

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SFH MADENCİLİK ANA NAKLİYAT GALERİSİNDE AÇIKLIK DURAYLIĞININ
İNCELENMESİ VE YAPISAL SINIFLANDIRMA

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLYAS DEMİRAL

AĞUSTOS 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SFH MADENCİLİK ANA NAKLİYAT GALERİSİNDE AÇIKLIK DURAYLIĞININ
İNCELENMESİ VE YAPISAL SINIFLANDIRMA

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlyas DEMİRAL

DANIŞMAN: Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN

ZONGULDAK

Ağustos 2019

KABUL:

İlyas DEMİRAL tarafından hazırlanan “SFH Madencilik Ana Nakliyat Galerisinde Açıklık Duraylığının İncelenmesi ve Yapısal Sınıflandırma” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.
23/08/2019

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü



Üye: Prof. Dr. Mahmut YAVUZ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Alaaddin ÇAKIR

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./....../2019



Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



İlyas DEMİRAL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SFH MADENCİLİK ANA NAKLİYAT GALERİSİNDE AÇIKLIK DURAYLIĞININ İNCELENMESİ VE YAPISAL SINIFLANDIRMA

İlyas DEMİRAL

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN

Ağustos 2019, 123 sayfa

Yeraltı kömür madenciliğinde, üretim faaliyetlerinin yapıldığı ayaklara hizmet sağlayan ana galerilerin duraylılığı, düzenli üretim, nakliyat ve havalandırmanın sağlanması açısından önemlidir. Kaya kütlesi sınıflama sistemleri, tasarım hedefleri ve sahanın jeolojisi de dikkate alınarak, ana galeriler için gözleme dayanan yararlı tasarım araçlarıdır. SFH Madencilik ana nakliyat galerisinde açıklık duraylılığının incelenmesi ve yapısal sınıflandırma başlıklı bu tez çalışmasında ikinci bölümde, kaya malzemesi ve kütlesi kavramı açıklanıp, kömür madenlerinde uygulanmakta olan bazı kaya kütlesi sınıflama sistemleri tanıtılmıştır. Ayrıca, mevcut kaya kütlesi sınıflama sistemlerinde yer alan değiştirgeler (dayanım, süreksizlik, su vb.) incelenip Zonguldak kömür havzasında ve tez çalışması kapsamında incelenmekte olan SFH Madencilik sahasında uygulanabilirlik açısından değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde, SFH Madencilik işletme sahası, yöntemi ve iş güvenliği uygulamaları hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde; SFH Madencilik ana nakliyat galerisinde yerinde gözlemler ve yapısal sınıflandırma çalışmaları yer almakta olup ayrıntılı değerlendirmeler yapılmıştır. Gözlem ve

ÖZET (devam ediyor)

incelemeler sonucunda elde edilen verilerle oluşturulan yapısal bölge sınıflamalarında, Marinos ve Hoek (2001) tarafından önerilen heterojen ve tabakalı kaya kütlesi koşulları için GSI abağı taşkömürü madeni için ilave düzenlemeler yapılarak kullanılmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde ilgili GSI abağının taşkömürü madenlerinde yapısal bölgelerin sınıflandırılmasında kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kömür Madeni, Kaya Kütlesi, Jeolojik Dayanım İndeksi, GSI

Bilim Kodu: 607.01.01



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE OPENING STABILITY IN SFH MINING MAIN TRANSPORT GALLERY AND STRUCTURAL CLASSIFICATION

İlyas DEMİRAL

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mining Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN

August 2019, 123 pages

In underground coal mining, the stability of the main galleries that provide service to longwalls where production activities are carried out is important in order to ensure regular production, transportation and ventilation. Rock mass classification systems are useful design tools based on observation for the main galleries, taking into account the design objectives and the geology of the site. In this thesis titled investigation of opening stability and structural classification in the main transport galleries of SFH Mining, the terms of rock material and mass are explained and some rock mass classification systems applied in coal mines are introduced in the second chapter. In addition, the parameters (strength, discontinuity, water, etc.) in the existing rock mass classification systems have been examined and evaluated in terms of applicability in the Zonguldak coal basin and SFH Mining field which is being examined within the scope of the thesis. In the third chapter, information about SFH Mining site, method and occupational safety applications are given. In the structural region classifications which were obtained from the insitu observations and investigations, additional arrangements were made according to hard

ABSTRACT (continued)

coal mine conditions to GSI chart for heterogeneous and layered rock mass conditions proposed by Marinos and Hoek (2001). In general, it has been proved that the relevant GSI chart can be used in the classification of structural regions in hard coal mines.

Keywords: Coal Mine, Rock Mass, Geological Strength Index, GSI

Science Code: 607.01.01



TEŞEKKÜR

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığım bu çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Görüşleriyle katkıda bulunan değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Mahmut YAVUZ ve Dr. Öğr. Üyesi Alaaddin ÇAKIR'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarının yürütüldüğü SFH Madencilik'te yaptıkları yardımlardan dolayı SFH Madencilik yetkilileri ile çalışanlarına ve saha çalışmaları sırasında yardımlarından dolayı A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı Sabri ÇATMA'ya teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanması esnasında yardımlarına başvurduğum Jeoloji Mühendisi ve Harita Kadastro Teknikeri Hacı Mehmet BARDIZ'a minnet ve şükranlarımı belirtmek isterim.

Hayatım boyunca benden emeğini hiçbir şekilde esirgemeyen ve tüm çalışmalarım boyunca her türlü desteklerinden dolayı sevgili babam İsmail DEMİRAL'a ve annem Binnaz DEMİRAL'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans tez çalışmam esnasında bana sürekli moral desteği veren ve varlığını her zaman hissettiren çok kıymetli eşim Serpil DEMİRAL'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 KÖMÜR MADENLERİ İÇİN KAYA KÜTLESİ ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRMALAR	3
2.1 KAYA MALZEMESİ VE KÜTLESİ	3
2.2 KAYA KÜTLESİ SINIFLAMA SİSTEMLERİ	6
2.2.1 Kaya Kütleli Puanlama Sistemi (RMR) ve Yeniden Düzenlenen Kaya Kütle Puanlama Sistemi (M-RMR)	9
2.2.2 Kömür Madeni Tavanı Puanlaması Sistemi (CMRR).....	18
2.2.3 Zonguldak Tavan Göçebilirlik Sınıflaması (ZTGS).....	21
2.2.4 Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI)	23
2.3 DEĞERLENDİRMELER.....	37
BÖLÜM 3 SFH MADENCİLİK İŞLETME SAHASI	45
3.1 ZONGULDAK HAVZASI JEOLJİSİ.....	48
3.1.1 İşletme Sahasının Jeolojisi ve Topografyası.....	52
3.1.2 İşletmenin Faaliyetlerde Bulunduğu Kömür Damarları	55

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.2 İŞLETME YÖNTEMİ.....	57
3.2.1 İşletme Durumu	57
3.2.2 Hazırlık Bilgileri.....	57
3.2.3 Üretim Bilgileri.....	60
3.2.4 Tahkimat Bilgileri.....	61
3.2.4.1 Ayaklarda Uygulanan Tahkimat.....	61
3.2.4.2 Galerilerde ve Tabanyollarında Uygulanan Tahkimat	63
3.2.4.3 Başyukarılarda Uygulanan Tahkimat	66
3.2.5 Nakliyat İşleri	66
3.2.6 Havalandırma.....	67
3.2.7 Su Atımı.....	68
3.2.8 İşletmede İş Sağlığı ve Güvenliği.....	70
BÖLÜM 4 SFH MADENCİLİK ANA NAKLİYAT GALERİSİNDE YERİNDE GÖZLEMLER VE YAPISAL SINIFLAMA.....	 73
4.1 YERİNDE GÖZLEMLER	73
4.1.1 +205 Ana Galerisi.....	73
4.1.2 +205/+175 Ana Nakliyat Desandresi	84
4.1.3 +175 Galerisi	90
4.1.4 +205/+175 Yeni Desandre.....	96
4.2 YAPISAL SINIFLANDIRMA ÇALIŞMALARI	103
4.3 DEĞERLENDİRMELER.....	111
BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	115
KAYNAKLAR.....	117
BİBLİYOGRAFYA	121
ÖZGEÇMİŞ	123

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Kaya kütlesi, süreksizlik ve kaya malzemesi kavramlarını tanımlayan şematik kesit	4
Şekil 2.2 Açıklık boyutları ve kaya kütlesi etkileşimi	4
Şekil 2.3 Kaya kütlelerinin süreksizlik özellikleri	6
Şekil 2.4 Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (RMR) değıştirgeleri	9
Şekil 2.5 M-RMR sistemi tarafından sınıflandırma parametreleri için önerilen aralıklar ve indeks değerleri.....	14
Şekil 2.6 Türkiye’de değışik maden işletmelerindeki kaya kütleleri için RMR ve M-RMR sınıflama sistemlerinden elde edilen sınıf puanlarının karşılaştırılması.....	17
Şekil 2.7 Jeolojik Dayanım İndeksi GSI	25
Şekil 2.8 Zayıf ve su içeren kaya kütlesi koşullarında GSI değerinin değışimi.....	26
Şekil 2.9 Niceliksel GSI abağı	27
Şekil 2.10 Heterojen kaya kütleleri için orijinal GSI abağı	29
Şekil 2.11 Marinos (2019) tarafından önerilen orijinal abakta kaya kütlesi türleri on bir ayrı türe ayrılmıştır.	31
Şekil 2.12 Heterojen kaya kütleleri için Marinos (2019) tarafından önerilen yeniden düzenlenmiş ve genişletilmiş orijinal GSI abağı.	31
Şekil 2.13 Örselenme faktörü D’nin seçimi	35
Şekil 2.14 Zonguldak Taşkömürü Havzasında Karbonifer yaşlı formasyonda karşılaşılan sedimanter istif çeşitleri ve kaya türleri.....	39
Şekil 2.15 Yeraltı taşkömür madeninde eğimli kömür damarında temsili kömür çevre kayaçları dizilimi	39
Şekil 2.16 Taşkömürü madeninde heterojen kaya kütlesi koşulları için ilave düzenlemeler yapılan GSI abağı	43
Şekil 3.1 Türkiye kömür havzaları ve Zonguldak kömür havzasının konumu	45
Şekil 3.2 SFH Madencilik yer bulduru haritası.....	46
Şekil 3.3 Üzülmöz ve Karadon Müessesesi rödovanslı sahalar sınırı planı.	47
Şekil 3.4 Zonguldak Jeoloji Haritası	49
Şekil 3.5 Zonguldak Taşkömürü Havzası stratigrafik kolon kesiti	50
Şekil 3.6 Zonguldak Taşkömürü Havzası’nda bulunan tipik istif görünümü	52
Şekil 3.7 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak jeolojik kesit.	53
Şekil 3.8 Kozlu serisi damar stampları.....	54
Şekil 3.9 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak 3 boyutlu yandan jeolojik kesit görünüşü.	55
Şekil 3.10 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak 3 boyutlu üstten jeolojik kesit görünüşü.	55
Şekil 3.11 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak’ta çalışılan kömür damarları	56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.12 B8 ve B5 kesitli rijit çelik bağ ebatları	58
Şekil 3.13 Özkan damarı doğu ve batı ayak 2019 yılı hazırlık planı.	59
Şekil 3.14 2019 yılında Çay damarında ayak hazırlık planı.	59
Şekil 3.15 SFH Madencilik'te ayak panosu.	61
Şekil 3.16 Uzunayak tahkimatı görünüşü.	62
Şekil 3.17 B8 kesitli rijit çelik bağ parça eklenerek kesit genişletme.	64
Şekil 3.18 Düz çelik bağlardan yapılan trapez bağ.	64
Şekil 3.19 B8 kesitli rijit çelik bağların altına yapılan poligon kilit tahkimat.	65
Şekil 3.20 Başyukarı tahkimatı görünümü.	66
Şekil 3.21 SFH Madencilik su atımı şeması.	69
Şekil 3.22 İşletmede kullanılan 6'lı sensör grubu.	71
Şekil 3.23 Merkezi gaz izleme ve personel takip sistemi odası.	71
Şekil 3.24 Hayat hattı.	72
Şekil 4.1 SFH Madencilik +205 ana galerisinde inceleme ve gözlemler.	74
Şekil 4.2 SFH Madencilik bacaağzı girişi.	75
Şekil 4.3 +205 ana galerisinde 20. m'den görünüş.	75
Şekil 4.4 +205 ana galerisinin 200. m'sinden görünüş.	76
Şekil 4.5 +205 ana galerisinin 230. m'sinden görünüş.	77
Şekil 4.6 +205 ana galerisinin 302. m'sinden görünüş.	77
Şekil 4.7 +205 ana galerisinin 320. m'sinden görünüş.	78
Şekil 4.8 +205 ana galerisinin 360. m'sinden görünüş.	79
Şekil 4.9 +205 ana galerisinin 396. m'sinden görünüş.	80
Şekil 4.10 +205 ana galerisinin 430 m ile 435 m arasından görünüş.	80
Şekil 4.11 +205 ana galerisinin 440. m'sinden görünüş.	81
Şekil 4.12 +205 ana galerisinin 475. m'sinden görünüş.	82
Şekil 4.13 +205 ana galerisinin 502. m'sinden görünüş.	82
Şekil 4.14 +205 ana galerisinden +205/+175 ana nakliyat desandresi yönündeki galerinin 0 m ile 35 m arasından görünüş.	83
Şekil 4.15 +205 ana galerisinden +205/+175 ana nakliyat desandresi yönündeki galerinin 23 m ile 35 m arasından görünüş.	84
Şekil 4.16 +205/+175 ana nakliyat desandresinde inceleme.	85
Şekil 4.17 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 0 m ile 19 m arasından görünüş.	86
Şekil 4.18 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 20. m'sinden görünüş.	87
Şekil 4.19 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 20 m ile 28 m arasından görünüş.	87
Şekil 4.20 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 28 m ile 38 m arasından görünüş.	88
Şekil 4.21 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 38 m ile 44 m arasından görünüş.	89
Şekil 4.22 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 50. m'sinden görünüş.	90
Şekil 4.23 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 58. m'sinden görünüş.	90
Şekil 4.24 SFH Madencilik +175 galerisinde inceleme ve gözlemler.	91

