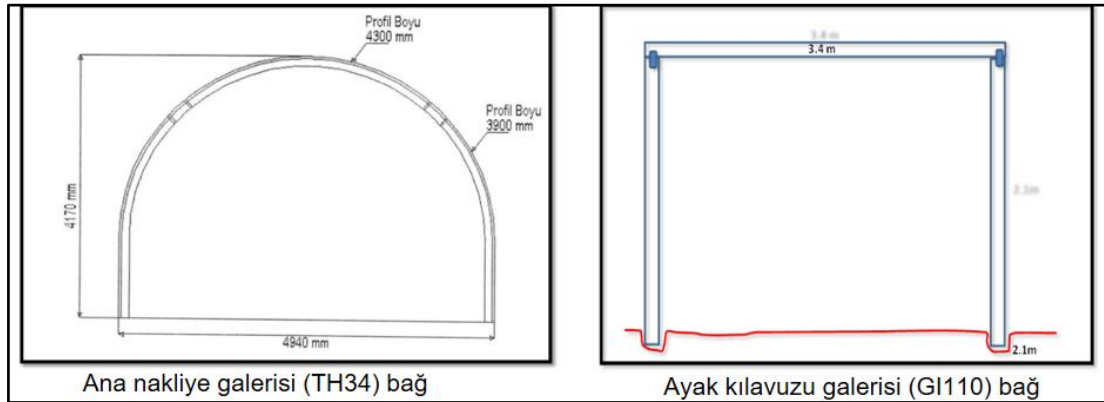
Havalandırma Çalışmaları :

Ermenek yeraltı ocaklarının havalandırması nefeslik ocak çıkış kotunda kurulu olan iki adet olan biri yedekli emici aspiratör ünitesi ile sağlanmaktadır. Bu aspiratörler 30-45 kW gücünde olup 500-1000 m³/dak debi kapasitesinde çalışmaktadır.

Ocak giriş kotundan giren temiz hava, hava kapılarının yönlendirmesi ile pano üretim ayağından geçerek hava dönüş yolunda toplanarak nefeslik desandresinden dışarıya emilmektedir. U-tipi merkezi ve aşağıdan yukarı yönlü havalandırma tipi uygulanırken birden fazla üretim panosu olması durumunda her pano için müstakil paralel havalandırma yapılacaktır. Hava hızı kararlı akışkan halde ve 0,5-2,0 m/san arasında olacaktır.

Hazırlık Çalışmaları:

Hazırlık çalışmaları delme-patlatma ve klasik kazma küreme araçları ile yapılmaktadır. Mekanize sistemin son aşamasında galeri açma makineleri, yükleyiciler gibi makine teknikleri kullanılarak yapılması planlanmaktadır. Üretim yöntemine göre galeri genişlikleri 3,3-5,0 m arasında, yükseklikleri 2,2-3,0 m arasında değişmektedir. Hazırlık galerilerinde kullanılması planlanan demir bağ tahkimat tipleri Şekil 4.57’de verilmektedir.



Şekil 4.57 Mekanize sistem hazırlık çalışmalarında kullanılan tahkimat malzemeleri/sistemi

4.3.7. Klasik sistemdeki ayak tahkimatına gelen tavan yüklerinin hesaplanması

Örnek Uygulama : 3 m kalınlığındaki yatay bir kömür damarı, her biri 1,25 m genişliğinde olan ve maksimum 3 have çalışılan, göçertmeli uzun ayak yöntemi ile çalışılmaktadır. Kömür damarının hemen üzerinde yer alan tavan tabakaları sıra ile 2 m'lik ince taneli kumtaşı ve 7 m'lik iri taneli kumtaşı birimlerinden oluşmaktadır. İnce taneli kumtaşının birim hacim ağırlığı 22 kN/m^3 ve kabarma katsayısı $k=1,4$ olarak tahmin edilirken, iri taneli kumtaşı için bu değerler 28 kN/m^3 ve 1,6 olarak verilmektedir. Tavan tabakaları oldukça sağlam olduğundan domuzdamı havesinin yaklaşık 2,5 m gerisinden kırılmaktadır.

Ayakta arına paralel ahşap tahkimat kullanılmaktadır. Sarma boyları 4 m olup, her sarmaya 3 adet çatal direk vurulmaktadır. Bir sarmalık kısma 2 adet domuzdamı kurulmaktadır. Her bir çatalın emniyetle taşıyabileceği yük 200 kN ve her bir domuzdamının emniyetle taşıyabileceği yük 1000 kN olarak alınacaktır.

Buna göre;

- yalancı tavanın kalınlığını
- Ayağın 1 sarmalık kısmına gelen tavan yükünü
- Ayaktaki tavan yükü yoğunluğunu
- Tahkimatın taşıyabileceği yük yoğunluğunu belirleyiniz ve yorumlayınız

Çözüm: a) Yalancı tavan yüksekliği

$$\gamma = 28 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad k = 1.6$$

$$H_y = H_{y1} + H_{y2}$$

$$\gamma = 22 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad k = 1.4$$

$$H + H_{y1} + H_{y2} = H_{y1} \times k + H_{y2} \times k$$

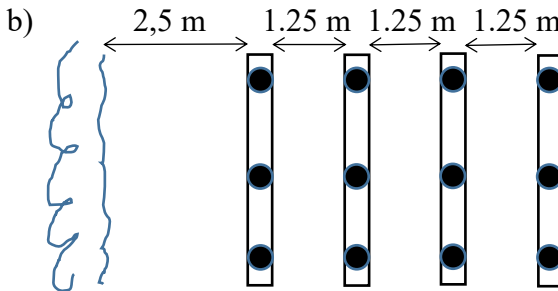
$$3 + 2 + H_{y2} = 2 \times 1.4 + H_{y2} \times 1.6$$

$$5 + H_{y2} = 2.8 + 1.6 H_{y2}$$

$$0.6 H_{y2} = 2.2 \quad \text{ise } H_{y2} = \frac{2.2}{0.6} = 3.67 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{Yalancı tavan kalınlığı } H_y = H_{y1} + H_{y2} = 2 + 3.7 = 5.7 \text{ m}$$

$$(\text{Kontrol: } 3 + 2 + 3.67 = 2 \times 1.4 + 3.67 \times 1.6 = 8.67 \text{ m})$$



1 Sarmalık kısmın tavan alanı

$$A_y = [(1.25 \times 3 + 2.5) \times 4] = 25 \text{ m}^2$$

Taşınan yalancı tavanın hacmi

$$4 \text{ m} \quad V_y = V_{y1} + V_{y2}$$

$$V_{y1} = A_y \times H_{y1} = 25 \times 2 = 50 \text{ m}^3$$

$$V_{y2} = A_y \times H_{y2} = 25 \times 3.7 = 92.5 \text{ m}^3$$

$$V_y = 50 + 92.5 = 142.5 \text{ m}^3$$

1 sarmalık bölgeye etkiven tavan yükü

$$F_y = V_{y1} \times \gamma_{y1} + V_{y2} \times \gamma_{y2} = 50 \times 22 + 92.5 \times 28 = 3.690 \text{ kN}$$

c) Ayaktaki tavan yükü yoğunluğu (tavan alanı olarak tahkimatlı havelerin toplam alanı alınacaktır)

$$T_{vYY} = \frac{3690 \text{ kN}}{(3 \times 1.25) \times 4} = 246 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

d) Tahkimatın taşıyabileceği yük yoğunluğu

Toplam çatal sayısı 12 tane * (200 kN)
Toplam domuzdamı sayısı 2 tane *(1000 kN

Tüm çatalların güvenle taşıyabileceği yük

$$\sum F_{\zeta} = 12 \times 200 = 2.400 \text{ kN}$$

Her iki domuzdamının güvenle taşıyabileceği yük

$$\sum F_{dd} = 2 \times 1000 = 2.000 \text{ kN}$$

1 sarmalık bölgedeki tahkimatın güvenle taşıyabileceği yük yoğunluğu

$$\sum F = \sum F_{\zeta} + \sum F_{dd} = 2400 + 2000 = 4.400 \text{ kN}$$

$$(P_t)_{güv} = \frac{4400}{(3 \times 1.25) \times 4} = 293.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G.k. = \frac{(P_t)_{güv}}{T_{vYY}} = \frac{293.3}{246} = 1.19 < 2 \text{ olduğundan (tahkimat yetersiz, güvenli değil)}$$

[Ne gibi önlemler alınabilir?]

Değişik nizamnamelere göre yorum yapılabilmekte

Ör: Alman $(P_t)_{min} = 80 \text{ H}$ ($\alpha < 18^\circ$) $(P_t)_{min} = 80 + 3 = 240 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ (tam sınırda)

NCB $(P_t)_{min} = 150 \text{ H}$ $(P_t)_{min} = 150 \times 3 = 450 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ (güvensiz yetersiz)

Yukarıda verilen örnek uygulamada klasik üretim ayağındaki tahkimat unsurlarının tümüne gelen gerilmelerin kN/m^2 olarak dağılım hesabı verilmiştir. Buna göre yarı mekanize tahkimat sistemlerindeki kurulum ve dayanım hesaplamalarının ocak ya da üretim ayağı için teknik özellik parametrelerine göre dizayn edilmeli ve çeşitli tabaka kontrolü sağlayan emniyet yaklaşımlarına göre güvenlik katsayısı uygun değerde seçimi yapılmalıdır.

4.3.8. Mekanize sistem uygulamalarının sonuçlarına dair ve değerlendirmeler

1-Ermenek kömür havzasında yer alan yeraltı kömür ocaklarında bugüne kadar üretim faaliyetleri büyük ölçüde klasik yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Pilot işletmede mekanize sistemin uygulanması sonrasında elde edilen olumlu sonuçlar doğrultusunda, havzanın genelinde **esnek yarı mekanize tahkimat Sistemi**'nin yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

2-Özellikle tam mekanizasyona uygun olmayan; boyutları yetersiz, taban koşulları çürük, ocaklarda ya da ondülasyonlu kalın kömür damarlarına sahip panolarda, esnek yarı mekanize tahkimat sisteminin kullanımıyla **daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir** bir üretim gerçekleştirmenin mümkün olduğu belirlenmiştir.

3-Bu sistemin uygulanmasıyla birlikte, çalışanlar açısından **daha güvenli bir çalışma ortamı** oluşturulacağı ve bu sayede iş kazası riskinin önemli ölçüde azalacağı öngörülmektedir. Sosyal Güvenlik Kurumu'nun son yıllarda işe bağlı olmayan hastalıkları da iş kazası kapsamında değerlendirmesine rağmen, Ermenek kömür ocaklarında **kaza sıklık ve ağırlık oranlarının yaklaşık %50 oranında düşmesi** beklenmektedir.

4-Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, sistemin devreye alınmasıyla **bazı sarf kalemlerinde azalma** olacağı; toplam maliyetlerde yaklaşık **%30'luk bir artışa rağmen**, üretim miktarının en az **%100 oranında artması** sayesinde ton başına birim maliyetin düşeceği hesaplanmaktadır. Ayrıca, çalışan başına üretim randımanının klasik sisteme kıyasla **2,5 ila 3 kat artması**, üretimde fiilen çalışan sayısının artırılmasıyla bu oranın daha da yükseleceği öngörülmektedir.

5-Sonuç olarak, esnek yarı mekanize tahkimat sistemi uygulamalarının Ermenek kömür havzasında elde ettiği sonuçlar, **ülkemiz yeraltı kömür madenciliğinin modernizasyonu ve iş güvenliği kültürünün geliştirilmesi açısından önemli bir örnek teşkil etmekte** olup, benzer sahalarda yürütülecek çalışmaların Türkiye madenciliğinin gelişimine anlamlı katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

4.3.9. Yarı mekanize hidrolik yürüyen tahkimat tipi tanıtımı ve seçimi

Yarı mekanize tahkimat sistemi ve sürekli kesici birlikte (örnek uygulama)

1) Kısa özet — veriler veya saha koşulları

- Rölativ jeoloji: Orta Miyosen linyit; marn üst örtü; altta kil/ kil taşı (M1).
- Kömür damar kalınlığı: **13–24 m**, ortalama **17 m** (çok kalın).
- Tavan kaya: **marn**, kalınlık **80–150 m**.
- Kömür basınç dayanımı: **5–10 MPa**.
- Tavan altında 2–3 m aralığında kil ara tabakaları; tabana yakın 0.3–1 m kil şeritleri.
- Yeraltı suyu: marn üstünde mevcut — **ani su girişleri ve sızıntı riski**.
- Ocağın su tahliye kapasitesi: **ort. 120–150 m³/saat**, maksimum **300 m³/saat**.
- Panolar/çalışma hatları: Mekanize pano uzunluğu **750 m**, çalışma yüzeyi uzunluğu **100 m**.

2) Önerilen maden makinaları ve kesici-kazıcı ve nakliyat ekipmanı

- **Shearer (kesici):** MG200/460-WD veya MG220/511-WD (kesme yüksekliği 2–3 m'ye uygun).
- **Konveyör (AFC/BSL):** SGZ630/220 (ön) ve arka kısımda uyumlu aynı model (yedek/standartlaşma için).
- **Tahkimat (dokümanda önerilen):** ZH2600/20/30Z(Q) (özellikle 2–3 m kesim yüksekliğine göre uygun).

Nedeni: Shearer modelleri ve SGZ630/220 band kapasitesi kombine edildiğinde panodan verimli yük alma ve ana nakliyata uyum sağlanır; ZH2600 tahkimatı ise saha tabakalarına ve hesaplanan **Pc ≈ 0.54 MPa** değerine göre yeterli destek sunmaktadır.

I. Maden Sahasının/İşetmecinin Talepleri

- ❖ Mekanize uzun ayakta kullanılmak üzere, Kombine kirişli tip kesicili arkadan kömür üretim yöntemine uygun yarı mekanize tahkimat
- ❖ Tam entegre kontrol sistemine sahip hidrolik kumanda donanımı

II. Tahkimat Tipi Seçiminde Dikkate Alınması Gereken Faktörler

- ❖ Üretim yüksekliği: 2–3 metre
- ❖ İşçi emeğini azaltarak verimliliği artırması
- ❖ Basit kullanım ve yüksek güvenlik

III. Önerilen Tahkimat Tipi

- ❖ Çalışma yüzeyindeki kömür damarının kalınlığı, tavan ve taban katmanlarının özellikleri ve maden sahası yönetiminin görüşleri dikkate alındığında:

- ❖ Bu çalışma yüzeyinde ZH2600/20/30Z(Q) tipi kombine üst kirişli, merkezi kontrollü, mekanize kömür üretimine uygun hidrolik destek sistemi önerilmektedir.
- ❖ Bu destek sisteminin kesim yüksekliği 2–3 m olup, çevrim adım uzunluğu 650 mm'dir.
- ❖ Destek sütunu çapı 140 mm'dir.
- ❖ Mekanize tavan boşaltımı yöntemi kullanılır ve çökme yönetimiyle boşluk tavanı kontrol edilmektedir.

Yarı mekanize hidrolik yürüyen tahkimat tipi tanıtımı

ZH2 600/20/30Z(Q) ve ZH3 600/20/30Z(Q) Tipi Kombine Üst Kirişli Merkezi Kontrollü Mekanize Hidrolik Tahkimat Sistemi

1. Teknik Parametreler

ZH2 600/20/30Z(Q) ve ZH3 600/20/30Z(Q) Tipi Kombine Üst Kirişli Merkezi Kontrollü Mekanize Hidrolik Tahkimat Sistemine ait teknik parametreleri Çizelge 4.46'da, tahkimat ünitesinin en kesit teknik ölçüleri Şekil 4.58 ve 4.59'da verilmektedir.

Çizelge 4.46 Yarı mekanize hidrolik tahkimat sistemi teknik parametreleri

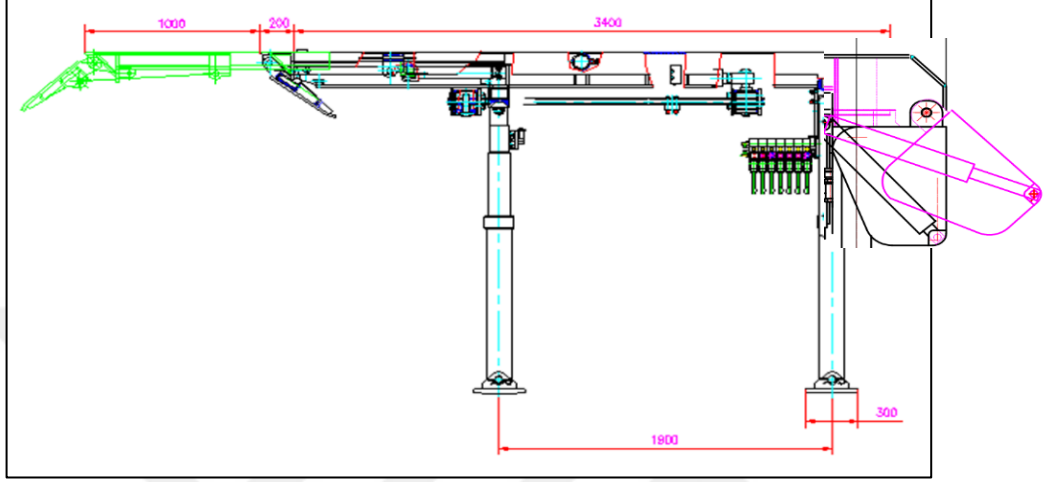
Teknik Özellikleri Adı	Birim	Parametreler		Açıklamalar
		Normal Tahkimat	Motorbaşı Tahkimat	
Tahkimat uzunluğu	mm	3600	4600	
Tahkimat yüksekliği	mm	2000--3000		
Üst Tabla Uzunluğu	mm	(3400 +200)*960	(4400 +200)*960	200 mm uzatmalı üst kiriş dahil değildir
İki Tahkimat Merkez Mesafesi	mm	1000		
Direk Çapı	mm	140		
Direk Sayısı		4		
Direk Stroğu	mm	1000		2000mm - 3000mm
Tahkimat Adım Mesafesi	mm	650		Kesiciye göre
Çalışma Direnci	kN	2600	3600	
Uygulanabilir Yük	kN	1938	2710	
Destekleme Gücü	MPa	0.72	0.78	
Pompa Basıncı	MPa	31.5		
Çalışma Sıvısı		M10 emülsiyon sıvısı		%3–5 konsantrasyon
Ağırlık		Yaklaşık 3000 kg Yaklaşık 3300 kg		

Malzeme Özellikleri:

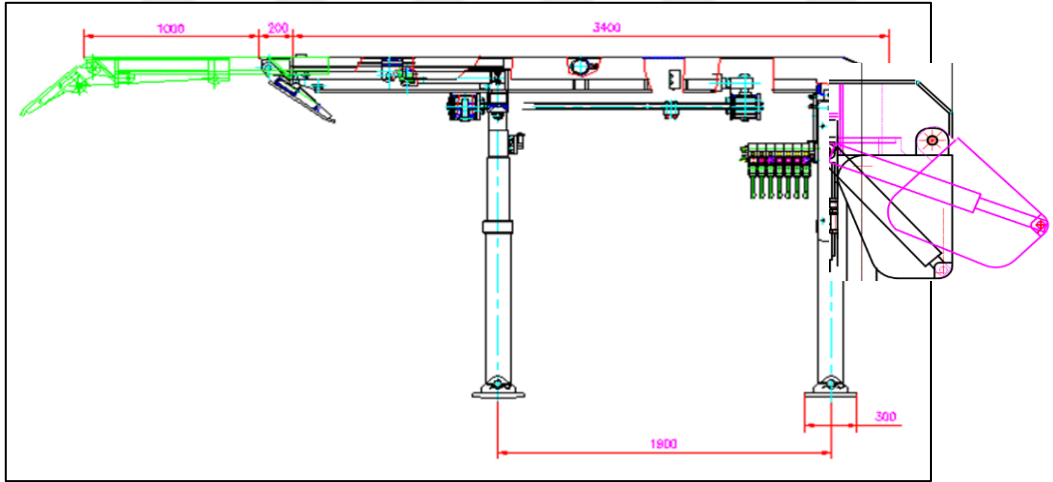
- Tahkimat materyali: Q345B
- Hidrolik direk materyali: 27 SiMn, piston kolu: 27 SiMn
- Hidrolik tüm valf grubu: Paslanmaz çelik 3Cr13 materyal, fittings ler Carbon Steel
- Hidrolik hortumlar: MSHA Sertifikalıdır.

2. Tahkimat Yapısı

- Üst kiriş genişliği: 960 mm
- Standart olarak 4 adet Ø140 mm çift yönlü hidrolik direk
- Kesim yüksekliği: 2–3 m
- Merkez aralığı: 1000 mm



Şekil 4.58 Yarı mekanize sistem ZH2600/20/30Z(Q) Tahkimat yapı şeması



Şekil 4.59 Yarı mekanize sistem ZH2600/20/30Z(Q) Tahkimat ölçüleri kesiti

Kapasite hesaplaması

Destekleme Dayanımı Hesabı

Standart tavan basıncı hesaplama formülüne göre, tavan basınç dayanımı genellikle kesme yüksekliğinin 4 ila 8 katı olarak alınır. Burada 8 katı esas alınarak hesaplama yapılmıştır:

$$P_c = 8 \times h_c \times \rho = 8 \times 2.6 \times 2.6 = 0.54 \text{ MPa}$$

Açıklamalar:

Pc: Tavanın maksimum basınç dayanımı (ilk gelen basınç)

hc: Kesme yüksekliği, burada 2,6 metre olarak alınmıştır

ρ : Tavan kayacının birim hacim ağırlığı, burada 2.6 ton/m² olarak kabul edilmiştir

Söz konusu destek modelinin destekleme dayanımı 0,65 MPa'dır ve bu değer, hesaplanan tavan basınç dayanımından büyüktür. Bu nedenle, bu destek modelinin dayanımı madenin tavan yükünü karşılamak için yeterlidir.