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.25 +175 galerisinin 0 m ile 9 m arasından görünüş.	92
Şekil 4.26 +175 galerisinin 9 m ile 25 m arasından görünüş.	93
Şekil 4.27 +175 galerisinin 25 m ile 38 m arasından görünüş.	94
Şekil 4.28 +175 galerisinin 38 m ile 52 m arasından görünüş.	95
Şekil 4.29 +175 galerisinin 52 m ile 60 m arasından görünüş.	95
Şekil 4.30 +175 galerisinin 60 m ile 70 m arasından görünüş.	96
Şekil 4.31 SFH Madencilik +205/+175 yeni desandrede inceleme ve gözlemler.	97
Şekil 4.32 +205/+175 yeni desandrenin 0 m ile 8 m arasından görünüş.	98
Şekil 4.33 +205/+175 yeni desandrenin 8 m ile 16.5 m arasından görünüş.	99
Şekil 4.34 +205/+175 yeni desandrenin 16.5 m ile 26 m arasından görünüş.	100
Şekil 4.35 +205/+175 yeni desandrenin 26 m ile 30 m arasından görünüş.	100
Şekil 4.36 +205/+175 yeni desandrenin 30 m ile 33 m arasından görünüş.	101
Şekil 4.37 +205/+175 yeni desandrenin 33 m ile 53.50 m arasından görünüş.	102
Şekil 4.38 +205/+175 yeni desandrenin 53.50 m ile 68 m arasından görünüş.	102
Şekil 4.39 Taşkömürü madenleri için Marinos ve Hoek (2001) orijinal GSI abağında ilave düzenlemeler içeren heterojen kaya kütlesi GSI abağı.	104
Şekil 4.40 Yapısal sınıflandırma gruplarına ait renkli lejand.	104
Şekil 4.41 SFH Madencilik ana nakliyat galerileri ve desandrelerin toplu görünümü.	105
Şekil 4.42 +205 ana galerisi yapısal sınıflandırma bölgeleri.	106
Şekil 4.43 +205/+175 ana nakliyat desandresi yapısal sınıflandırma bölgeleri.	108
Şekil 4.44 +175 galerisi yapısal sınıflandırma bölgeleri.	109
Şekil 4.45 +205/+175 yeni nakliyat desandresi yapısal sınıflandırma bölgeleri.	110
Şekil 4.46 SFH Madencilik ana nakliyat galerilerinde yapısal sınıflandırma bölgeleri.	112



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 RMR kaya kütlesi sınıflama sistemi puanlama değiştirgeleri	10
Çizelge 2.2 Eklem takımları arası duruma ait indeks değerlerin (I_C) belirlenmesi.....	15
Çizelge 2.3 Patlatma (A_b) ve büyük süreksizlik düzlemleri için düzeltme katsayıları (A_w)...	16
Çizelge 2.4 Temel RMR ve Temel M-RMR sınıflama sistemlerinde kullanılan ana değiştirgeler.....	18
Çizelge 2.5 Süreksizlik yüzeyinin kesme dayanımı puanlaması.....	19
Çizelge 2.6 Süreksizlik sıklığı puanlaması	19
Çizelge 2.7 Kayaçların suya olan hassasiyeti ile ilgili ceza puanları.....	20
Çizelge 2.8 Kömür Madenciliğinde Tavan Puanı Sınıflaması.....	21
Çizelge 2.9 Zonguldak tavan göçebilirlik sınıflaması.....	21
Çizelge 2.10 Sınıflama sistemine ilişkin ceza puanları ve ceza çarpanı	23
Çizelge 2.11 ZTGS tavan göçebilirlik sınıfları	23
Çizelge 2.12 Blok boyutu tanımlamaları ve J_v parametresi aralıkları.....	28
Çizelge 2.13 Karmaşık ve zayıf kaya kütlelerinin mühendislik jeolojisi özellikleri tanımlamaları	32
Çizelge 2.14 Her kaya türü üyesi için oransal bileşime bağlı olarak ağırlıklı dayanım özelliği önerisi.....	32
Çizelge 2.15 Güncellenen sedimanter kaya malzemesi için m_i sabiti değerleri	34
Çizelge 2.16 Kaya kütlelerinin tek eksenli basınç dayanımının kestirimi için önerilen görgül bağıntılar	36
Çizelge 2.17 Kaya kütlelerinin deformasyon modülünün (E_m) kestirimi için önerilen görgül eşitlikler.....	37
Çizelge 2.18 Kömür çevre kaya dayanım özellikleri	40
Çizelge 2.19 Kumtaşı ve siltaşı kaya malzemeleri için m_i değerleri.	41
Çizelge 2.20 Kuru kaya örnekleri için ortalama deney sonuçları	41
Çizelge 2.21 Suya doygun kaya örnekleri için ortalama deney sonuçları.	42
Çizelge 2.22 Zonguldak Kömür Havzasında kömür damarlarına ait mekanik özellikler.....	42
Çizelge 2.23 GSI Abak'ta yer alan süreksizlik yüzey koşulları grupları ile ilgili açıklamalar	44
Çizelge 3.1 2019 yılı hazırlık planı yapılan kömür damarlarının ortalama kalınlıkları.....	56
Çizelge 3.2 2019 yılı hazırlık planı yapılan üretim panoları.....	60



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

A_B	:	Patlatmaya dayalı düzeltme katsayısı
A_W	:	Büyük süreksizlik düzlemi ve zayıflık düzlemlerine dayalı düzeltme katsayısı
a, s	:	Kaya kütlelerinin özelliklerine bağlı sabitler
c_m	:	Kaya kütleleri kohezyonu
CH_4	:	Metan
cm	:	santimetre
CO	:	Karbonmonoksit
D	:	Örseleme faktörü
E_i	:	Kaya malzemesinin Young (elastisite) modülü
E_m	:	Kaya kütlelerinin Young (elastisite) modülü
F_C	:	Suda dağılma dayanımına bağlı bir katsayı
H_2S	:	Hidrojen Sülfür
I_{GW}	:	Yeraltı su durumuna bağlı indeks değeri
I_C	:	Süreksizlikler arası durum indeks değeri
I_{JS}	:	Süreksizlikler arası mesafeye bağlı indeks değeri
I_{OI}	:	Eklem takım konumuna bağlı indeks değeri
I_{PLT}	:	Nokta yükleme dayanımına bağlı indeks değeri
I_{RQD}	:	RQD değerine bağlı indeks değeri
I_{S50}	:	Nokta yükü indeks değeri
I_{gc}	:	Tek eksenli basınç dayanımına bağlı indeks değeri
J_v	:	Hacimsel eklem sayısı
lt	:	litre
m	:	metre
m^3	:	metreküp
mm	:	milimetre

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

m_b	:	Kaya kütlesi için Hoek-Brown sabiti değeri
MPa	:	Megapascal
O_2	:	Oksijen
R_f	:	Süreksizliklerin dolgu puanı
R_r	:	Süreksizliklerin pürüzlülük puanı
R_w	:	Süreksizliklerin bozunma puanı
RQD	:	Kaya Niteliği Göstergesi
%	:	yüzde
°	:	derece
σ_{ci}	:	Kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı
σ_{cm}	:	Kaya kütesinin tek eksenli basınç dayanımı
σ_{max}	:	Yenilme anında uygulanmakta olan en büyük asal etkin gerilme
σ_{min}	:	Yenilme anında uygulanmakta olan en küçük asal etkin gerilme

KISALTMALAR

BSTR	:	Kırıklı Yapısal Bölge
BTS	:	Dolaylı (Brazilian) çekme dayanımı
CMRR	:	Kömür Madeni Tavan Puanlandırma Sistemi
CP	:	Ceza puanı
DGB	:	Düzeltilmiş göçebilirlik puanı
GSI	:	Jeolojik Dayanım İndeksi
ICR	:	Sağlam Karot Randımanı
ISRM	:	Uluslararası Kaya Mekaniği Birliği
ISTR	:	Sağlam Yapısal Bölge
M-RMR	:	Yeniden Düzenlenen Kaya Kütle Puanlama Sistemi
NGI	:	Norveç Jeoteknik Enstitüsü Sınıflama Sistemi
Q	:	Tünelcilik Niteliği Sınıflama Sistemi
PLT	:	Eksenel nokta yükü dayanımı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

RMR	:	Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi
SCR	:	Süreksizlik Yüzey Koşulu Puanı
SR	:	Yapısal Özellik Puanı
TGP	:	Tavan Göçebilirlik Puanı
TİM	:	Taşkömürü İşletme Müessesesi
TTK	:	Türkiye Taşkömürü Kurumu
UCS	:	Tek eksenli basınç dayanımı
ZTGS	:	Zonguldak Tavan Göçebilirlik Sınıflaması





BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yeraltı kömür madenciliğinde, üretim faaliyetlerinin yapıldığı ayaklara hizmet sağlayan ana galerilerin duraylılığı, düzenli üretim, nakliyat ve havalandırmanın sağlanması açısından önemlidir. Kömür madenlerinde yeraltı çalışma ortamında kaya kütlesi kalitesi belirlenerek yeraltı açıklık duraylılığı, tahkimat tasarımı ve kazı yöntemi ile ilgili bulgular sağlayan çeşitli kaya kütlesi sınıflama sistemleri kullanım alanı bulmaktadır. Kaya kütlesi sınıflama sistemleri, tasarım hedefleri ve sahanın jeolojisi de dikkate alınarak, gözleme dayanan yararlı tasarım araçlarıdır. Günümüze kadar çeşitli araştırmacılar tarafından değişik kaya kütlesi sınıflama sistemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Kaya kütle sınıflama sistemleri yeraltı kömür madenleri için kaya kütlesi mekanik özelliklerinin (dayanım, deformasyon vb.) kestirimi ve açıklık (galeri, tabanyolu vb.) kazı-tahkimat işleri tasarımında pratik bir mühendislik aracı olarak değerlendirilmelidir. Yeraltı kömür madenleri için seçilecek sınıflama sistemlerinde daha doğru mühendislik kararlarının alınabilmesi ve projelerde daha etkin bir iletişimin sağlanması amacıyla tasarıma yönelik çalışmalar için sayısal ve tasarım verisi sağlanması hedeflenmelidir. Bunun için de kullanılacak sınıflama sisteminin az sayıda ve mümkün olduğunca yeraltı gözlemleri ve basit ölçümlere dayalı sınıflama değiştirgeleri içermesine dikkat edilmelidir. Yeraltı taşkömürü madeni için seçilecek sınıflama sisteminde ortam ve çevresel koşullara uygunluğu (heterojen kaya kütleleri, tabakalanmaya dayalı sedimanter yapısal özellikler, karmaşık yapı, tektonik etkiler, su hassasiyeti vb.) dikkate alınmalıdır.