3-) Hızlı sayısal doğrulama (özet sonuçlar — dokümandan hareketle)

- Dokümanda verilen $P_c \approx 0.54 \text{ MPa}$
- **(Hesap: $8 \times hc \times \rho$; $hc=2.6\text{m}$, $\rho=2.6 \text{ t/m}^3$) doğrulandı.**
- Doküman: **ZH2600 Uygulanabilir yük = 1938 kN** → 1 m merkez aralığında bu P_c 'yi aşmak için yeterli; emniyet faktörü ≈ 3.65 .
- **Su ve kil etkisi** göz önüne alınmalı; su anında tavan etkin ağırlığı artar/dinamize olur → emniyet faktörü konservatif davranılmalıdır.

Çizelge 4.47 Yarı mekanize hidrolik tahkimat sistemi kapasite hesap çizelgesi

Kategori	Kalem / Konu	Birim	Parametre
Hesaplama Koşulları	Çalışma Yüzeyi Uzunluğu (Ayak)	m	100
	Kömür Kalınlığı	m	2.60
	Yoğunluk (kömür özgül ağırlık)	ton/m ³	1.36
	Döngü İlerlemesi	m	0.63
	Toplam Geri Kazanım Oranı	%	85
	Günlük Döngü Sayısı	Adet	6
	Aylık Üretim Gün Sayısı	Gün	30
	Yıllık Üretim Gün Sayısı	Gün	300
Kapasite Hesabı	Döngü Üretimi	Ton	189,35
	Günlük Üretim	Ton	1.136,11
	Aylık Üretim	Ton	34.083,50
	Yıllık Üretim	Ton	340.835,04

Not: Uygulama öreğine dair kapasite hesaplama tablosu çizelge 4.47'de yer almaktadır. Verilen Üretim kapasite hesabı kesici (shearer) ın 1-döngü ilerlemesi hesabına yapılmış olup, arka kömür hesabı dahil edilmemiştir. Ortalama 17 m kömür damarı için günlük üretim 7000-7500 ton a kadar çıkacağı hesaplamalarla görülmektedir.

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Dünyada ve ülkemizde kömür rezervleri tükendikçe açık ocak metoduyla kömür kazanımı gittikçe azalacak olması, kömür yataklarının derin yeraltı kömür madenciliği ile işletilmesini mümkün kılacaktır. Yeraltı kömür madenciliği içinde barındırdığı riskler ve zorluklar nedeniyle mekanize olma yönünde hızlı bir değişim süreci geçirmektedir.

Bu nedenle yeraltı linyit üretim faaliyetlerinin hızla mekanizasyona geçirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde Çayırhan Havzası sonrasında Soma, Tunçbilek ve Trakya ve Amasya ve Denizli bölgesinde mekanize madenciliğe hızlı geçiş yapılmıştır. Yeraltı linyit yataklarının büyük kısmı tam mekanize üretim metoduna uygun olmakla birlikte, jeolojik tektonizma ve yapısal bozukluğa uğramış kömür sahalarında da mekanize üretim yapılabilmesi açısından yarı mekanize üretim metodu büyük avantajlar sağlayacaktır.

1950’li yıllarda tam mekanize sisteme geçişle birlikte kömür üretimi ve verimlilik önemli oranda artmıştır (Anon, 1995; Peng, 2006). Avrupa’ da başlayan ilk mekanize uzun ayak madenciliği günümüzde Amerika ve Avustralya ağırlıklı olarak dünyanın dört bir yanında geliştirilerek kullanılmakta olan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizde mekanize kazı ile uzun ayak yöntemi 1987 yılında TKİ’ ye bağlı OAL işletmelerinde uygulanmaya başlamıştır. Aynı dönemde TKİ bünyesinde Tunçbilek ve Soma havzalarında da kullanılmıştır. 1990 sonrası kömür ocakları ve termik santrallerinin özelleştirmeleri ile birlikte özel sektör tarafından çalıştırılan kömür ocaklarında mekanize kazı uygulanan uzun ayaklar faaliyete alınmıştır. Halen Çayırhan, Soma, Tunçbilek, Trakya, Amasya ve Zonguldak bölgelerinde mekanize ve yarı mekanize üretim yöntemleri uygulanmakta olup, giderek yaygınlaşmaktadır (Sığircı, 2021).

5.1. Yarı Mekanize Tahkimat Sistemine Dönüşüm Uygulaması

5.1.1. Teknik proje parametreleri ve örnek proje modeli

Üçpınar Madencilik Ermenek Kömür İşletmesi adına ERA GRUP (Konya) ve ALA GRUP (Ankara) firmaları ile yapılan yarı mekanize tahkimat sistemi dönüşümü proje verileri teklifi için; ocaktaki mevcut durum üretim şartları ile planlanan yarı mekanize kazı sistemine göre belirlenmiş olan parametre verilerinin yer aldığı tablo aşağıda çizelge 5.1’de verilmektedir.

Çizelge 5.1. Klasik ve yarı mekanize sistem dönüşümü için parametre verileri

ÜÇPINAR ERMENEK İŞLETMESİ YARI MEKANİZE ÜRETİM PROJESİ		
PARAMETRELER	MEVCUT KLASİK ÜRETİM ŞARTLARI	PLANLANAN / MEKANİZE HEDEFLenen ŞARTLAR
AYAK BOYU (Metre)	70 METRE	80 Metre
DAMAR KALINLIĞI (Metre)	Üretim Kalınlığı 2.50- 3.00 Metre	Stamp Kalınlığı 6.00-9.00 Metre
AYNA YÜKSEKLİĞİ (Metre)	Maksimum 3,00 m	2,60 m
DAMARIN EĞİMİ (Derece)	25-45 derece	25-45 derece
PANO BOYU (Metre)	100-150 Metre arası	200-250 Metre arası
ÜRETİM MİKTARI (ton/GÜN)	100.00	250.00
ÜRETİM MİKTARI (ton/AY)	2,600.00	6,500.00
ÜRETİM MİKTARI (ton/YIL)	31,200.00	52,000.00
ÜRETİM DE ÇALIŞAN İŞÇİ	60	60
KÖMÜR YOĞUNLUK (kg/m ³)	1,30	1,30
AĞAÇ SARFI (Üretim ton/dm ³)	ÜRETİM SARFIYATI	20 dm ³ /ton
AĞAÇ SARFI (Hazırlık ton/dm ³)	HAZIRLIK SARFIYATI	5 dm ³ /ton
NAKLİYAT ŞEKLİ	ZİNCİRLİ KONVEYÖR	80 ton/saat
TAHKİMAT SİSTEMİ	AĞAÇ KLASİK TİP	YARI MEKANİZE TAHKİMAT
AYAK ARKASI EMNİYETİ	Domuzdamı tahkimatı	YOK
ALT TABAN YOLU KESİTİ VE ÖLÇÜLERİ	Genişlik TV: 2 m, TB:3,5 m Kesitler B6	Genişlik TV: 2 m, TB:3,5 m Kesitler B6
ÜST TABAN YOLU KESİTİ VE ÖLÇÜLERİ	Genişlik TV: 2 m, TB: 3 m TV/TB Yükseklik: 2,5 m	Genişlik TV: 2 m, TB: 3 m TV/TB Yükseklik: 2,5 m

5.1.2. Proje teknik gerekçeleri

1. Günümüzde ağacın çok pahalı, düşük dayanımda ve temininin de yaşanan güçlük, işçiliği zaman alması, uzun ayak madenciliğinde artan mekanizasyon ayak tahkimatında çelik malzemenin kullanımını gerekli kılmaktadır.
2. İnsan gücünün sınırlı olması nedeniyle işçilik randımanı klasik tip çalışan ocaklarda çok düşük (kişi başı/1-1,5 ton gibi) olmaktadır. Yarı mekanize tahkimat sisteminde yüksek işçilik verimliliği (kişi başı/4-5 ton) olmaktadır. Tam mekanize sistemlerde bu oran asgari 10 ton/kişi olmaktadır. Sürdürülebilir madencilik açısından yarı mekanize ve tam mekanize sistemlere geçilmesi kaçınılmazdır.
3. İşçilik maliyetlerinin artması ve kalifikasyon konusunda yaşanan sıkıntılar, diğer taraftan iş güvenliği açısından daha güvenli çalışma ortamı ve daha az iş kazası ve iş günü kayıpları ocak modernizasyonunu ve makineleşmeyi zorunlu hale getirmektedir.
4. Yarı mekanize tahkimat arına dik ayak çelik tahkimatın gelişmiş şeklidir.
5. Bu tahkimat arına dik yerleştirilen 4 direkli Yarı mekanize tahkimat tablasından oluşur. Sistem hidrolik kumanda kolları vasıtasıyla kontrol edilmektedir.

Uzun kazı arınlı yöntemler 2 şekilde uygulanmaktadır.

1- Uzun ayak üretim yöntemi: Kömür damarı eğimi 40 dereceye kadar ve 0,4 ile 5m damar kalınlığına kadar yataklarda uygulanabilmektedir.

2- Diyagonal (Çapraz) Ayak: Damar eğiminin daha yüksek olduğu yataklarda kullanılır.

* Damar kalınlığı 4-5 metreden kalın olan yataklarda üretim dilimlere ayrılarak veya yukarıdan aşağıya doğru göçertmeli ya da aşağıdan yukarıya doğru dolgulu olarak yapılabilir. Çizelge 5.2’de Ayaklardaki çalışma yöntemlerine dair üniteler yer almaktadır.

Çizelge 5.2. Klasik ve mekanize uzun ayaklarda kazı, nakliyat ve tahkimat şekilleri

UZUN AYAKLARDA KAZI ŞEKİLLERİ			
Uzun ayaklarda kazı işlemi, martopikör, delme patlatma ve tam mekanize makinalarda (Kömür sabanı, kesici yükleyici vb.) Yapılır			
YÖNTEM	KAZI İŞLEMİ	NAKLİYAT İŞLEMİ	TAHKİMAT İŞLEMİ
KLASİK	Martopikör, Kazma, Delme-patlatma	Sabit oluk, zincirli konveyör	Ahşap, Sürtünmeli veya Hidrolik direk, çelik sarma
YARI MEKANİZE	Saban, kesici-yükleyici)	Zincirli konveyör	Sürtünmeli veya Hidrolik direk, çelik sarma
	Martopikör, Kazma, Delme-patlatma	Zincirli konveyör	Yürüyen Tahkimat
TAM MEKANİZE	Saban, kesici-yükleyici	Zincirli konveyör	Yürüyen Tahkimat

5.1.3. Projenin teknik hedefleri

- Klasik ağaç tahkimat ile çalışan mevcut ocakta, Ayak modernizasyonu sonucu kömür üretiminin artırılması,
- Kişi başına kömür üretim veriminde minimum 2-3 kat fazla artış sağlanması,
- Ağaç malzeme kullanımının sınırlandırılarak azaltılması,
- Makineleşme ve Modernizasyon sonrası İş gücünün azaltılması,
- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin artırılması amaçlanmaktadır.



Şekil 5.1. Yarı mekanize tahkimat sistemindeki şiltlerin uzun ayaktaki kesit görünüşü



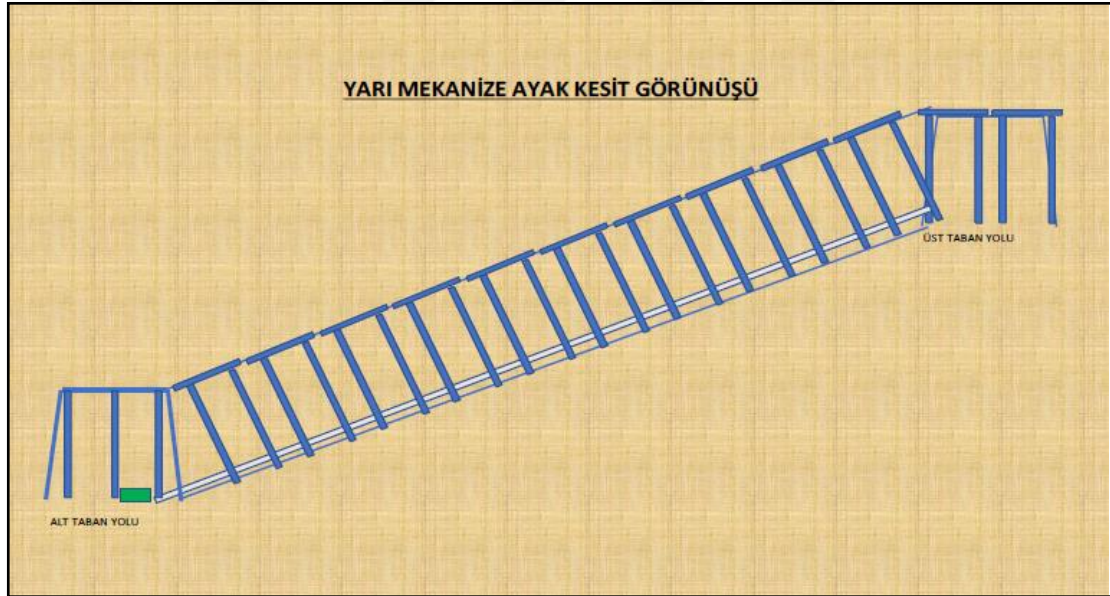
Şekil 5.2. Yarı mekanize tahkimat sisteminin uzun ayak üretim yönteminde (0-40°) uygulama tekniği



Şekil 5.3. Yarı mekanize tahkimat sisteminin uzun ayak üretim yönteminde (0-40°) uygulama tekniği



Şekil 5.4. Yarı mekanize tahkimat sisteminin uzun ayak üretim yönteminde plan görünüşü



Şekil 5.5. Yarı mekanize tahkimat sisteminin uzun ayak üretim yönteminde boy kesit görünüşü

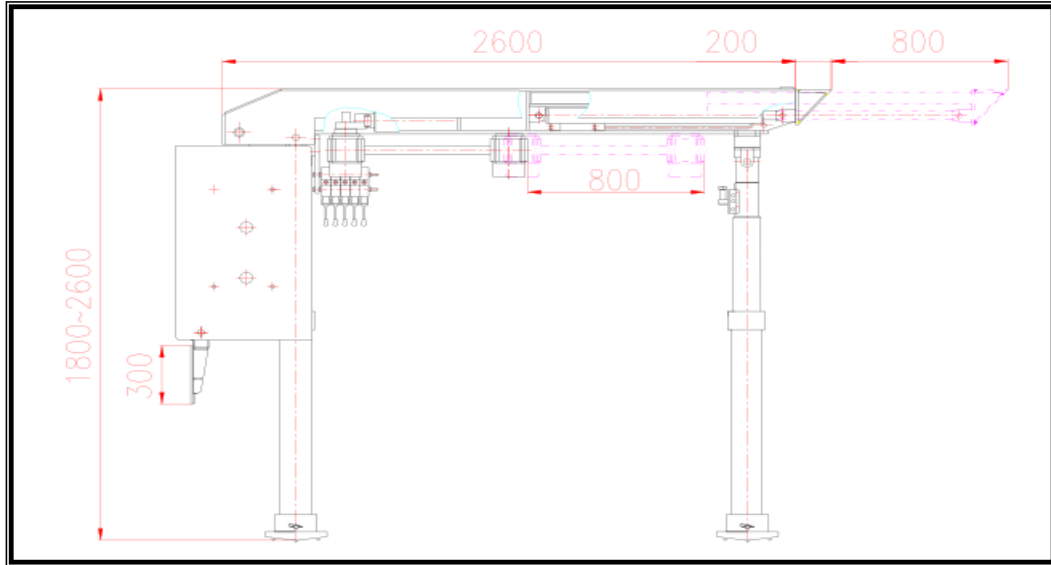
Kullanılması planlanan yarı mekanize tahkimat sistemine ait şiltlere ait teknik özellikler Çizelge 5.3’de, görseller Şekil 5.1 ile Şekil 5.5 arasında birlikte verilmektedir.

Çizelge 5.3. Yarı mekanize tahkimat sistemindeki şilt ünitelerinin teknik özellikleri

Tip Özellikleri	G Tipi
Tahkimat Yüksekliği	1500-2400 mm
Tahkimat Uzunluğu	2700 mm
Tahkimat Genişliği	1165-1200 mm
Tahkimat İlerlemesi	800 mm
Çalışma Dayanımı	2400 kN
Ağırlık	1196-1298 kg

Çizelge 5.4. Klasik ve yarı mekanize üretim yönteminin karşılaştırılması

EYLEM	KLASİK SİSTEM HİDROLİK DİREK ÇELİK SARMA	YARI MEKANİZE TAHKİMAT SİSTEMİ
PSİKOLOJİ	Ayaklarda tavan kontrolü çalışanlara doğrudan bağlı olduğu için çalışan kendisini tehlikede hissetmektedir.	Tavan kontrolü şiltlerle sağlandığı ve tahkimatın kumanda kolları ile yönetilmesinden dolayı çalışan kendisini güvende hissetmektedir.
TEMİZLİK VE ÇEKİM	Arka kömürü üretimi sonrası kazı havesinde temizlik yapıldıktan sonra, ayak konveyörü insan gücü ile kazı havesine taşınması yapılarak montajı yapılır.	Ayak konveyörü sökülmeden caraskal yardımı ile şiltlerin ön pistonlarından destek alarak ayağın arın kısmına çekilir.
TAHKİMAT İLERLETİMİ	Kazı aynası çalışılan açıklıklar bir öndeki sarmaya insan gücü kullanılarak montajı yapılır, ayak içi tahkimat sirkülasyonu ile kamalama yapılarak tavan emniyeti alınır	Kazı aynası çalışılan bölgedeki şilt tahkimatı hidrolik sistemler ile kızak üzerinde pistonlar vasıtası ile ilerletimi kumanda bloğundan yapılır.
ÜRETİM	Kazı aynası ile arka kömürü üretimi ayrı ayrı yapılır. Konveyör ayakta bir bütün olarak çekim yapılmasından dolayı üretim sırasına göre çalışılır.	Kazı aynası ve arka kömür alımı aynı anda konveyöre verilecek esneklik ile arada herhangi bir tahkimat ünitesi olmadığından yapılabilir.
FAYLI BÖLGE AYNA ÇALIŞMASI	Kazı arınında faydan kaynaklı kesiklerde, tavan ve arın emniyetini alabilmek için süren kamalama ile tahkimat emniyeti alınır.	Kazı arınında faylardan veya arın basınçlarından kaynaklı akmalara ve göçüğe karşı, şiltin tavan sürgüsü kullanılarak arındaki açıklıklar kapatılır.
MEYİLLİ PANOLAR	Alt taban ve üst tavan yollarındaki kot farkından dolayı oluşan meyillerde, tahkimat üniteleri arası bağlantı ve bütünlüğü kama ve fırça gibi tahkimat üniteleri ile sağlanır, meyilin fazla olduğu durumlarda ayak diyagonal kazı arını oluşturularak eğim düşürülmeye çalışılır.	Alt taban ve üst tavan yollarındaki kot farkından dolayı oluşan meyillerde şiltler birbiri ile olan bütünlüğünü kirişler sayesinde sağlanır.
MONTAJ-DEMONTAJ	Üretim ayaklarında ilk kurulum ve üretim sonrası söküm aşamalarında, insan gücünden çok fazla yararlanılmaktadır.	Üretim ayaklarında bu durum pnömatrik vegaistler ve mekanik calaskallar yardımı yapıldığından, insan gücünden tasarruf sağlanmakta olup çalışanların kaza riski azalmaktadır.
MALZEME TAŞINMASI	Tahkimat malzemelerinin çeşitliliğinin fazla olması sebebi ile ayak içinde sürekli olarak sirkülasyona bağlı kaldırma ve taşıma işlerinde işgücü kaybı ile çalışanların karşılaştıkları riskler fazladır.	Tahkimat malzemeleri ayak içinde ilk montajları takım olarak kurulum ve arın kazısı sonrası tahkimat malzemeleri kaldırma ve taşıma işi yapılmaksızın hidrolik güç ile arın boşluğuna sürülür.
ARKA TAV. KÖMÜR ÜRETİMİ	Arka kömürü alımında çalışanlar ayak arkasından tahkimat (sarma, hidrolikdirek) sökümü yaparak, bire bir riske maruz kalmaktadırlar.	Arka kömürü ile yapılan üretimlerde tahkimat sökümü yoktur. Çalışanlar 2700 mm genişlikte ve 2400 mm yüksekliğindeki şilt tahkimatlarının altında üretim yaparak kaza riski azalmaktadır.
GÖÇÜK	Üretim ayaklarında klasik tahkimat malzemelerinin (sarmaların) birbiri ile bütünlüğünü ağaç kamalar ve sürenler sağlamakta olup, ayakta oluşabilecek arın kesmelerine bağlı oluşacak basınçlar karşısında çalışanlar göçük olayına maruz kalabilmektedirler.	Üretim ayaklarında şilt takımları arası bağlantılar kirişler ile mekanik bağlantılar ile bir bütünlük sağlarlar, ayakta oluşan basınçlar karşısındaki tahkimat güvenliği şiltler tarafından karşılanmaktadır.
PATLAYICI MADDE KULLANIMI	Üretim ayaklarında kazı arın çalışmasında aynada kullanılan patlayıcı madde etkisi ile oluşan basınçlı arın püskürmelerinde yük almamış sarma ve hidrolik direkler bozularak göçük oluşumu ile çalışanlar risklere maruz kalmaktadırlar	Kazı arın çalışmalarında aynada kullanılan patlayıcı madde etkisi ile oluşan basınçlı arın püskürmelerinde, şiltler arası mekanik ve hidrolik bağlantılar bir bütünlük sağlayarak tahkimat bozulma şansı bulunmamaktadır. Çalışanlar göçük riskine maruz kalmazlar.
TAHKİMAT	Arka kömürü alımı esnasında arkadan ve tavandan gelen iri bloklu kıltaşı veya kömür blokları tahkimatları yatırma ve bozma ihtimali ile oluşan göçükler çalışanlara risk teşkil etmektedir.	Arka kömürü alımında tavandan ve arkadan gelen iri bloklu yapıları karşılayarak direnç gösteren şiltlerin tavan blokları ve arka pencere kapakları karşılayarak bozulma riskine karşı tahkimat güvenliği sağlayarak çalışanları risklere karşı korumaktadır.
ARKA KÖMÜR ALIMI	Yüksek damarlı üretim ayaklarında arka kömürü üretimi için tavana atılan uzun delikli burgularda çalışanlar arka kesimi sonrası göçükte yapacağı delik delme çalışmalarında, tavandan gelebilecek kavlak parçalar ile bire bir riske maruz kalmaktadır.	Ayak içindeki şiltlerin tavan sarmasının ortasında bulunan delik delme boşluklarından tavana uzun delik delme işleminde arkadan ve göçükten gelebilecek kavlak parçalar ile teması olmaz, çalışanların güvenliğini şiltler sağlamaktadır.