SFH Madencilik ana nakliyat galerisinde açıklık duraylılığının incelenmesi ve yapısal sınıflandırma başlıklı bu tez çalışması dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; tez çalışmasının önemi ve kapsamına ilişkin özet bilgiler yer almaktadır. İkinci bölümde; kaya malzemesi ve kütlesi kavramı açıklanıp, kömür madenlerinde uygulanmakta olan bazı kaya kütlesi sınıflama sistemleri tanıtılmıştır. Mevcut kaya kütlesi sınıflama sistemlerinde yer alan değiştirgeler (dayanım, süreksizlik, su vb.) incelenip Zonguldak kömür havzasında ve tez çalışması kapsamında incelenmekte olan SFH Madencilik sahasında uygulanabilirlik açısından

değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde; SFH Madencilik işletme sahası, yöntemi ve iş güvenliği uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde; SFH Madencilik ana nakliyat galerisinde yerinde gözlemler ve yapısal sınıflama çalışmaları yer almakta olup ayrıntılı değerlendirmeler yapılmıştır.



BÖLÜM 2

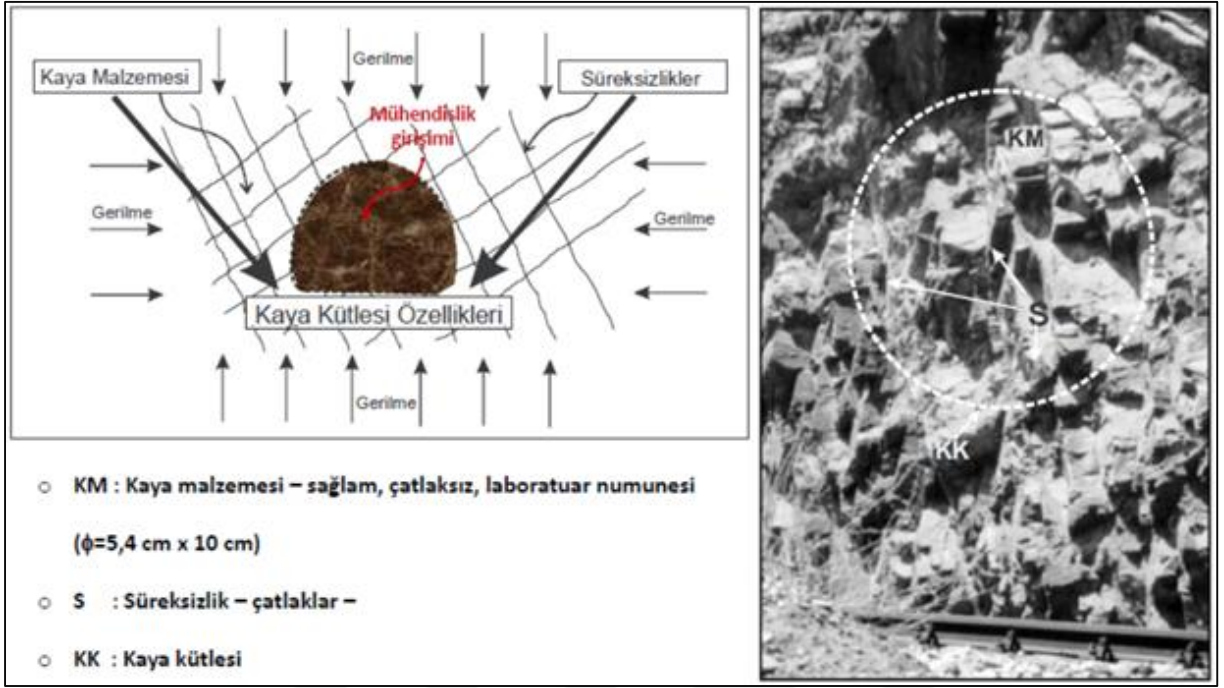
KÖMÜR MADENLERİ İÇİN KAYA KÜTLESİ ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRMALAR

Kömür madenlerinde çeşitli kaya kütlesi sınıflama sistemleri kullanım alanı bulmaktadır. Bu bölümde, kaya malzemesi ve kütlesi kavramı açıklanıp, kömür madenlerinde uygulanmakta olan bazı kaya kütlesi sınıflama sistemleri tanıtılmıştır. Mevcut kaya kütlesi sınıflama sistemlerinde yer alan değiştirgeler (dayanım, süreksizlik, su vb.) incelenip Zonguldak kömür havzasında ve tez çalışması kapsamındaki SFH Madencilik sahasında uygulanabilirlik açısından değerlendirilmiştir.

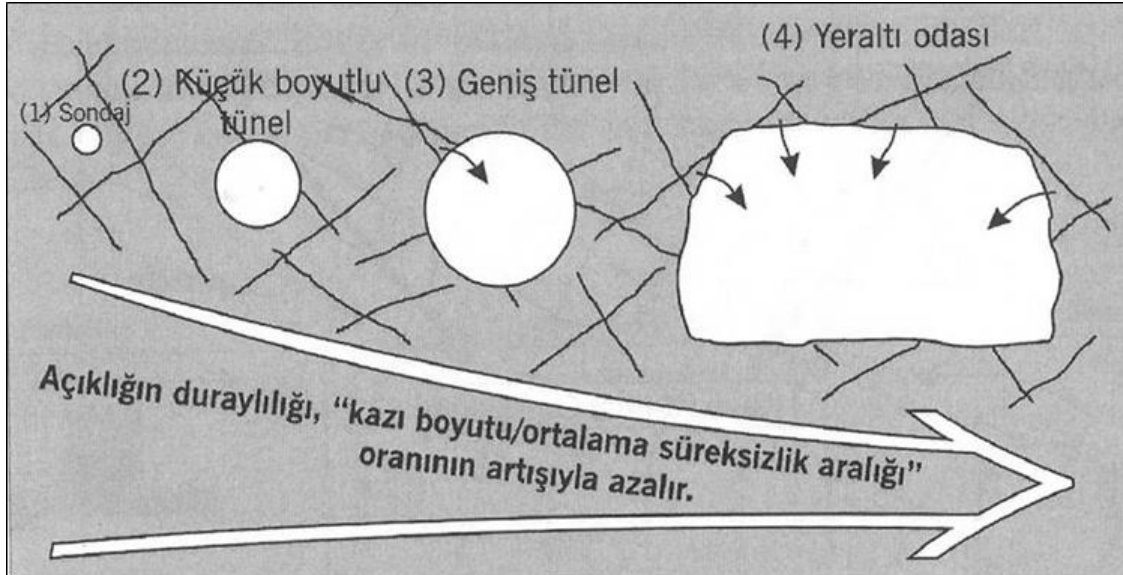
2.1 KAYA MALZEMESİ VE KÜTLESİ

Kaya malzemesi, kaya kütlesinde eklem, tabakalanma, şistozite fay vb. doğal süreksizliklerin arasında kalan ve malzemenin çekme dayanımının azalmasına neden olabilecek herhangi bir kırık veya zayıflık düzlemi içermeyen değişik boyutlardaki kaya parçalarıdır. Diğer bir ifadeyle sağlam kaya malzemesi, herhangi bir kırık içermeyen en küçük kaya elemanıdır. Kaya malzemesinde bazen mikro kırıklar veya çatlaklar bulunmakla birlikte bunlar süreksizlik olarak dikkate alınmazlar (Ulusay ve Sönmez 2007). Kaya kütlesi veya yerindeki kaya, süreksizlik ağı ile kaya malzemesinin birlikte oluşturdukları kütle veya sistemdir (şekil 2.1). Süreksizlikler, en genel anlamıyla, kaya kütlesi içinde bazı özelliklerin süreksizlik gösterdiği yüzeylerdir. Yapısal süreksizlikler ise dayanımda zayıflığa sebep olan yüzeyler şeklinde ifade edilmektedir. Kaya kütlelerinde süreksizliklerle sınırlanan kaya malzemesi blokları, taze kaya malzemesinden, bozunmuş, ayrışmış kayaya kadar değişik özellikler gösterebilir. Kaya kütlelerinin belirli bir gerilme altındaki davranışı, genellikle kaya malzemesine ait bloklar ile süreksizlikler arasındaki etkileşim tarafından denetlenir. Dolayısıyla kaya malzemesi, kendisiyle birlikte süreksizlikleri ve bozunma profilini de içine alan kaya kütlesi kavramından farklıdır. şekil 2.2’de görüldüğü gibi, eklemlili kaya kütlesi ortamında yeraltı açıklığının boyutu arttıķça, bu boyut kaya malzemesini temsil eden bloklardan daha büyük olacağı için, burada açıklığın davranışı tek

başına kaya malzemesi veya süreksizlikler tarafından değil, her iki elemanı da içeren kaya kütlelerinin davranışıyla denetlenmektedir (Ulusay ve Sönmez 2007).



Şekil 2.1 Kaya kütlesi, süreksizlik ve kaya malzemesi kavramlarını tanımlayan şematik kesit (Hudson 1989, Ulusay ve Sönmez 2007).



Şekil 2.2 Açıklık boyutları ve kaya kütlesi etkileşimi (Hudson 1989, Ulusay ve Sönmez 2007).

Kaya kütleleri, sürekli, homojen ve izotrop malzemeler olmayıp, çeşitli süreksizlikler tarafından kesilirler. Ayrıca farklı derecede bozunmaya uğramış kaya türlerini de içerirler. Bu

nedenle, dış yüklere maruz kalabilen söz konusu kaya kütlelerinin davranışı, içerdikleri süreksizliklerin özellikleri dikkate alınmadan gerçeğe yakın şekilde analiz veya önceden tahmin edilemez. Bu durum, kaya kütlelerinin süreksizlik özelliklerinin sağlıklı bir şekilde tanımlanmasına ve kaya mühendisliği uygulamalarında önem kazanmasına neden olmaktadır. Kaya kütlelerinin tanımlanması; mühendislik yapısının duraylılığını denetleyecek jeolojik unsurların ve bunların fiziksel özelliklerinin tanımlanmasıyla ilgili verilerin toplanması ve kaya kütlelerini temsil edecek bir modelin oluşturulması işlemidir. Bu işlemde en önemli aşama, süreksizliklere ait özelliklerin tanımlanmasıdır. Mühendislik uygulamalarında, özellikle kaya kütlelerinin tanımlanması açısından, süreksizliklere ilişkin özelliklerin belirlenmesi gerekir (Ulusay 2001, Ulusay ve Sönmez 2007).

Süreksizliklerin özellikleri başlıca aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olarak belirlenir (Ulusay ve Sönmez 2007).

- Jeolojik yapının ortaya konulması
- Kaya kütlelerinin mühendislik sınıflaması
- Kaya kütlelerinin duraylılığı, deformasyonu, akışkan iletimi, patlatma ve tahkimat tasarımı gibi uygulamalarda kullanılan analitik, sayısal veya görgül yöntemler için veri sağlaması.