Şekil 5.6. Yarı mekanize tahkimat sisteminde 1. konfigürasyon arın 3 metre kesiti

5.1.4. Yarı mekanize tahkimat sistemi uygulama 1. Alternatif konfigürasyonu

1. Tahkimat kontrol tipi, hidrolik merkezi kontroldür. Her direk için bir valf olacaktır.
2. Her iki ön direk için bir adet ve her iki arka direk için bir adet olmak üzere direk tabanı tedarik edilecek, böylece batmanın minimum seviyede olması sağlanacaktır. Böylece çalışan sayısı da azaltılmış olacaktır.
3. Her direk için ekstra 500 mm'lik uzatma parçası olacaktır. Kömür damarının 2500 mm'yi geçen kalın bölümlerinde kullanılabilir.
4. Tahkimatta 800 mm uzunluğunda önde sürgü kape (flipper) bulunmaktadır. Zayıf ve akıcı tavan zonların da sürgü kullanılacaktır.
5. Tahkimat itme silindiri tek yönlü kilitli olup, geri kaymayı engelleyecek yapıdadır.
6. Tüm direkler üst tablaya sabitlenmiştir. Tahkimat-4 direk ve üst tabla beraber hareket etmektedir.
7. Tahkimat arkasında zincir asabilecek yuvarlak delikler bulunur. Gerekirse arkadan malzeme gelişini engellemek için birkaç metre zincir kullanılabilir.
8. Kiriş ortasında ilave hidrolik direk takacak yer olup, ihtiyaç halinde kullanılabilir.

Teknik özellikleri verilen yukarıdaki yarı mekanize tahkimat sistemine ait arın kesit ölçüleri Şekil 5.6'da klasik ve mekanize sistem karşılaştırma tablosu Çizelge 5.4'de verilmektedir. 1. Konfigürasyon (arın/aynadan tavan elde 3m yükseklikte yapılacak üretim planlaması) için kullanılacak ünite/ekipman teknik özellikler Çizelge 5.5'de, üretim çalışma planına göre hesap tablosu Çizelge 5.6'da ve söz konusu üretim çalışmasındaki işçilik tablosu da Çizelge 5.7'de yer almaktadır.

Çizelge 5.5. Konfigürasyon-1. Alternatif verilerin yer aldığı tablo

Ekipman	Birim	Parametre	Not
Tahkimat yüksekliği	mm	1800~2600	500 mm ilave parça ile 3 m çalışma yüksekliği
Tahkimat uzunluğu	mm	2600+200	200mm teleskopik bom uzama Parçasının uzunluğu
Tahkimat eni	mm	960	
Direk yüksekliği	mm	1600-2400	
Teleskopik sürgü stroğu	mm	800	
Tahkimatlar arası Merkez mesafe	mm	1020	İki komşu tahkimat arası boşluk 60mm
Direk çapı	mm	φ125	
Direk sayısı	pcs	4	
Birim ilerleme	mm	800	
Çalışma direnci	kN	2000	
Uygulanan yük	kN	1545	Pompa basıncı 31.5MPa
Tahkimat mukavemeti	MPa	0.556~0.714	
Pompa istasyon basıncı	MPa	31.5	
Çalışma sıvısı		M10 emülsiyon	Konsantrasyon 5%

Çizelge 5.6. Günde 1 havelik (80 cm/gün) ilerleme ve kalınlık 3 m kömür için üretim tablosu

ÜRETİM TABLOSU (YARI MEKANİZE) 0,8 metre/gün (Kömür 3m)											
Ayna Kömürü						Arka Kömür					
Vardiya No	Ayak İlerleme (m)	Ayak Çalışanı (m)	Ayna Yükseklik (m)	Yoğ. Ayna	Arka Kömür (m)	Yoğ. Arka	TOP	Çalışma Saati	Saatlik Üretim	Aylık Çalışma Günü	TOPLAM (ton)
V1	0,8	30	3	1,3	0	1,4	94	5	19	26	2.434
V2	0,8	30	3	1,3	0	1,4	94	5	19	26	2.434
V3	0,8	20	3	1,3	0	1,4	62	5	12	26	1.622
TOP.	0,8		250		0			15	50		
TOPLAM 3 VARDİYA					250 ton			AYLIK ÜRETİM (26 GÜN)		6.490	
								YILLIK ÜRETİM (TON)		77.875	

Çizelge 5.7. Günde 1 havelik (80 cm) ilerlemeye göre işçilik tablosu

GÜNDE 1 HAVE İLERLEMeye GÖRE İŞÇİLİK TABLOSU					
Vardiya	Ayak Çalışma Boyu (m)	Shieldçi	Mekanikçi	Konveyörcü	Toplam İşçi
V1	30	12	1	1	14
V2	30	12	1	1	14
V3	20	12	1	1	14
TOPLAM	80	36	3	3	42
1 Ekip 2 kişiden oluşmaktadır.					
1 Ekip vardiyada 5 shield (5m) Üretim yapabilir.			*Planlanan işçi 42 fakat proje başında eğitim ve deneyim için fazla personel çalıştırılmalıdır.		
Konveyörcü üretim sırasında Şaltercilik (yol verici) yapacaktır.					
V3 Çekim vardiyası					

5.1.5. Yarı mekanize örnek proje modeline dair sonuç ve öneriler

1- Ayak içi eğiminin çok fazla olması nedeniyle (25-35°) ayak içi yüksekliğinin düşük tutulması tavsiye edilmektedir. Yüksekliğin fazla olması ayak içinde tavan ve tahkimat kontrolünü olumsuz yönde etkileyecektir. Bu sebeple Alternatif 2 (arkadan kömür alma) önerilmektedir. Ayna yüksekliğinin 2,4 metre olması ve arka hareketli kapak vasıtasıyla 1 metrelik kısmın arkadan alınması daha verimli ve emniyetli olacaktır.

2- Ayak içi basınç hattının 19 mm, geri dönüş hattının 25 mm çapında hidrolik hortum olması planlanmış olup Yüksek basınç pompa istasyonundan ayak başına kadar olan kısımda ise basınç hattı için 25 mm çaplı hidrolik boru (veya hortum) ve geri dönüş hattı için ise 32 mm çapında hidrolik boru (veya hortum) kullanılması gerekmektedir.

3- Ayak eğimi yüksek olduğu için kesinlikle kırıli sistem yarı Mekanize tahkimat kullanılması gerekmektedir

4- Su analizi yaptırılarak istenen seviyede sertlik ve PH değerleri mevcut değil ise arıtma sitemi (Reverse osmoz) kurulmalıdır.

5-Üretim artışı göz önüne alınarak mevcut zincirli konveyör ve bandlı konveyör kapasitelerinin yetersiz gelebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5.8. ERA GOUP Yarı mekanize tahkimat sistemi fiyat teklif tablosu

YARI MEKANİZE TAHKİMAT SİSTEMİ FİYAT TEKLİFİ			
MALZEME ADI EKİPMAN	MİKTAR (ADET)	BİRİM FİYAT (USD)	TOPLAM TUTAR (USD)
YARI MEKANİZE SHIELD ÜNİTESİ	80 ADET	14.000 USD	1,120.000 USD
HİDROLİK DİREK DW-25	40 ADET	352 USD	14.080 USD
ÇELİK SARMA 1200 MM	40 ADET	92 USD	3.680 USD
HİDROLİK POMPA İSTASYONU	1 ADET	40 USD	40 USD
HİDROLİK BASINÇ VE DÖNÜŞ HATTI	1 ADET	10 USD	10 USD
MEKANİZASYON YEDEKLERİ	1 ADET	20 USD	20 USD
TOPLAM			1,137.830 USD
USD KUR FİYATI 12.09.2025	1 USD	41,20 TL/USD	46,878.596 TL
OPSİYONEL			
ZİNCİRLİ KONVEYÖR	1 ADET		
ELEKTRİK KABLOSU	1 ADET		
HABERLEŞME SİSTEMİ	1 ADET		
USD KUR FİYATI 23.05.2025	1 USD	41,20 TL/USD	46,878.596 TL

Destek, eğitim ve kurulum hizmetleri

- Montaj ve eğitim için teknisyen(ler) gönderilecek olup, bu teknisyenlerin yurtiçi ulaşım, konaklama, gıda ve tercüman giderleri müşteriye aittir. Montaj tamamlandıktan sonra, müşterinin vize imkânı sağlaması durumunda, makine teknisyeni(ler), 30-gün daha ekstra kalabilecek olup, üretime nezaret ve eğitim hizmetlerinde bulunacaklardır.
- İşin devamında danışmanlık hizmet alımı ayrıca görüşülecektir.

Ermenek kömür havzasına kurulması planlanan yarı mekanize tahkimat sistemini satın alınması için ithalatçı firmalarla yapılan teklif görüşmelerinde ortaya çıkan maliyet tablosu çizelge 5.82’de verilmektedir.

Çizelge 5.9. ERA GOUP Yarı mekanize tahkimat sistemi maliyet analizi tablosu

ÜÇPİNAR ERMENEK İŞLETMESİ YARI MEKANİZE MALİYET ANALİZİ		
PARAMETRELER	MEVCUT KLASİK SİSTEM	YARI MEKANİZE TAHKİMAT SİSTEMİ
ÜRETİM MİKTARI (GÜNLÜK)	100 ton/gün	250 ton/gün
ÜRETİM MİKTARI (AYLIK) (*) 26 GÜN	2.600 ton/ay	6.500 ton/ay
ÜRETİM DE ÇALIŞAN İŞÇİ SAYISI	Üretim+Hazırlık 67 kişi	Üretim+Hazırlık 67 kişi
RANDIMAN (TON/YEVMİYE)	1.670 kg/yevmiye	4.170 kg/yevmiye
AYLIK GİDERLER (TL)		
İŞÇİLİK GİDERİ (ÜRETİM)	3,500,000,00 TL	3,500,000,00 TL
AĞAÇ MALZEME GİDERİ (ÜRETİM)	500,000,00 TL	250,000,00 TL
YATIRIM AMOTİSMAN (24 AY)	-	750,000,00 TL
PATLAYICI MADDE GİDERİ (ÜRETİM)	100,000,00 TL	150,000,00 TL
SARF MALZEMESİ GİDERİ	50,000,00 TL	150,000,00 TL
MOTORİN GİDERİ	100,000,00 TL	150,000,00 TL
ENERJİ GİDERİ	230,000,00 TL	300,000,00 TL
HAZIRLIK GİDERİ		
TOPLAM ÜRETİM GİDERİ (TL)	4,480,000,00 TL	5,250,000,00 TL
ÜRETİM MALİYETİ (TL/TON)	1,723,08 TL/ton	807,69 TL/ton
YERÜSTÜ VE SAİR GİDERLER		
KÖMÜR SATIŞ GELİRİ (TL/AYLIK)	5,200,000,00 TL	13,000,000,00 TL
GELİR-GİDER FARKI TL (AYLIK)	720,000,00 TL	7,750,000,00 TL

Dipnot (*) Tüvanan kömürün ortalama satış fiyatı 2,000 TL/ton olarak alınmıştır.

Maliyet analiz tablosu (Çizelge 5.9) dikkatle incelendiğinde mevcut klasik sistem ve yarı mekanize sistemdeki maliyetler karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tabloya göre; aynı sayıda işçi ve işçilik gideri ile üretim miktarı aylık olarak **2,5** kat artmakta, üretim giderlerinin %17,18 yaklaşık ($\cong$ %20) oranında artışı ile birim üretim maliyeti **2,15** kat daha az olduğu görülmektedir. Bun göre aylık karlılık oranı da 3,3 kat klasik sisteme göre daha fazla gerçekleşmektedir.

Yatırımın Geri Dönüş Süresi

- ✓ Toplam ekipman yatırım tutarı yaklaşık: **46,878.596 TL**
- ✓ Üretim artışından dolayı artan satış geliri: aylık min. **7.800.000 TL**
- ✓ **Üretim artışının geri dönüş süresi : $46,878.596 \text{ TL} / 7,800,00 \text{ TL} = 6,01 \text{ AY}$**
- ✓ Sonuç olarak maliyet analiz tablosundan da görüleceği üzere yaklaşık **5-6 ay** gibi çok kısa bir sürede yatırımın kendisini finanse etmesi öngörülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

Ülkemizin orta Toroslarında yer alan kendine özgü, mütevazı bir ilçesi olan Ermenek ilçesindeki madencilik faaliyetlerinin en önemli ve öncelikli sırada olan yeraltı kömür işletmeciliği 28 Ekim 2014 tarihinde yaşanan Ermenek maden kazasına kadar klasik tip usullerle kendi çapında yapıla gelmiştir. Maden kazasından sonra yaklaşık 2.000 kişinin çalıştığı 10 işletmeden bugün için biri açık işletme, üçü yeraltı olmak üzere toplam 4 işletme ve 350 çalışan kalmıştır.

Dünyada sanayi devrimi İngiltere’de kömür madeni ile ülkemiz sanayisi de Zonguldak ilinde ve yine kömür madenciliği ile doğmuş, uzun süre lokomotif sektör olmuştur. Günümüzde halen özellikle elektrik vd. enerji üretiminde Avrupa ve dünyada en önemli enerji yakıtı kömürdür.

Sonuç olarak ülkemiz petrol ve doğalgaz rezervi olarak sınırlı imkanlara sahiptir. Ancak kömür rezervleri itibariyle kendi kendine yetebilecek düzeydedir. Kömür gibi fosil yakıtlar için temiz kömür teknolojileri kullanılarak, baca filtrasyonu ve temiz kömür yakma teknolojilerine yatırım yapılarak, modernize edilmesi baca emisyonları sürekli takip edilerek çevre ve insan sağlığı için baca salınımlarını uygun limitlere düşürmek mümkündür. İşletmecilik safhasındaki muhtemel çevre sorunları, farkındalık eğitimleri ve denetimler yapılarak çözümü mümkün olup, başta yerli kömür ve milli kaynakların üretimine önem ve öncelik vermek enerji arz güvenliği açısından stratejik zorunluluktur.

Ermenek havzası kömür işletmelerinin yapılan çalışmalara göre, tespit edilen uygun yöntem ve tekniklerin kullanılması ile maden mekanizasyonu ve teknolojiye dönüştürülmesi temrin planında **ortalama 3 yıllık sürede toplamda 2,5 Milyon USD yaklaşık 100.000.000 TL** yatırım ile mümkün olabileceği tespit edilmiştir.

İşletmelerin tümünün modernize edilmesi yapılacak ortak mekanizasyon ve otomasyon organizasyonda bu maliyetlerin ve dönüşüm süresinin daha geriye çekileceği unutulmamalıdır. Ermenek yeraltı kömür işletmeleri mekanizasyon dönüşümünü başarabilirse; havzadaki tüm işletmelerin görünür rezerv olarak tespit etmiş olduğu **yaklaşık 5.000.000 ton** linyit kömür rezervi ülkemiz ekonomisine ve bölge kalkınmasına, katma değer sağlamakla birlikte istihdam ve iş olanaklarını sürdürmeye devam edecektir. Daha da önemlisi Ermenek ülkemizdeki diğer kömür havzalarına da aynı şekilde örnek olarak öncülük edecektir.

6.2. Kurulum süresi, Yatırım Tutarı ve Finansman

Çizelge 6.1. Merkez bankası döviz kurları tablosu 26.05.2025

12 Eylül 2025 Saat 15: 2630 tarihli belirlenen gösterge niteliğindeki TCMB kurları				
Döviz Cinsi	Döviz Alış	Döviz Satış	Efektif Alış	Efektif Satış
1 ABD DOLARI (USD)	41.2090	41.2833	41.1802	41.3452
1 AVUSTRALYA DOLARI	27.3471	27.5254	27.2213	27.6906
1 DANI MARKA KRONU	6.4652	6.4970	6.4607	6.5119
1 EURO (EURO)	48.3351	48.4222	48.3013	48.4948
1 İNGİLİZ STERLİNİ	55.7491	56.0397	55.7100	56.1238
1 İSVİÇRE FRANGI	51.5991	51.9304	51.5217	52.0083

Yatırım tutarı olarak 30 Mayıs 2025 tarihi itibarıyla;

- Üretim ayaklarında yarı mekanize tahkimat sistemi için asgari: **1-milyon \$, USD**
- Galerilerdeki çelik tahkimat sistemleri için asgari : **500.000 \$, USD,**
- Galeri ve desandreler için banth konveyör kurulumu için asgari: **1-milyon \$, USD**

Olmak üzere, her işletmenin kendine özel şartları olmakla birlikte Ermenek ölçeğindeki işletmeler için ortalama **2,5-milyon USD** Amerikan doları, **103.000.000 TL** olmaktadır.

Yaklaşık 100.000.000 TL yatırım tutarı öngörülmektedir.

Kömür tüvanan kömür fiyatlarının 2.500 TL/ton (3.500 kcal/kg) için; kabul edilirse,

Yatırım tutarı = 100.000.000 TL / 2.500 TL/ton = 40.000 ton kömür miktarı kadardır.

Mevcut işletmelerin üretim kapasitesi 40.000 ton/yıl olduğuna göre;

Projenin hayata geçeceği finans termini = 40.000 ton / 40.000 ton = 1- Yıl/(12-Ay)

Olduğu görülmektedir. Mekanizasyon dönüşümü normal çalışma sürecinde 3 yılda etaplar halinde temrin planında yapılarak, ortaya çıkan ek maliyetler 3 yıla yayılacaktır.

Son yıllarda ülke ekonomisindeki sorunlar nedeniyle; Ocak 2023 döneminde kur farkından dolayı yatırım tutarı 50.000.000 TL kömür fiyatlarının neredeyse aynı kalması nedeniyle karşılık gelen miktarı, 20.000 ton, olup proje temrin süresi 0,5 yıl/6 ay olarak hesaplanarak belirlenmiş bulunmaktadır. Süre uzadıkça maliyetler dahada artmaktadır.

6.3. Değerlendirmeler ve Öneriler

Ermenek havzasındaki yeraltı kömür ocaklarında ve pilot uygulama olarak seçilen Üçpınar Madencilik Ermenek kömür işletmesi örneğinde tez konusunda değinilmeye çalışılan maden mekanizasyon teknolojisi uygulamaları için başlıca 3 parametre tespit edilmiştir. Belirlenen parametreler ve son durum aşağıda verilmektedir

1. Ana nakliyat desandre ve galerilerinde tahkimat unsurlarının ağaç tahkimattan çelik tahkimat uygulamasına geçilmesi, %95 oranında tamamlanmıştır.
2. Ana nakliyat desandre ve galerilerinde cevher nakliyatının lastik bant konveyör, pano içinde kömür taban yolları ve üretim ayağında çift zincirli konveyör ile yapılarak nakliyat otomasyon sistemine geçilmesi %100 oranında sağlanmıştır.
3. Pano üretim ayaklarında; klasik ağaç tahkimatlı arına paralel kaldırılan sarma ile arka tavan göçertmeli halen sürdürülmektedir. Klasik sistem yerine yarı mekanize tahkimat sistemine geçilmesi konusunda somut bir gelişme sağlanamamıştır. Şartlar uygun olursa **önce yarı mekanize tahkimat sistemi nihai olarak Sabanlı kazı uygulamasının** hayata geçirilmesi için uygun piyasa ve mali şartların oluşması beklenmektedir.