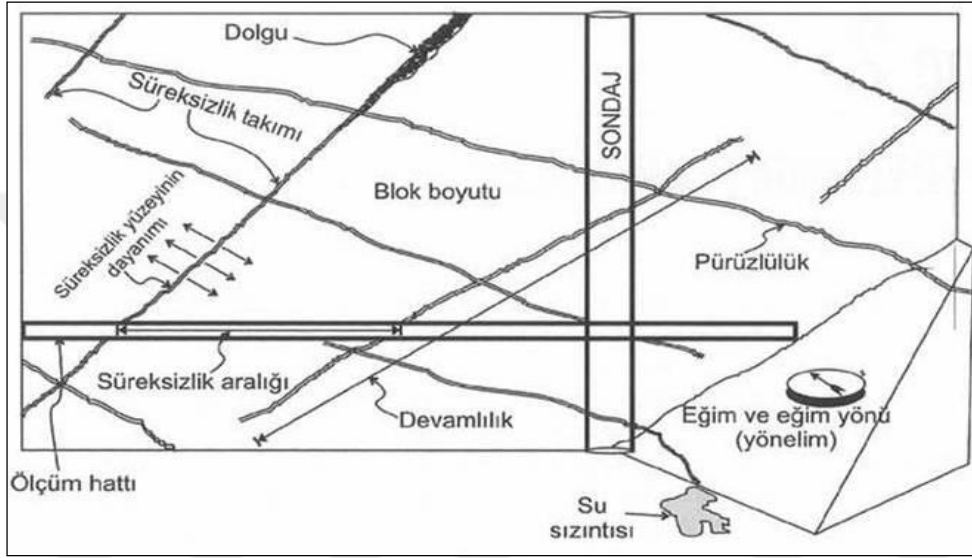
Süreksizliklerin özellikleri sondaj karotlarından, yerüstü ve yeraltı açıklık yüzeylerinde değişik ölçüm tekniklerinden yararlanılarak belirlenir ve tanımlanır.

Kaya kütlelerinin tanımlanması amacıyla aşağıdaki fiziksel değişirgeler belirlenir (ISRM 1981, Ulusay ve Sönmez'den 2007).

- Süreksizliğin türü
- Süreksizliğin aralığı
- Süreksizliğin devamlılığı
- Süreksizlik yüzeyinin pürüzlülüğü ve dalgalılığı
- Süreksizlik yüzeyinin açıklığı
- Dolgu malzemesinin özellikleri
- Süreksizlik yüzeyinin dayanımı ve bozunma derecesi
- Süreksizlik yüzeyindeki su durumu

- Süreksizliğin yönelimi ve süreksizlik seti (takımı) sayısı
- Blok boyutu

Kaya kütlelerinin süreksizlik özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler Ulusay (2001) ile Ulusay ve Sönmez (2007) kaynaklarında yer almaktadır. Şekil 2.3'te kaya kütlelerinin süreksizlik özellikleri şematik olarak verilmiştir.



Şekil 2.3 Kaya kütlelerinin süreksizlik özellikleri (Hudson 1989, Ulusay ve Sönmez'den 2007).

Zonguldak Taşkömürü Havzası'ndaki kömür çevre kayaları ağırlıklı olarak kumtaşı, konglomera, silttaşı, kiltası gibi sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Havza oluşumunda yapısal ve tektonik etkiler ile kömür çevre kaya kütleleri çeşitli süreksizlik özelliklerine sahiptir.

2.2 KAYA KÜTLESİ SINIFLAMA SİSTEMLERİ

Kaya kütlelerinde gerçekleştirilen kazılar ve inşa edilen yapılar için gerekli araştırma ve uygulamalarla ilgili olarak günümüzde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yeraltı maden işletmeciliği amaçlı galeriler ve düşey kuyular, otoyol ve demiryolu ağları, hidroelektrik santral projeleri ve yeraltı enerji istasyonları için inşa edilen yeraltı açıklıkları, derin kazı şevleri gibi mühendislik uygulamaları bu kapsamda yer almaktadır. Söz konusu uygulamalarda mühendislik yapılarının güvenli ve ekonomik bir şekilde inşası ve kullanımı açısından en önemli araç mühendislik tasarımıdır. Kaya mühendisliğini de içerecek şekilde ve daha genel

anlamda jeoteknik çalışmalarda tasarım yöntemleri; analitik-sayısal, gözleme dayalı ve görgül (ampirik) olmak üzere üç ana başlık altında toplanır. Genel anlamda analitik ve sayısal yöntemlerden, yapıların ve kazıların duraylılık koşullarının araştırılması ve kazı çevresindeki gerilme-şekil değiştirme ilişkilerinin analizleri için yararlanır. Gözleme dayalı yöntemler, kazı ve yakın çevresinde yapılan incelemeleri, arazide ve laboratuvarında gerçekleştirilen deneyler ile deformasyon, gerilme, su basıncı vb. hususlarla ilgili aletsel izleme çalışmalarını kapsar. Görgül yöntemler ise, kazılarda yapılan gözlemler ve elde edilen verilerin genellikle istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi sonucunda mühendislik deneyimi esas alınarak geliştirilmiş yöntemlerdir (Ulusay ve Sönmez 2007).

Genel sözcük anlamı olarak sınıflama, nesnelerin ortak özelliklerine göre gruplandırılması şeklinde tanımlanır. Kaya mekaniği alanında da kaya kütlelerinin sınıflandırılmasına gereksinim duyulmuş ve bu amaçla çeşitli sınıflama sistemleri önerilmiştir. Bu sistemler, kaya mühendisliğinde tasarımın ayrılmaz bir parçası olmakla birlikte uzun yıllar süren gözlemlere bağlı deneyimler ve istatistiksel değerlendirmeler esas alınarak önerilmiş görgül yöntemlerdir. Çoğu kez, doğrudan bir tasarım yöntemi oldukları şeklinde yanlış algılanarak kullanılan kaya kütleli sınıflama sistemleri, kaya mühendisliğinde tasarıma yardımcı olan ve ön tasarım amacıyla kullanılabilecek birer araç olarak değerlendirilmelidir. Dolayısıyla bu sistemler, analitik-sayısal ve gözleme dayalı yöntemler ile mühendislik sezgilerinin yerini almak üzere geliştirilmemişlerdir. Kaya kütleli sınıflama sistemlerinin bu çerçevede algılanması ve doğru kullanılması halinde günümüzde birçok mühendislik projesinin tamamlanmasında başarı ile kullanıldıkları bilinmektedir (Özkan ve Ünal 1996, Ulusay ve Sönmez'den 2007).

Kaya kütleli sınıflama sistemleri, görgül tasarım yaklaşımlarının temel harcıdır ve mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde açılmakta olan tünellerin birçoğunda sınıflama sistemlerinden yararlanılmaktadır. Yeni sınıflama sistemleri, sadece tünellerde uygulamalarında kalmamış, büyük yeraltı boşlukları, yeraltı ocakları, şevler ve temellerin tasarımı gibi değişik mühendislik uygulamalarında da kullanılmış ve kullanılmaktadır (Karpuz ve Hindistan 2008).

Bieniawski (1989), kaya kütleli sınıflama sistemlerinin başlıca amaçlarını şu şekilde belirtmektedir:

- Kaya kütlelerinin davranışını etkileyen önemli değişirgeleri belirlemek

- Kaya kütlesini kendi içerisinde benzer özellikler gösteren bölgelere ayırarak değişik kalitedeki kaya kütlesi sınıflarını belirlemek
- Her kaya kütlesi sınıfının özelliklerinin anlaşılması amacıyla esaslar oluşturmak
- Herhangi bir sahadaki kaya kütlesi koşullarıyla ilgili olarak kazanılan deneyimleri diğer sahalarda karşılaşılan koşullarla karşılaştırıp ilişki kurmak
- Mühendislik tasarımı için sayısal veri tabanı ve bir kılavuz oluşturmak
- Mühendisler arasında ortak temele dayalı teknik iletişimi sağlamak

Kaya kütlesi sınıflama sistemlerinden elde edilebilecek kazanımlar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Tasarıma yönelik amaçlar için sayısal veri sağlanması,
- En az sayıda sınıflama değişikliği esas alınarak, toplanan verilerle saha çalışmasının kalitesinin artırılması,
- Daha doğru mühendislik kararlarının alınabilmesi ve projelerde daha etkin bir iletişimin sağlanması

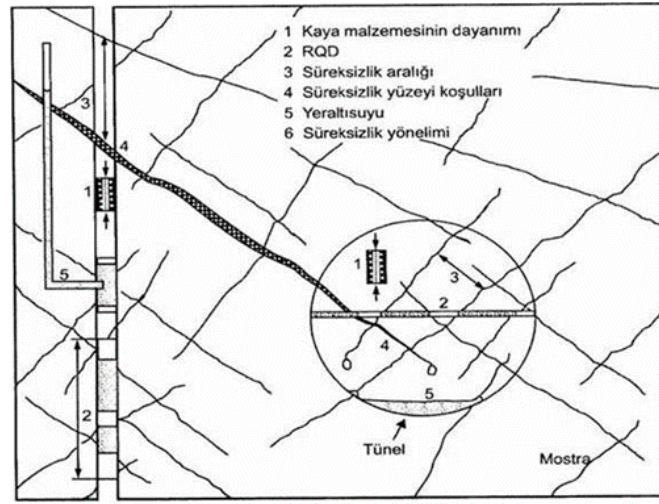
Kaya kütlesi sınıflama sistemleri, tasarım hedefleri ve sahanın jeolojisi de dikkate alınarak, gözleme dayanan yararlı tasarım araçlarıdır. Günümüze kadar çeşitli araştırmacılar tarafından değişik kaya kütlesi sınıflama sistemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Bunların bir kısmı önerilmiş olan sistemlerin yeniden düzenlenmesi veya geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu sistemler arasında tünelcilik ve madencilik uygulamalarında; Kaya Kütlesi Puanlama (Rock Mass Rating-RMR), Q Kaya Tünelcilik Kalitesi veya Norveç Jeoteknik Enstitüsü (Norwegian Geotechnical Institute-NGI) sınıflama sistemi ve Jeolojik Dayanım İndeksi (Geological Strength Index-GSI) kaya kütlesi sınıflandırma sistemleri yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Kömür madenciliğinde ise Yeniden Düzenlenen Kaya Kütle Puanlama (Modified Rock Mass Rating-M-RMR) sınıflama sistemi ve Kömür Madeni Tavan Puanlandırma (Coal Mine Roof Rating-CMRR) sistemi ön plana çıkmaktadır. Zonguldak Kömür Havzası için geliştirilen tek sınıflandırma sistemi Köken (2014) tarafından önerilen Zonguldak Tavan Göçebilirlik Sınıflaması (ZTGS) sistemidir. Bu sistemde Zonguldak Taşkömürü Havzası uzunyak üretim yöntemi uygulamasında tavan tabakaları göçebilirlik özellikleri açısından sınıflandırılmıştır.

Tez çalışması kapsamında Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (RMR) ile birlikte Yeniden Düzenlenen Kaya Kütle Puanlama (M-RMR) sınıflama sistemi, Jeolojik Dayanım İndeksi

(GSI), Kömür Madeni Tavan Puanlandırma (CMRR) ve Zonguldak Tavan Göçebilirlik Sınıflaması (ZTGS) hakkında bilgiler sunulmuştur. Sınıflama sistemlerinde yer alan değiştirgeler (kaya malzemesi özellikleri, kaya kütlesi özellikleri, su etkisi vb.) ayrıntılı olarak incelenmiş ve sınıflandırma sistemlerinin Zonguldak Kömür Havzası'nda uygulanabilirliği değerlendirilmiştir.

2.2.1 Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (RMR) ve Yeniden Düzenlenen Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (M-RMR)

Kaya Kütlesi Puanlama sistemi (RMR) Bieniawski (1973) tarafından geliştirilmiş olup kazanılan deneyimler çerçevesinde son şeklini 1989 yılında almıştır. Bu sisteme göre kaya kütlelerinin sınıflandırılmasında; kayaç malzemesinin dayanımı, kayaç kalitesi göstergesi (RQD), süreksizlik aralığı, süreksizliklerin durumu, yeraltı suyu koşulları ve süreksizliklerin yönelimine göre düzeltme değiştirgelerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca özellikle madencilik uygulamalarında patlatma, yerindeki gerilimler ve fayların durumu gibi faktörler de dikkate alınarak ilave düzeltmelerin yapılması önerilmektedir (Ulusay 2001). RMR sistemine göre kaya kütlelerinin sınıflandırılmasında şekil 2.4 ve Çizelge 2.1'de belirtilen ana değiştirgeler esas alınmaktadır.



şekil 2.4 Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (RMR) değiştirgeleri (Hudson 1989, Ulusay ve Sönmez 2007).

Çizelge 2.1 RMR kaya kütlesi sınıflama sistemi puanlama değıştirmeleri (Bieniawski 1989, Ulusay ve Sönmez'den 2007)

A. Sınıflama değışkenleri ve puanları.

DEĞİŞTİRGE			DEĞER ARALIKLARI VEYA TANIMLAR							
1	Sağlam Kaya Malzemesinin Dayanımı (MPa)	Nokta yükü dayanım indeksi	>10	4-10	2-4	1-2	Daha düşük aralık için tek eksenli basınç dayanımı deneyi önerilir			
		Tek eksenli basınç dayanımı	>250	100-250	50-100	25-50	5-25 MPa	1-5 MPa	<1 MPa	
	Puan	15	12	7	4	2	1	0		
2	RQD Kaya Niteliği Göstergesi		% 90-100	% 75 - 90	% 50 - 75	% 25 - 50	< % 25			
	Puan		20	17	13	8	3			
3	Süreksizlik aralığı		> 200 cm	60-200 cm	20-60 cm	6-20 cm	< 6 cm			
	Puan		20	15	10	8	5			
4	Süreksizliklerin durumu		Çok pürüzlü yüzeyler	Hafifçe pürüzlü yüzeyler	Hafifçe pürüzlü yüzeyler	Kaygan yüzeyler veya	Ayrılma >5 mm veya 5 mm'den kalın ve yumuşak fay dolgusu			
			Ayrılma yok	Ayrılma	Ayrılma	Ayrılma: 1-5 mm veya				
			Bozunmamış	< 1mm	< 1mm	5mm'den ince fay dolgusu				
Puan		30	25	20	10	0				
5	Yeraltı Suyu Durumu	Tünelin 10 mm'lik kısmına gelen su miktarı	Yok	< 10 lt	10 - 25 lt	25-125 lt	> 125 lt			
		Ekleme suyu basıncı / Büyük asal gerilme oranı	Veya 0	Veya < 0.1	Veya 0.1 - 0.2	Veya 0.2-0.5	Veya > 0.5			
		Genel durum	Veya Tamamen kuru	Veya Nemli	Veya Islak	Veya Damlama	Veya Akan su			
	Puan		15	10	7	4	0			

B. Tünelde süreksizlik eğim ve doğrultunun etkisi

Doğrultu tünel eksenine dik				Doğrultu tünel eksenine paralel		Doğrultuya bakılmaksızın, eğim 0°-20° arasında
Eğim yönünde ilerleme		Eğime karşı yönde ilerleme		Eğim 45°-90°	Eğim 20°-45°	
Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun değil	Hiç uygun değil	Orta	Orta

Çizelge 2.1 (devam ediyor)

C. Süreksizliklerin durumunun detaylı olarak puanlandırılması.

DEĞİŞTİRGE		DEĞER ARALIKLARI VEYA TANIMLAR				
4.a	Süreksizliklerin Boyu (Devamlılık)	< 1 m	1 – 3 m	3 – 10 m	10 – 20 m	> 20 m
	Puan	6	4	2	1	0
4.b	Süreksizlik Yüzeylerinin Ayrılması (Açıklık)	Yok	< 0.1mm	0.1-1 mm	1-5 mm	> 5mm
	Puan	6	5	4	1	0
4.c	Süreksizlik Yüzeylerinin Pürüzlülüğü	Çok Pürüzlü	Pürüzlü	Hafifçe Pürüzlü	Düz	Kaygan
	Puan	6	5	3	1	0
4.d	Süreksizlik Dolgusu	Yok	Katı Dolgu		Yumuşak Dolgu	
			< 5mm	> 5mm	< 5mm	> 5mm
	Puan	6	4	2	2	0
4.e	Süreksizlik Yüzeylerinin Bozunması (Ayrışması)	Bozunmamış	Hafifçe Bozunmuş	Orta Derece Bozunmuş	Çok Bozunmuş	Tamamen Ayrışmış
	Puan	6	5	3	1	0

D. Süreksizlik yönelimine göre düzeltme

Süreksizliklerin doğrultu ve eğimi		Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun değil	Hiç uygun değil
Puan	Tüneller	0	-2	-5	-10	-12
	Tüneller	0	-2	-7	-15	-25
	Şevler	0	-5	-25	-50	-60

E. Kaya sınıfları ve puanları

Sınıf no	I	II	III	IV	V
Tanımlama	Çok iyi kaya	İyi kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Çok zayıf kaya
Puan	100 – 81	80 – 61	60 – 41	40 – 21	<20

Kaya kütesine ait mekanik özelliklerin kestiriminde kullanılan görgül bağıntılarda süreksizlik yönelimi için düzeltme yapılmamış toplam temel RMR değeri, yeraltı açıklıklarının duraylılığıyla ilgili görgül bağıntılarda ise düzeltilmiş nihai RMR değerlerinin kullanılması önerilmektedir (Ulusay ve Sönmez 2007).

Kaya malzemesinin dayanımı, RQD ve süreksizlik aralığına ait puanların, sınıflama değıştirgeleri çizelgesinde verilen aralıklara kıyasla daha hassas kestirimi için puanlama amacıyla grafikler de hazırlanmıştır. RMR kaya kütesi sınıflandırma sisteminde süreksizlik koşuluna ait; süreksizlik aralığı, devamlılığı ve pürüzlülüğü ile dolgu ve bozunmanın derecesi

gibi değiştirgeler ise ISRM tarafından önerilen tanımlamalara göre gruplandırılmaktadır (Ulusay ve Sönmez 2007).

RMR sistemi, kullanım açısından basittir ve hem sondaj verilerinden hem de yeraltı haritalamasından kolaylıkla elde edilebilecek sınıflama değiştirgelerini esas alır. Bununla birlikte, sondajlarda devamlılık, dolgu, açıklık, yönelim gibi değiştirgelerin, özel teknikler kullanılmadıkça, her zaman gerçeğe uygun şekliyle tayini mümkün olmamakta, dolayısıyla hesaplanan RMR puanları bu belirsizliklerden etkilenmektedir.

Özkan vd. (2012), 1989-2005 yılları arasında yapmış oldukları bazı çalışmalarda RMR sınıflama indeks değerlerini belirlemeye çalışmışlar ancak, özellikle zayıf, anizotropik, tabakalı, kil içerikli ve çatlaklı kaya bölgelerinde kütle parametrelerinin belirlenmesinde RMR sisteminin yetersiz kaldığını tespit etmişlerdir. Diğer sınıflama sistemlerinde olduğu gibi, RMR sisteminde de özellikle RMR puanı 40'ın altında olan zayıf ve kil içeren kaya kütlelerinin değerlendirilmesi açısından, sınıf aralıklarının üniform (20 puanlık aralıklar) olması da diğer bir sınırlamadır. Çünkü RMR <40 olan kaya kütleleri için daha dar aralıklar esas alınarak önerilecek kaya sınıflarının kullanılmasıyla, destek türlerinin daha sağlıklı olarak belirlenmesi mümkün olabilir (Ulusay ve Sönmez 2007, Özkan ve Ünal 2012). Karşılaşılan problemleri aşmak amacıyla araştırmacılar M-RMR sınıflama sistemini geliştirmişlerdir (Özkan ve Ünal 2012).

M-RMR sınıflama sistemi için Ünal ve Özkan (1990) tarafından önerilen eşitlik aslında iki parçadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla Temel M-RMR ve Tasarım M-RMR olarak adlandırılabilir (Eşitlik 2.1) (Özkan ve Ünal 2012).

$$\text{Temel } M - RMR = F_C \times \{ [I_{PLT}] + [I_{RQD}] + [I_{JC}] + [I_{JS}] + [I_{GW}] + [I_{OI}] \} \quad (2.1)$$

Burada;

F_C : Suda dağılma dayanımına bağlı bir katsayı (0.7-1.15)

I_{PLT} : Nokta yükleme dayanımına bağlı indeks değeri (0-15) veya
(I_{oc} : Tek eksenli basınç dayanımına bağlı indeks değeri (0-15))

I_{RQD} : RQD (Rock Quality Designation) değerine bağlı indeks değeri (0-20)

I_{JC} : Süreksizlikler arası durum indeks değeri (0-30)

I_{JS} : Süreksizlikler arası mesafeye bağlı indeks değeri (0-20)

I_{GW} : Yeraltı su durumuna bağlı indeks değeri (0-15)

I_{OI} : Eklem takım konumuna bağlı indeks değeri (maden galeri ve tüneller için: 0-(-12))

Eşitlik 2.1’de belirtilen parametreler Şekil 2.5 ve Çizelge 2.2 yardımıyla belirlenebilmektedir. Çizelge 2.2’de ICR (intact core recovery) sağlam karot randımanını, ISTR (intact structural region) sağlam yapısal bölgeyi ve BSTR (broken structural region) kırıklı yapısal bölgeyi ifade etmektedir. Sağlam karot verimi (ICR) silindirik şeklini koruyan toplam karot uzunluğunun ilerleme aralığının uzunluğuna oranlamasıyla yüzde olarak edilebilmektedir (Ulusay 2001).