Ermenek bölgesi için mevcut ocakların işletme projelerini ve uygulamadaki parametrelerini gözden geçirerek kısa (1-yıl), orta (2-yıl) ve uzun (3-yıl) vadede yukarıda bahse konu yapılan madencilik faaliyetlerinin mekanizasyon uygulamasına dönüşümünü en geç 3-yıl içinde tamamlaması, Ermenek kömür madenciliğinin sürdürülebilirliği açısından hayati önem arz etmektedir. Buna göre;

1. Ermenek havzası yeraltı kömür işletmeciliğinde tüm ocaklar yukarıda belirlenen parametrelere ve mekanizasyon uygulamalarına jeolojik açıdan uygundur.
2. Ermenek havzası linyit kömürleri 3.500-5.000 kalori değerine sahip olup, kok kömürü dışında tüm sanayi, endüstri ve enerji üretimi için uygun özelliktedir.
3. Ermenek havzası kömür işletmeciliğinde klasik tip sistemi en iyi uygulama kabiliyeti olan bir bölge olup, interaktif iş gücü ve madencilik tecrübesi, yeterli finansmanı olan özel sektör işletmecilik kapasitesi ile mekanize sisteme uygun adaptasyon sorunu yaşamayacak derecede çalışan profiline sahiptir.
4. En yakın il merkezine yaklaşık 200 km mesafede bulunan Ermenek, Sarıveliler, Başyayla ilçeleri ile Güneyyurt, Kazancı beldeleri ve 26 köyden oluşan yaklaşık 50.000 nüfuslu “TAŞELİ” olarak anılan bölgenin kendine özgü sorunlarını var olan doğal güzellikleri ve kültür etkinlikleri, turizm açısından tarihi yerleri gibi zenginlikleri ile mermer, krom gibi madenleri kömür gibi enerji kaynakları, GES ve HES barajları ile enerji üretim üssü olma unvanını fazlasıyla hak etmekte olup çözebilme potansiyeli fazlasıyla mevcuttur.
5. Taşeli bölgesinde sosyo-ekonomik sorunların en kestirme ve en kolay ucuz çözümü yine kömür madenciliği ile ancak maden mekanizasyon teknolojisinin uygulanması ile sağlanabilecektir.

6.4. Mekanize kömür işletmeciliğinde sektör açısından önemli görülen hususlar

1-Fosil yakıt olarak değerlendirilen kömür madenciliğinin ve kömür üretimi ülke gerçekleri ve enerji arz güvenliği stratejisi bakımından kesinlikle devam edilmelidir.

2-Klasik tip faaliyet yapmakta olan mevcut kömür havzaları veya işletmeleri, şartlarının uygun olduğu kriterlere göre maden mekanizasyon uygulamalarına ivedilikle dönüştürülmeli, yeni açılacak kömür ocaklarına MAPEG tarafından mekanize sistemlere göre çalışma şartına göre ruhsat verilmelidir.

3-Elektrik üretimi ve diğer endüstri ve sanayideki kullanım alanlarında baca emisyon filtrasyonu sistemlerine AR-GE yatırımları yapılmalı, önemli tesislerin baca gazları sürekli takip sistemi ile izlenerek, temiz kömür yakma teknolojileri kullanılmalıdır.

4-Kömür maden işletmeciliği yapmakta olan küçük ve orta ölçekteki işletmelere modernizasyon-mekanizasyon dönüşümleri hakkında devlet tarafından karşılıklı veya karşılıksız kredi teşvikleri sağlanmalıdır.

5-İş güvenliği kültürünün tam olarak yerleşmesi için ÇSGB/MİSGEP projesi gibi devlet teşviki ve finans yardımı gibi rehberlik hizmetlerinin uygun şartları taşıyan işletmelere iş güvenliğinin takip ve gözetiminin sağlanarak sürdürülmelidir.

6-Sosyal yardımlaşma fonu tarafından fakir ailelere yakacak yardımı olarak; TKİ tarafından dağıtımı yapılan 1,5 milyon ton kömürün 2007 öncesi gibi iller bazında ilçe kaymakamlıkları marifetiyle uygun şartları taşıyan en yakın yakın bölge işletmelerinden temin yoluyla yapılması sağlanmalıdır. Bu kapsamda Ermenek işletmelerinin ürettiği kömürün %50'sini parça kömür olarak satması halinde ocakların istikrarına ve ekonomisine çok önemli katkılar sağlayacaktır.

6.5. Yeraltı kömür madencilik sektörünün geleceği için hukuksal önemli hususlar

1. Madencilik sektörünün sürdürülebilir gelişimi açısından, iş kazalarında işveren veya işveren vekiline atfedilen **kusursuz sorumluluk** ve **olası kast** gibi ceza hukuku kavramlarının, sektörün yapısal özellikleri dikkate alınarak yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

2. Bu kapsamda, madencilik yatırımlarında caydırıcı bir unsur haline gelen medya ve kamuoyu baskısının, işletme sahipleri ve yöneticileri üzerinde oluşturduğu olumsuz psikolojik etkilerin azaltılması, denetim ve izin süreçlerinde sorumluluğu bulunan en üst düzeydeki kamu otoritelerinin de hukuki sorumluluk çerçevesinde değerlendirilebilmesi adalet ve sorumluluk paylaşımı açısından adil bir yaklaşım olarak önem arz etmektedir.

3. Ceza hukukundaki kusursuz sorumluluk, olası kast ile yargılama dalgasının işveren veya işveren vekili, iş güvenliği uzmanı üzerinden işletilmesi süreci devam ederse, tüm şartlar sağlansa da madencilik yatırımlarının ülkemizde yapacak cesaretle şirket veya firma kalmayacaktır.

4. Özellikle kömür madenciliğinde ATEX zorunluluk standartlarının, ülke alt yapısının yeterli olmaması nedeniyle iş ekipmanlarının temininde birçok kalem yedek parça ve sarf malzemesi için yurt dışına döviz çıkışına neden olmaktadır. Bu konuda milli TSE standartlarına uygun ekipmanların sertifika belgelendirme süreçlerinin önü açılmalı, ya da uluslararası diğer güvenlik sertifikalarının da rekabet açısından uygunluğu kabul edilmelidir.

5. Çalışma ve iş güvenliği mevzuatı kömür işletmeciliği açısından yeterli düzeydedir. Mevzuatta değil uygulamada karşılaşılan sorunların giderilmesine dönük önlemler alınmalıdır. Örneğin zorlaşan ve derinleşen maden ocakları için tecrübeli teknik yönetici ve mühendislerin sahaya dönmeleri teşvik edilerek önü açılmalıdır.

6. Madencilik şirket yapılarında işveren vekili, işletme müdürü, iş güvenliği uzmanı, vardiya mühendisleri vd. teknik elemanların yetki ve sorumlulukları iş ve ticaret kanunu açısından maden hukuku mevzuatına göre yeniden yapılandırılarak tanımlanmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Akkaya, İ., Dönmez H., Etçi A.R., 2019, <https://www.dha.com.tr/son-dakika/ermenekte-maden-ocaklari-kapandi-issizlik-ve-goc-basladi-1681621>, 13.07.2019
- Akkaya, S., 2001, “Maden Sektöründe Risk Faktörleri”, *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Sayı: 5, s. 38-42.
- Ankara. http://eis.uow.edu.au/longwall/html/shear_photo.html, ziyaret tarihi, 04.12.2014.
- Arlansan, E., 1996. Ermenek kömürlerinin pilot çapta yeni bir teknik ile biriktirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Bainton, R. H. (1952). *The reformation of the sixteenth century*. Boston, MA: Beacon Press.
- Bilgin, N., Phillips H. R., Yavuz N., 1992, Kömür Damarlarının Kazılabilirlik Yönünden Sınıflandırılması ve ELİ Darkale Ocağında Sabanlı Ayak Uygulaması Örneği, Türkiye 8. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 552 sayfa, TMMOB, 1992
- Bilim, N., 2015, Madencilik bülteni, “Madencilik sektörü lokomotif bir sektördür” 08.06.2015 söyleşi
- Bilim, N., 2018 Kömür Madenlerinde Kullanılan Sabanların Önemi ve Seçim Kriterleri S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.6, s.3, ss. 490-503, 2018, *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, KONYA*
- Bilim, N. & Özfirat, M.K. (2018). “Yeraltı Kömür Madenciliğinde Mekanizasyonun Gelişimi ve Türkiye Uygulamaları.” *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*.
- Biron C. ve Arıoğlu E. ,1993, Madenlerde tahkimat işleri ve tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Birsan Yayınevi, İstanbul
- Britannica. (2023). *Industrial revolution: Causes & effects*. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/summary/Industrial-Revolution-Causes-and-Effects>
- Buzkan İ., 2017, BEÜ, Yer bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, “Üçpınar Madencilik Turz. Ve İnş. San. Tic. A.Ş., Karaman-Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi S:7694-İR:1919, ER: 1106312 Nolu Saha İçin Hazırlanan Çalışılan Linyit Damarının Gaz İçeriğinin Araştırma Projesi" (16-sayfa),
- Burke, P. (1987). *The Renaissance*. Cambridge: Polity Press.
- Cartwright, M. (2023, April 26). *Social change in the British Industrial Revolution*. World History Encyclopedia. <https://www.worldhistory.org/article/2229/social-change-in-the-british-industrial-revolution/>

- Cömert A. ve Akyürek T. V., 2017, Jura Makine Nakliye Maden San. Tic. Ltd. Şti. Haziran-2017 ‘‘Üçpınar Madencilik Tur. Ve İnş. San. Tic. A.Ş. Karaman-Ermenek Boyalık Kömür İşletmesi 7694 Nolu Saha Hidrojeolojik Etüt Raporu’’, 73 sayfa
- ÇSGB, 2019., *Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*. Ankara.
- Çetin, M. 2021, <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/ermenekteki-maden-faciasinin-uzerinden-7-yil-gecti/2404343>, 27.10.2021
- Çelik, T. & Akçın, N.A. (2016). ‘‘Türkiye’de Yeraltı Kömür Madenciliğinde Mekanizasyonun Uygulanabilirliği.’’ Türkiye Madencilik Bilimsel Dergisi.
- Çevlik, H., 2013, Ermenek Baraj Gölü Limnolojisi, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Aralık 2013 Ankara, 252 s
- Çınar, İ., 1999. Ermenek bölgesi kömürlerinin kendiliğinden yanmaya yakınlıklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Danış E.E., 2017, <http://petroturk.com/makale/yerli-komur-onemli/04.12.2017>
- Demirel, İ.H. and Karayığit, A.İ., 1999. Quality and petrographic characteristics of the lacustrine Ermenek coal (early Miocene), Turkey. *Energy Sources.V.21.*, No:4, pp.329-338.
- Delibalta, M.S., 2018. Türkiye’de fosil enerji kaynakları ve yeni nesil termik santrallerin önemi. Uluslararası Enerji, Ekonomi ve Güvenlik Kongresi-ENSCON’18, sayfa 22-34, Kozyatağı/ İstanbul, Türkiye, 21-22 Nisan 2018.
- Delibalta, M.S., 2024. Türkiye kömür rezervlerinin rasyonel değerlendirilmesi ve ekonomik önemi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Derleme Makalesi, 2024; 13(2), 745-749. www.dergipark.org.tr/tr/pub/ngumuh / www.dergipark.org.tr/en/pub/ngumuh.
- Demirbilek, S, (1986), The Development of a spontaneous combustion risk classification system for coal seams, Doktora Tezi, Nottingham University, İngiltere, 263 s.
- Demirel, İ. H., 1989. Ermenek (Konya) yöresinde yer alan tersiyer yaşlı istifin jeolojisi, sedimantolojisi ve bölgedeki kömür damarının ayrıntılı incelenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dinlen, İ.,2024. Dünyada ve Türkiye’de kömür, MTA maden serisi yayınları No:36, Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Dursun A. E., 2015, ‘‘Yeraltı Kömür Madenciliğinde Mekanizasyonun İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Önemi’ ’*Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*,