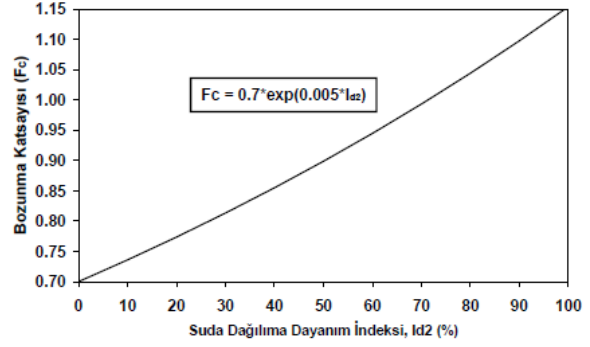
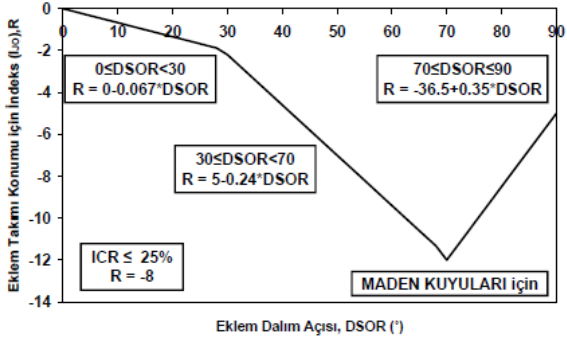
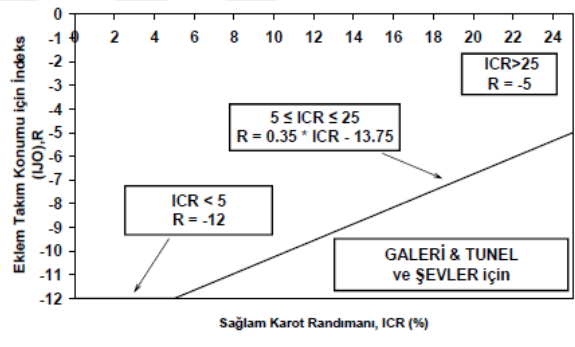
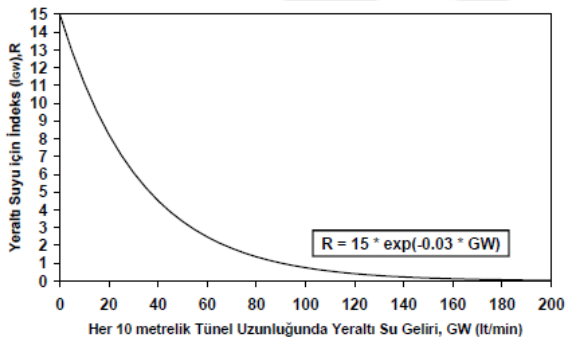
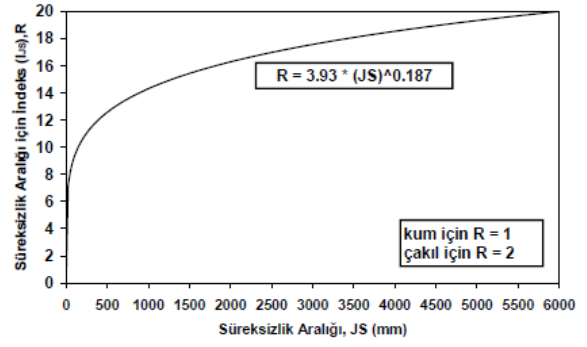
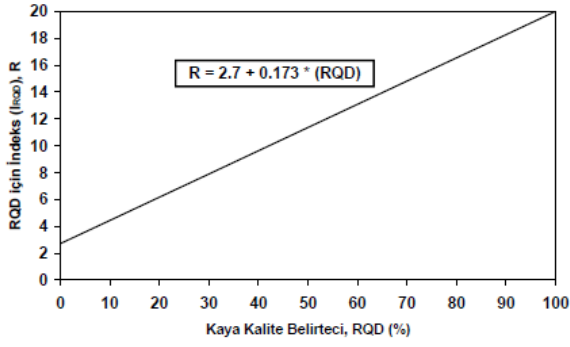
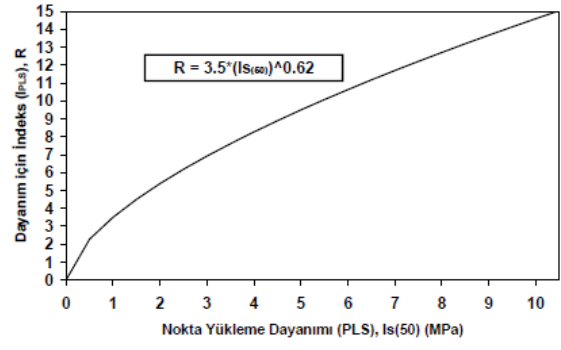
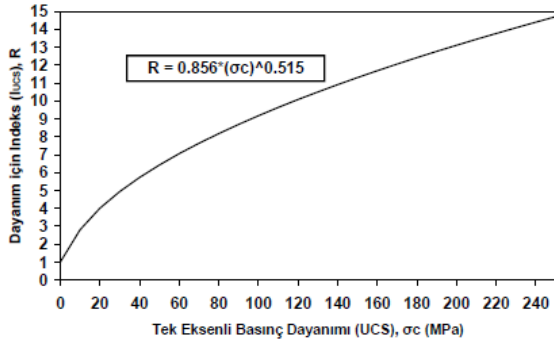
Tasarım M-RMR değerini belirlemek için arazi gerilmeleri, jeolojik unsurlar (fay, süreksizlik gibi) ve galeri açma yöntemi (galeri açma makineleri veya delme-patlatma) ile ilgili indeks değerlerinin Temel M-RMR değeri ile çarpılması gerekmektedir. Ancak M-RMR sisteminde önerilen bu parametre indeks değerleri (Çizelge 2.3), RMR sisteminden farklıdır (Özkan ve Ünal 2012).

$$Tasarım\ M - RMR = [Temel\ M - RMR] \times [A_B] \times [A_W] \quad (2.2)$$

Burada;

A_B : Patlatmaya dayalı düzeltme katsayısı (0.80-1.0)

A_W : Büyük süreksizlik düzlemi ve zayıflık düzlemlerine dayalı düzeltme katsayısı (0.70-1.0)



Şekil 2.5 M-RMR sistemi tarafından sınıflandırma parametreleri için önerilen aralıklar ve indeks değerleri (Özkan ve Ünal 2012).

Çizelge 2.2 Eklem takımları arası duruma ait indeks değerlerin (I_{JC}) belirlenmesi (Özkan ve Ünal 2012).

I_{JC} sağlam kaya bölgeleri için -ISTR ($ICR \geq 25\%$)				I_{JC} kırıklı kaya bölgeleri için -BSTR ($ICR < 25\%$)		
Parametre	Koşul		İndeks	BSTR	Tanım	İndeks (bs)
Bozunma W	Hiç Bozunmamış		8	BSTR1	Eğer toprak yapısında ise (büyük kum-çakıl)	0
	Az Bozunmuş		7	BSTR2	Eğer kırıklı kaya ve küçük çakıl taneleri içeriyorsa (~1cm)	2
	Orta Bozunmuş		6	BSTR3	Eğer 2-3 cm boyutlarında kırıklı kaya parçaları içeriyorsa	4
	Çok Bozunmuş		4	BSTR4	Eğer 10cm'den daha kısa karot parçaları içeriyorsa	6
	Çok Fazla Bozunmuş		2	BSTR5	Eğer 10 cm'den daha büyük bir yada daha fazla karot parçaları içeriyorsa	8
Pürüzlülük R	Dalgalı	Çok Pürüzlü	8			
		Pürüzlü	6			
		Az Pürüzlü	4			
		Düz	2			
		Kaygan	1			
	Düzlemsel	Çok Pürüzlü	4			
		Pürüzlü	3			
		Az Pürüzlü	2			
		Düz	1			
		Kaygan	0			
Devamlılık C	Çok Az Devamlı		3.5			
	Az Devamlı		3			
	Orta Devamlı		2			
	Yüksek Devamlı		1.5			
Açıklık A	Çok Yüksek Devamlı		1			
	0.0-0.01 mm		4			
	0.01-1 mm		3			
	1.0-5.0 mm		2			
Dolgu F	> 5mm		0			
	Dolgu Yok		1			
	0.0-1.0 mm		4			
	1.0-5.0 mm (hard)		3.5			
	1.0-5.0 mm (soft)		3.0			
	> 5.0 mm (hard)		2.0			
> 5.0 mm (soft)		0.0				

Eklem takımları arası duruma ait Eşitlikler

1) Eğer $ICR > 25\%$ ve $F=1$ (dolgu yok)
 $I_{JC} = W+R+(C*A*F)$

2) Eğer $ICR > 25\%$ ve $F \neq 1$ (dolgu var)

$I_{JC} = 0$	$F=0$
$I_{JC} = 2+(C*F)$	$F=2$
$I_{JC} = 4+(C*F)$	$F=3$
$I_{JC} = 6+(C*F)$	$F=3.5$
$I_{JC} = 8+(C*F)$	$F=4$

3) Eğer $ICR \leq 25\%$ ve $F=1$ (dolgu yok)
 $I_{JC} = bs+(W/2)+8$

4) Eğer $ICR \leq 25\%$ ve $F \neq 1$ (dolgu var)

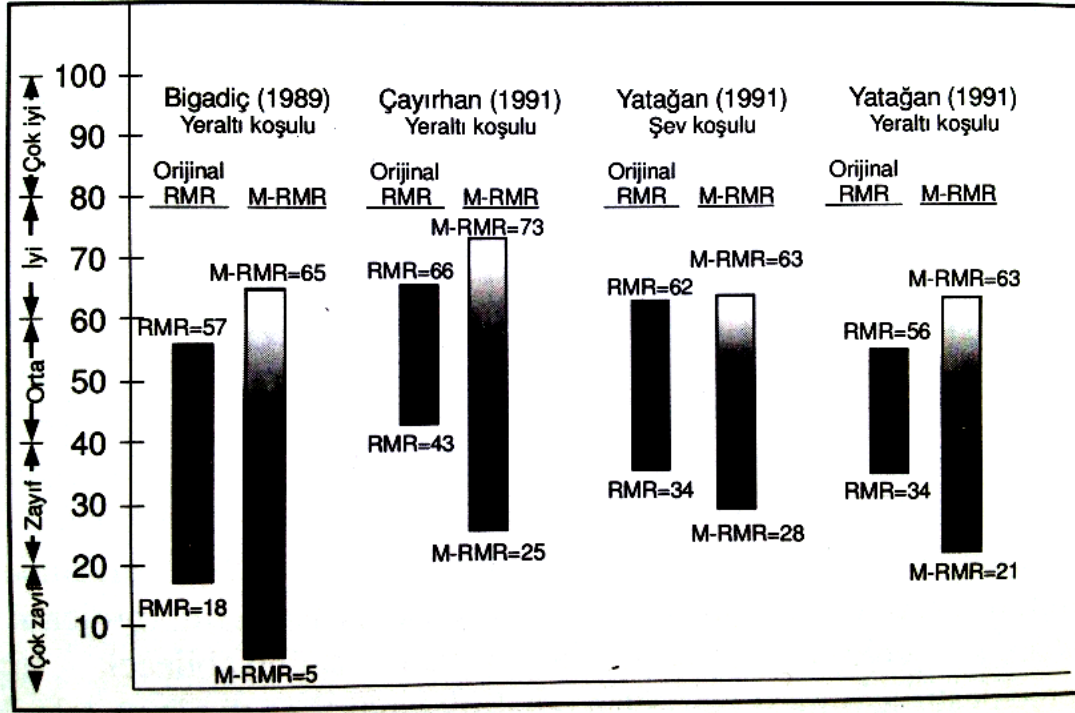
$I_{JC} = 0$	$F=0$
$I_{JC} = 4$	$F=2$
$I_{JC} = (bs/2)+(W/2)$	$F=3$
$I_{JC} = (bs/2)+(W/2)+4$	$F=3.5$
$I_{JC} = bs+(W/2)+4$	$F=4$

ICR: intact core recovery (sağlam karot randımanı)
 ISTR: intact structural region (sağlam yapısal bölge)
 BSTR: broken structural region (kırıklı yapısal bölge)

Çizelge 2.3 Patlatma (A_b) ve büyük süreksizlik düzlemleri için düzeltme katsayıları (A_w) (Özkan ve Ünal 2012).

Patlatma Hasarı için Düzeltme (A_b)		Büyük Süreksizlikler ve Zayıflık Düzlemleri için Düzeltme (A_w)	
Patlatma Hasarı	Düzeltme Katsayısı (A_b)	Zayıflık	Düzeltme Katsayısı (A_w)
Patlatma Yok	1.0	Zayıflık Düzlemi Yok	1.0
Az Hasarlı Patlatma	0.95	Katı Dayk	0.90
Orta Hasarlı Patlatma	0.90	Yumuşak Cevherli Zonlar	0.85
Kötü Patlatma	0.85	Ana Kaya ile Cevher Kontak Zonları ya da	
Çok Kötü Patlatma	0.80	Homojen Olmayan Tavan Kayası	0.80
		Kıvrımlar, Senklinal, Antiklinal	0.75
		Fay Zonu	0.70

RMR ve M-RMR sınıflama sistemlerine göre hesaplanan orta-çok iyi ($RMR > 40$) kaya sınıfı puanlarının önemli bir bölümü genelde birbirlerine yakın değerler vermektedir. RMR 40'ın altındaki zayıf kaya kütleleri koşullarında ise RMR ve M-RMR puanları arasında belirgin bir farklılaşmanın olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de bazı maden işletmelerindeki zayıf kaya kütleleri için bir karşılaştırma yapılmış olup bu karşılaştırmanın sonuçları Şekil 2.6'da histogram şeklinde sunulmuştur (Ünal et al. 1992, Ulusay ve Sönmez 2007). Karşılaştırma, sondajların her ilerleme aracılığıyla ayrı ayrı yapılmış ve değerlendirmede sınıf puanlarının değişim aralıkları esas alınmıştır. M-RMR sınıflama puanlarının üst sınır değerinde RMR'a göre daha iyi kaya kütleleri puanları ve buna karşı alt sınır bölgesinde ise daha düşük puanlar vermektedir. Bu değerlendirmelerde saptanan farklılıklar, M-RMR sistemine özellikle zayıf kaya kütlelerinin tanımlanması amacıyla bazı yeni parametrelerin dahil edilmiş olmasından ve tanımlama amacıyla daha dar aralıklarla değişen bir puanlama ölçütünün esas alınmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.6 Türkiye’de değişik maden işletmelerindeki kaya kütleleri için RMR ve M-RMR sınıflama sistemlerinden elde edilen sınıf puanlarının karşılaştırılması (Ünal et al. 1992, Ulusay ve Sönmez 2007).