- Durant, W. (1957). *The story of civilization: The reformation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- European Commission. (2024). *The European Green Deal: A just transition mechanism*. Brussels: European Union.
- Engels, F. (1845). *The condition of the working class in England*. Leipzig: Otto Wigand.
- Era Group, 2022, (<https://www.eramadencilik.com/>), *Maden Makina Ekipmanları tanıtım kataloğu*, 34s.
- Gallagher, K. P. (2021). *China's overseas coal financing and global energy transition*. *Global Environmental Politics*, 21(2), 56–78.
- Gombrich, E. H. (1995). *The story of art*. London: Phaidon Press.
- Günay, E., (2007) “Yeraltı Maden İşletmeciliğinde Tahlisiyecilik”, TMMOB Maden Mühendisleri Odası-Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 2007.
- Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H. ve Yoldaş, R., 1979. Mut-Ermenek-Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, e. 22, 7-26, Şubat 1979
- Güngör T., 2014, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/komurde-kapanan-her-ocak-ithalat-geregini-artiriyor/21450>, Olayların içinden, 25 Eylül 2014 Perşembe, Jeolojisi ve petrol olanakları, Bulletin of the Geological Society of Turkey, 22, 7-26.
- Hartman, H.L. & Mutmanský, J.M. (2002). “Introductory Mining Engineering.” Wiley.
- Heydari-Malayeri, M. (2007). *The Persian-Toledan astronomical connection and the European Renaissance*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/0709.1216>
- Höök, M., & Li, J. (2020). *Review of global coal resources, reserves, and production*. *Energy Policy*, 137, 111–124.
- Hosseini, A., Najafi, M., Shojaat Hosseini, S. A., & Rafiee, R. (2017). Determination of a suitable extraction equipment in mechanized longwall mining in steeply inclined coal seams using fuzzy analytical hierarchy method (Case study: Hamkar coal mine, Iran). *Journal of Mining and Environment*, 8(3), 487-499.
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/komur.pdf> Erişim Tarihi: Nisan 2024
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/arastirmalar/enerji-arama-arastirmalari/images/komur-olusum-asamalari.jpg>, Erişim Tarihi: Eylül 2024
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/komur-arama-arastirmalari>, Erişim T: Mart 2024

- <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energyeconomics/statistical-review/bp-stats-review-2021-coal.pdf> Erişim T: Mart 2024
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/ekonomik-gostergeler>, Erişim T: Mayıs 2024
- IEA. (2024). *World Energy Outlook 2024*. International Energy Agency.
- ILO, 2018., *Safety and Health in Coal Mines*. International Labour Organization.
- IPCC. (2023). *AR6 Climate Change 2023: Mitigation of Climate Change*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- İnal, S. ve Aydın, K., 2019 “Kömürün Kendiliğinden Yanması ve Etkileyen Faktörler”, Madencilik Dergisi, 2019.
- Kachi, A. (2024). *Financing the energy transition: Coal phase-out and investment challenges*. Energy Policy, 172, 113–127.
- Kahraman, E. ve Ramazanirend, A., “Yeraltı Madenciliğinde Gaz Kromatografi Kullanımı ve Önemi”, TMMOB Maden Mühendisleri Odası-9.Maden Makineleri ve Teknolojileri Kongresi, 2023.
- Kahraman, E., Ramazanirend, A., Küçükali, E., Altıparmak, O. ve Fişne, A., “Polyak Eynez C-02 Panosunda Kendiliğinden Yanmayı Önleyici Çalışmaların İncelenmesi”, Türkiye 28.Uluslararası Madencilik Kongresi, Aralık,2023.
- Kahraman, E., Sığircı, C., Tarhan, Ş. ve Taşkın, F. B., Çayırhan Linyit İşletmesi G Sahasında Ocak Yangınları ile Mücadele Yöntemlerinin İncelenmesi, Türkiye “8.Kömür Kongresi, 2012.
- Karaca, S., & Ökten, S. (2017). *Kömür Tozu Maruziyeti ve Pnömoniyoz Riski*. Türk Toraks Dergisi.
- Kavaz İ., Yerli ve Milli Politikalar Ekseninde Kömür, Analiz Dergisi, Ocak 2019 Sayı 265, İstanbul
- Kaymakçı, E., (1998), “Zonguldak Havzası Kömür Damarlarına Uygulanabilecek Bir Kendiliğinden Yanmaya Doğal Yatkınlığı Değerlendirme Tekniğinin Geliştirilmesi”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, Ağustos, 148 s.
- Köksoy, M., Demirel, İ.H., Karayığit, A.İ. 1987. Ermenek Linyit İşletmesi Müdürlüğü ruhsat sahasını kapsayan bölgenin jeolojik incelenmesi ve ekonomik potansiyelinin belirlenmesi projesi. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Proje Kodu: YUVAM/86-13.
- Köse, H., Şenkal, S., ve Aközel, A. 1990, “GLİ Tunçbilek bölgesi yeraltı işletmelerindeki kaza istatistikleri”, *Türkiye 7. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak, 363-381, 21-25 Mayıs, 1990.

- MİSGEP, 2023., İSG Alanında Teknik Rehberler Dizisi, Cilt:1, “Yeraltı Kömür Ocaklarında Kendiliğinden Yanma ve Yangın Yönetimi”, MİSGEP Madencilikte İş Sağlığı ve Güvenliğinin Geliştirilmesi Projesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 2023.
- Mutlu, M., 2019. Türkiye’deki yeraltı kömür ocağı havzalarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile risk temelli sınıflandırılması, Doktora Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray
- Oei, P. Y., Mendelevitch, R., & Kemfert, C. (2020). *Germany’s coal phase-out: An analysis of policy and energy system impacts*. Energy Strategy Reviews, 31, 100–134.
- Oraee, K. (2003) Optimization of longwall panel location with Regards to the gradient of coal seams. IJE Transactions A: Basics. Vol. 16, No. 1,89-98.
- Okşar, N., 1985, Konya-Ermenek-Tepebaşı Linyit Sahası Sondajlı Aramalarına Ait Jeoloji Raporu, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı Rapor No: 7704, Ankara
- (Özfırat, 2005). TMMOB Maden Müh. Odası Raporları, 2014).
- Özfırat, Ö. (2005). *Yeraltı Kömür Ocaklarında İş Kazalarının Analizi*. Doktora Tezi, HÜ Maden Müh.
- Plumb, J. H. (1961). *The Italian Renaissance*. New York, NY: Harper & Row.
- ResearchGate, 2020., *Occupational Health and Safety in Fully Mechanized Underground Coal Mines*.
- Sandvik (2020). <https://www.infrastructure-ni.gov.uk/sites/default/files/2025-01/consolidated-es-appendices-app-e7-sand-vik-equipment-technical-note.PDF#:~:text=For%20typical%20incline%20and%20decline,These%20maximum%20operating%20gradients>
- Sığırcı C., Yüksel F., Taşkın O., 2021, Tunçbilek linyit havzası büyükdüz ve iğdekuzu yeraltı ocaklarında klasik ve esnek yarı mekanize tahkimat uygulamalarının üretim, randıman ve iş kazaları yönünden karşılaştırılması, 8. Uluslararası Maden Makinaları ve Teknolojileri Kongresi, 13-15 Ekim 2021
- Sovacool, B. K. (2021). *The political economy of coal transitions*. Energy Research & Social Science, 72, 101–230.
- Spencer, T., et al. (2018). *Coal investments in Asia: Economic and social impacts*. Asian Development Review, 35(1), 1–27.
- Şahin, Ş., 2022, Ermenek-Başyayla Karaman Civarında Yer Alan Ruhsat Sahalarına Ait Kömür Aramaları Jeoloji Raporu, MTA Raporları Rapor No: 14433, Ankara
- Şen B., 2019, <https://www.petroturk.com/makale/yerli-ve-milli-enerji-kaynagimiz-komur/28.08.2019>

- Tripathi, S.K ve Chaurasiya, R (2025). Investigation into optimum production by continuous miner. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. Vol:7, Issue:4, 8440-8446.
- T.C. KALKINMA BAKANLIĞI, 2018, ‘‘ Enerji Arz Güvenliği ve Verimliliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu’’ YAYIN NO: KB: 2979- ÖİK: 761, Ankara
- Tatar, Ç. ve Özfırat, K., 2016, Yeraltı Maden Makineleri ve Mekanizasyonu kitabı 3. Baskı 2016, Dokuz Eylül Üniv. Müh. Fak. Yayınları No: 309 s.44-53
- Tdk, <https://kelimeler.gen.tr/mekanizasyon-nedir-ne-demek-218222>
- TDK, madenterimleri sözlüğü, M-1.sayfa)
(<https://www.turkcebilgi.org/sozluk/madencilik-terimleri/mekanizasyon13537.html>)
- The Wisdom Fund. (2019). *Islam’s contribution to Europe’s Renaissance*.
<https://www.twf.org/Library/Renaissance.html>
- TMMOB, Maden Müh. Odası, 2010, ‘‘Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu’’,152sayfa,
- TMMOB Maden Mühendisleri Odası (2014). *Türkiye Maden İş Kazaları Raporu*.
- Tokgöz, R., 1988. Ermenek-Konya civarının jeolojisi ve kömür yatakları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ulusoy R., Gökçeoğlu C., Binal A., 2005, TMMOB, Jeoloji Müh. Odası, 2005, Kaya Mekaniği Laboratuvar deneyleri, Yayın No: ISBN 975-395-419-0, 167 sayfa, ANKARA
- Yavuz, M., Ankara, H., Erçelebi, S: G., 2003, ‘‘Tam Mekanize Uzun ayaklarda Üretimi Etkileyen Faktörler’’ Türkiye 18 Uluslara/ası Madencilik Kongresi ve Sergisi-IMCET 2003 ©2003, ISBN 975-395-606-1
- Yılmaz Y., 2021; Üçpınar Madencilik 7694 nolu Saha Temdit İşletme Projesi, 85 s)
- World Bank. (2025). *Global coal sector report: Trends and financing*. Washington, DC: World Bank.
- World Steel Association. (2023). *World Steel in Figures 2023*. Brussels: World Steel Association.