Suyun zayıf kaya kütlelerindeki ve malzemelerindeki tahrip edici etkisinin de tanımlanabilmesi amacıyla Ünal ve Özkan (1990) M-RMR sisteminde; suda dağılmaya karşı dayanıklılık deneyinin de yapılarak, bu deneylerden elde edilecek suda dağılmaya karşı dayanıklılık indeksi (Id₂) aracılığıyla bir bozunma katsayısının kullanılmasını önermişlerdir. Bu indeks, M-RMR puanının hesaplanmasında bir çarpan olarak kullanılmakta ve suyun söz konusu olumsuz etkisi de dikkate alınabilmektedir. Nispeten sınırlı sayıda uygulamada denenmiş olmakla birlikte, özellikle zayıf kaya kütlelerinde orijinal RMR sistemine göre daha duyarlı sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Sönmez ve Ulusay 2007, Özkan ve Ünal 2012).

Temel RMR ve Temel M-RMR sınıflama sistemlerinde kullanılan ana değiştirgeler incelendiğinde benzer parametrelerin etkili olduğu, kaya kalitesinin kestiriminde ağırlıklı olarak kaya malzemesi dayanımı, süreksizlik özellikleri (RQD, aralık, durum) ve su durumlarının etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 2.4). M-RMR sisteminde ayrıca kaya malzemesi üzerinde su hassasiyetini yansıtan F_c katsayısı yer almaktadır. Sınıflandırma sistemlerinde ayrıca olası patlatma hasarları ve süreksizlik düzlemleri özelliklerini (doğrultu, eğim vb.) yansıtan düzeltme katsayıları da kullanılmaktadır.

Çizelge 2.4 Temel RMR ve Temel M-RMR sınıflama sistemlerinde kullanılan ana değiştirgeler.

Değiştirge	Sınıflama Sistemine Katkısı	
	RMR	M-RMR
Kaya malzemesi dayanımı	% 15	% 15
Süreksizlik (RQD, aralık, durum)	% 70	% 70
Su durumu	% 15	% 15

2.2.2 Kömür Madeni Tavanı Puanlaması Sistemi (CMRR)

Molinda ve Mark (1994), ABD kömür madenlerinde yaptıkları çalışmalarda tavan tabakalarının jeolojik ve mühendislik özelliklerini kullanarak tavan tabakalarını sınıflamışlardır (Coal Mine Roof Rating - CMRR). Tavan tabakalarının duraylılığının sayısal bir ölçüsü olarak geliştirilen tavan puanlama sistemi, madencilik uygulamalarında kendine yer bulmuştur (Köken 2014). Sınıflama sistemi tavan taşlarının temel fiziksel ve mekanik özellikleri temel alınarak yapılmıştır.

Temel tavan puanlama sınıflamasında girdi parametreleri şu şekilde sıralanabilir:

- Tavanın tek eksenli basınç dayanımı (σ_{ci}) veya düzeltilmiş eksenel nokta yükü dayanımı (I_{s50L})
- Tavan tabakalarının temel süreksizlik özellikleri (RQD, pürüzlülük, aralık, devamlılık ve süreksizlik yüzeyinin kesme dayanımı)

Eksenel nokta yükü dayanımı (PLT) verisi tek eksenli basınç dayanımı verisi (UCS) elde etmek için kullanılır. Nokta Yük İndeksi (I_{s50}) Eşitlik 2.3 ile tek eksenli basınç dayanımı (UCS) verisine dönüştürülür. Burada, K dönüşüm faktörü olup, kayaç türlerinde 10.000'den fazla testleri içeren kapsamlı bir çalışma yaparak ortalama K değeri 21 bulunmuştur.

$$UCS = K (I_{s50}) \quad (2.3)$$

Tabaka kontrolünde göz önüne alınması gereken en önemli değişkenlerden biri süreksizlik yüzeylerinin kesme dayanımıdır. Arazide meydana gelen problemlerin pek çoğunun kaya kütlelerinin kayma ve kesme davranışından kaynaklandığı düşünülürse tavan duraylılığı konusunda kesme dayanımının ne denli önemli olduğu anlaşılmaktadır (Köken 2013).

Süreksizlik yüzeyinin kesme dayanımının puanlanması, süreksizliğin pürüzlülüğü ve kohezyonu dikkate alınarak yapılmaktadır (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 Süreksizlik yüzeyinin kesme dayanımı puanlaması (Mark and Molinda 2003, Köken'den 2013).

Pürüzlülük	Kaya Kütleli Kohezyonu, c_m			
	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Düşük
	$c_m > 8$ MPa	$c_m = 8-4$ MPa	$c_m = 4-1$ MPa	$c_m < 1$ MPa
Pürüzlü	35	29	24	10
Dalgalı	35	27	20	10
Düzlemsel	35	25	16	10

Tavan tabakalarının süreksizlik sıklığı puanlaması (DIR: discontinuity intensity rating) RQD, süreksizlik aralığı ve süreksizlik devamlılığı cinsinden ifade edilmektedir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 Süreksizlik sıklığı puanlaması (Mark and Molinda 2003).

Süreksizlik Devamlılığı	Süreksizlik Aralığı				
	>1.8(m)	0.6-1.8(m)	0.2-0.6(m)	60-200(mm)	<60(mm)
0-1m	35	30	24	17	9
1-3m	32	27	21	15	9
>3m	30	25	20	13	9

Temel tavan sınıflama puanı farklı değiştirgelerden elde edilen puanların toplamı ile elde edilmektedir. Temel tavan sınıf puanı, kayaçların suya olan hassasiyeti, su geliri durumu, çoklu katmanlardan oluşan litolojik yapılardan kaynaklanan düzensizlikler ve tavana gelen ilave yüklerin varlıkları nedeniyle buldukları araziye en uygun temsil edecek şekilde düzeltilmelidir (Köken 2013).

Arazide su geliri mevcut ise, bu durum için olan ceza puanı akma şeklinde su geliri varsa en fazla 10 ceza puanı kesilmektedir. Diğer durumlar için ise (sızıntı, ıslak, rutubetli ve tamamen kuru yüzey şartları) Jeomekanik sınıflama sistemi (RMR)'da yer alan yer altı suyu puanlaması esas alınarak bir ceza puanı verilmektedir. Tavan tabakalarında tabaka ayrılmaları ve ilave yükler (surcharge loads) için ise temel CMRR puanından 3 ceza puanı kesilmektedir (Köken 2013).

Yeraltı suyunun diğerk bir etkisi de kayanın nem hassasiyetinde görölmektedir. Nem hassasiyeti çeşitli şekillerde tavan durayılığını etkileyebilir. Aşırı nemli durumlarda, kaya tamamen parçalanır ve yeraltında buna maruz kaldığında çamura dönüşür. Kil mineralleri de tavan şişme basıncının nedeniyle genişleyebilir. Kaya kütlelerinin kuru ve tamamen nemsiz olması durumunda CMRR’de herhangi bir değışiklik olmazken, suya yeterince doygun nem hassasiyeti fazla kaya malzemesinde 15 puanlık bir azalma olmaktadır (Çizelge 2.7). Kayaçların suya olan hassasiyetinden kaynaklanan ceza puanı, hacimce su emme testi veya suda dağılma deneyine göre belirlenebilmektedir. Hacimce su emme deneyi CMRR sisteminde nem hassasiyeti belirlemek için batırma testi olarak ifade edilmektedir. Bu deneyde Bir kaya örneğı bir su kabına yerleştirilir ve cevaba göre 0 (etkisiz) ile 15 (tam numune dökümü) değeri verilir. Batırma test sonuçları mevcut değılirse, nem hassasiyeti bazen yeraltında görsel olarak tahmin edilebilir (Köken 2013).

Çizelge 2.7 Kayaçların suya olan hassasiyeti ile ilgili ceza puanları (Mark and Molinda 2003, Köken’den 2013).

Suya Karşı Kayaçların Gösterdiği Hassasiyet	Ceza Puanı	Hacimce Su Emme (%)	Suda Dağılmaya Karşı Dayanım İndeksi (%)
Hassas Değıl	0	0-1	100-98
Biraz Hassas	-3	2-4	98-92
Orta Derecede Hassas	-7	5-9	92-80
Hassas	-15	>9	<80

CMRR puanlama sisteminde, RMR’da olduğı gibi suyun etkisi ile doygun kaya malzemesinde dayanımı azaltır. Kaya malzemesinin dayanımı azaldıkça tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) değeri de azalır. σ_c azaldıkça doğıru orantılı olarak CMRR puanı da düşer.

Kayaçların suya hassasiyeti dışında, tavan tabakasının birden çok katmandan oluşması durumunda katmanlar arası ayrılmalar (bed separation) sıklıkla meydana gelmektedir (Karmis ve Kane 1984). Mark ve Molinda (2003) bu yapısal problemi de sınıflama sistemine ilave ederek, dört ve daha fazla katmandan oluşan tavan sınıflamalarında en fazla 5 puan olmak üzere bir ceza puanı önermektedir (Köken 2013).

CMRR sınıflama sisteminde ifade edilen değıştirgelere ait puanlamalar sonucu Mark ve Molinda (2003) tavan tabakalarını duraylılık açısından sınıflandırılmıştır (Çizelge 2.8).

Sınıflandırmada kullanılan değiştirgelere ait puanlama ve detaylara Mark ve Molinda (2003)'ten ulaşılabilir (Köken'den 2013).

Çizelge 2.8 Kömür Madenciliğinde Tavan Puanı Sınıflaması (Mark ve Molinda 2003, Köken'den 2013).

CMRR Sınıfı	Puan Aralığı	Tipik Tavan Litolojisi
Çok Duraylı	CMRR > 65	İnce T. Kumtaşı, Konglomera
Duraylı	65 > CMRR > 55	İnce T. Kumtaşı, Siltaşı
Orta Duraylı	55 > CMRR > 45	Orta T. Kumtaşı, Siltaşı
Az Duraylı	45 > CMRR > 35	Çamurtaşı, Kilitaşı
Çok Duraysız	CMRR < 35	Şeyl, Kilitaşı

2.2.3 Zonguldak Tavan Göçebilirlik Sınıflaması (ZTGS)

Köken (2014), Zonguldak Taşkömürü Havzası'nda yer alan yedi adet uzunayakta gerçekteşirdiği arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda tavan tabakalarını göçebilirlik açasından sınıflandırmıştır. Geliştirilen göçebilirlik sınıflaması, tavan göçme davranışı ve ayak arkasının kırılma mesafesinin kestirimi konularında bilgiler vermektedir. Sınıflama sisteminde kullanılan değiştirgeler ve bu değiştirgelerin sınıflama sistemine olan katkısı Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9 Zonguldak tavan göçebilirlik sınıflaması (Köken 2014).

YALANCI TAVANIN DAYANIMI (% 20)	Tanımlama	Çok Sağlam	Sağlam	Orta Sağlamlıkta	Zayıf	Çok Zayıf
	σ_{ci} (MPa)	> 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	< 5
	$I_{c(50)}$ (MPa)	> 4	4 - 2	2 - 1	Tek eksenli basınç dayanımına bakın	
	Puan	20 - 15	15 - 10	10 - 5	5 - 3	3 - 1
	Tanımlama	Çok Geniş Aralıklı	Geniş Aralıklı	Orta Aralıklı	Yakın Aralıklı	Dar Aralıklı
Aralık (% 10)	Süreksizlik Aralığı (S)	$S > 2$ m	$2 \text{ m} \geq S > 0,6$ m	$0,6 \text{ m} \geq S > 0,2$ m	$0,2 \text{ m} \geq S > 0,06$ m	$S \leq 0,06$ m
	Puan	10 - 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	2 - 1
	Tanımlama	Çok Kısa	Kısa	Orta	Uzun	Çok Uzun
Devamlılık (% 10)	Süreksizlik İzi Uzunluğu (L)	$L < 0,3$ m	$0,3 \text{ m} \leq L < 1$ m	$1 \text{ m} \leq L < 3$ m	$3 \text{ m} \leq L < 10$ m	$L \geq 10$ m
	Puan (*)	10 - 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	2 - 1
YALANCI TAVANIN SÜREKSİZLİK ÖZELLİKLERİ (% 40)	Tanımlama	Çok Pürüzlü	Pürüzlü	Az Pürüzlü	Düzlemsel	Kaygan
Pürüzlülük (% 5)	JRC (Barton & Choubey, (1977)	20 - 14	14 - 10	10 - 6	6 - 2	2 - 0
	Puan	5	4	3	2	1
	Tanımlama	Dolgunsuz	Kati Dolgu		Yumuşak Dolgu	
Dolgu (% 5)	Puan	5	< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm
	Tanımlama	Bozunmamış (I)	Hafifçe Bozunmuş (II)	Ortada Derecede Bozunmuş (III)	İleri Derecede Bozunmuş (IV)	Tamamen Bozunmuş (V)
Bozunma (% 10)	Singh & Gahrooe (1989)	$W_a \leq 1,2$	$1,2 < W_a < 2$	$2 \leq W_a < 3$	$3 \leq W_a < 4$	$W_a \geq 4$
	Puan	10 - 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	2 - 1
	Tanımlama	Kuru	Nemli	Islak	Damlama	Akma
TAVANIN SUYUN ETKİSİ (% 10)	Ayak Dibiindeki Su Geliri	Yok	< 10 litre/dak	10 - 25 litre/dak	25 - 125 litre/dak	> 125 litre/dak
	Puan	5	4	3	2	1
	Suda Dağılma Day. (I_{s4})	$\geq \% 98$	$\% 98 - 95$	$\% 94 - 90$	$\% 89 - 70$	$< \% 70$
	Tipik Kayaç	Kumtaşı	Siltaşı	Şeyl	Konglomera	Kilitaşı
	Puan	5	4	3	2	1
	Tanımlama	Çok İnce	İnce	Orta	Kalın	Çok Kalın
DAMAR-TAVAN ÖZELLİKLERİ (% 30)	Damar Kalınlığı (H)	< 1 m	$1 \leq H < 2$ m	$2 \leq H < 3$ m	$3 \leq H < 4$ m	$H \geq 4$ m
	Puan	10 - 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	2 - 1
	Tanımlama	Çok Kalın Tabakalı	Kalın Tabakalı	Orta Tabakalı	İnce Tabakalı	Laminalı
Yalancı Tavan Tabakalaşması (% 20)	Tabakalaşma Kalınlığı (Nichols, 2009)	> 100 cm	100 - 30 cm	30 - 10 cm	10 - 1 cm	< 1 cm
	Puan	20	19 - 15	14 - 10	10 - 5	4 - 1

(*) Arına paralel konumdaki süreksizlikler için puanın yarısı alınır.

Ayak arkasının göçebilirliğinde en önemli değiştirgenin tavan tabakalarının içerdiği süreksizlikler olduğu görülmektedir. Süreksizliklerin jeoteknik özelliklerinden süreksizlik devamlılığı ve süreksizlik yüzeylerinin ayrışma-bozunma durumu tavanın göçebilirliğinde oldukça önemlidir. Süreksizlik pürüzlülüğü ve süreksizliğin dolgu durumu ise, ayak arkasının göçebilirliğinde etkili olan diğer değiştirgeler olarak tanımlanmaktadır. Sınıflama sisteminde yer alan son ana değiştirge ise su etkisidir. Suyun kaya malzemesinin dayanımını düşürdüğü ve süreksizlik yüzeylerini ayrıştırdığı bilinmektedir. Ayak arkasının göçebilirliğinde suyun etkisi ise tavan su gelirinin fazla olduğu yerlerdeki göçebilirliğin aynı tavanın kuru haline göre daha kolay olacaktır. Sınıflama sistemindeki suyun etkisi hem arazideki tavan su geliri hem de kaya malzemesinin suya karşı olan hassasiyeti olarak tanımlanmaktadır. Tavan su geliri daha çok gözlemsel incelemelere dayanmaktadır. Kaya malzemesinin suya olan hassasiyeti ise, laboratuvarıda suda dağılıma deneyleri ile belirlenmektedir. Suda dağılma deneyinde dördüncü çevrime karşılık gelen suya karşı dağılma indeksi değeri (Id4) kayacın suya olan hassasiyeti ile ilgili bölümde tanımlanmış ve buna göre puanlandırılmıştır. ZTGS sınıflama sisteminde kullanılan ana değiştirgelere ait puanlar ve etki oranları izelge 2.10'da belirtilmiştir. (Köken 2013).

Sınıflama sisteminde yukarıda ifade edilen dört ana değiştirge ile temel bir göçebilirlik puanı elde edilmektedir. Daha sonra, ayağa ait diğer değişkenlerin (tahkimat tasarımı, ayak eğimi ve üretim derinliği) ilave edilmesi ile düzeltilmiş bir göçebilirlik puanı belirlenmektedir. Geliştirilen sınıflama sisteminde ayak eğimi ve üretim derinliği ceza puanı olarak olarak yer almaktadır (Köken 2014).

Çizelge 2.9 kullanılarak temel bir tavan göçebilirlik puanı (TGP) elde edilir. Daha sonra izelge 2.10'da ifade edilen ceza puanı (CP) gibi düzeltmeler ile düzeltilmiş göçebilirlik puanı (DGB) hesaplanır. Düzeltilmiş göçebilirlik puanı izelge 2.11'de yerine konarak ayağın göçebilirlik durumu ortaya konmaktadır. Ayrıca elde edilen göçebilirlik puanı ile ayak arkasının tahmini kırılma mesafesi, göçme davranışı gibi önemli hususlar hakkında kestirimler yer almaktadır.

Çizelge 2.10 Sınıflama sistemine ilişkin ceza puanları ve ceza çarpanı (Köken 2014).

1) Damar Eğimi Puanlaması		2) Üretim Derinliği Puanlaması	
Damar Eğimi (°)	Ceza Puanı	Derinlik (m)	Ceza Puanı
< 10	-5	< 50	0
10 - 20	-4	50 - 150	-1
20 - 30	-3	150 - 250	-2
30 - 40	-2	250 - 350	-3
40 - 50	-1	350 - 450	-4
> 50	0	> 450	-5

Çizelge 2.11 ZTGS tavan göçebilirlik sınıfları (Köken 2014).

Tavan Sınıfı	Göçebilirlik Puanı	Tavan Göçebilirliği	Göçme Davranışı	Tahmini Ayak Kırılma Mesafesi, l_{im} (m)
I	≤ 40	Çok Kolay	Kendiliğinden göçme	$\leq 1,5$
II	40 - 50	Kolay	Küçük bloklu göçme	1,5 – 4
III	50 - 60	Orta	Küçük-orta bloklu göçme ve tabaka ayrılmaları şeklinde	4 – 8
IV	60 - 70	Zor	Periyodik kırılma	8 – 13
V	≥ 70	Çok Zor	Göçme çoğu kez kendiliğinden gerçekleşmez, kontrollü delme-patlatma gerekebilir.	≥ 13






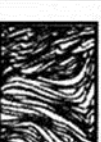
2.2.4 Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI)

Eklemli kaya kütlelerinin dayanımı, sağlam kaya parçasının özelliklerine ve ayrıca farklı gerilme koşulları altında bu parçaların kayma ve dönme serbestliklerine bağlıdır. Bu serbestlik, sağlam kayanın geometrik şekli ve bu parçaların birbirinden ayıran yüzeylerin durumu ile kontrol edilmektedir. Temiz, kaba süreksizlik yüzeyleri içeren köşeli kaya parçaları, bozunmuş ve alterasyona uğramış malzemeler ile çevrili yuvarlak parçalar içeren kaya kütlelerinden çok daha sağlam kaya kütlelerini oluşturmaktadır. Hoek (1995) ve Hoek, Kaiser ve Bawden (1995) tarafından önerilen Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI: Geological Strength Index), farklı jeolojik koşullar için kaya kütle dayanımındaki azalmayı kestiren bir sistem sağlamaktadır. Bu sistem Şekil 2.7’de gösterilmiştir. Başlangıçta, RMR ve Q sınıflaması puanlarıyla ilişkilendirilen GSI, sonraki yıllarda yapılan değişikliklerle ayrı bir sınıflama sistemi olarak yerini almıştır. GSI,

85'den (kaya malzemeleri) 10'a (çok düşük kaliteli kaya kütleleri) kadar değişen değerler alabilmektedir (Ulusay ve Sönmez 2007).

Jeolojik gözlemlere dayalı pratik bir abak şeklinde eklemli kaya kütleleri için geliştirilmiş GSI sınıflama sisteminde kaya kütleleri için, kayanın içerdiği süreksizliklerin neden olduğu bloklanma durumuna ve süreksizlik yüzeyi koşullarına göre yer aldıkları sınıfa ait GSI değeri belirlenmektedir. Bununla birlikte sabit bir GSI değeri belirlenmesi yerine, görsel ve öznel bir dağılım aralığına göre GSI tayinin yapılması tavsiye edilmektedir (Marinos and Hoek 2000). GSI sınıflaması ayrıca sağlam veya masif kaya grubunu da içermektedir.

Kaya kütlelerinde süreksizlik içindeki su, kaya kütlelerinin kayma dayanımını azaltmaktadır. Özellikle çok zayıf süreksizlikler olduğunda ıslak durumlar için bu durum geçerlidir. Şekil 2.8'de görüldüğü gibi zayıf ve su içeren kaya kütleleri koşullarında GSI değeri için sağa doğru bir seçim yapılmasının daha uygun olacağı ifade edilmektedir. Bu durum özellikle zayıf ve çok zayıf süreksizlik yüzey koşullarında daha fazla etkili olmaktadır (Marinos et al. 2005). Çok bloklu orta süreksizlik yüzey koşullarında GSI değer kaybı 5 puan civarında olurken, bloklu/örselenmiş/tabakalı yapı ve zayıf süreksizlik yüzey koşullarında GSI değer kaybı 10 indeks puanı kadar olabilmektedir.

JEOLJİK DAYANIM İNDEKSİ		SÜREKSİZLİK YÜZEY KOŞULU	
Kaya kütesinin yapısını ve yüzey koşullarını tanımlayan harf kodları belirlenerek uygun kutu seçilir ve ortalama Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI)'nin değeri abaktaki konturlardan tayin edilir.		AZALAN YÜZEY KALİTESİ →	
YAPI		KAYA PARÇALARININ KENETLENME DERECESİNDE AZALMA	
	SAĞLAM VEYA MASİF - Kaya malzemesi veya geniş aralıklı birkaç süreksizlik içeren masif kaya kütesi	90	UYGULANMAZ
	BLOKLU - 3 ortogonal süreksizlik setinin oluşturduğu kübik bloklü, çok iyi kenetlenmiş, örselenmemiş kaya kütesi	80	
	ÇOK BLOKLU - Dört veya daha fazla sayıda süreksizlik takımlarının keşişmesiyle oluşmuş çok yüzeyli-köşeli bloklar içeren, kısmen örselenmiş kaya kütesi	70	
	BLOKLU/ÖRSELENMİŞ -Birbirini kesen çok sayıda süreksizliğin oluşturduğu köşeli bloklar içeren, kıvrımlanmış ve/veya faylanmaya maruz kalmış kaya kütesi	60	
	PARÇALANMIŞ -Köşeli ve yuvarlak kaya parçalarının birlikteliğinden oluşan, zayıf kenetlenmiş, aşırı derecede kırıklı kaya kütesi	50	
	FOLİASYONLU-LAMİNALI-MAKASLANMIŞ İnce laminalı veya foliasyonlu ve makaslanmış zayıf kayalar. Diğer süreksizlik takımlarına oranla daha egemen olan sık aralıklı şistozite yüzeyleri kayada bloklanmanın gelişmesini önlemiştir.	40	
		30	
		20	
		10	
		UYGULANMAZ	

Şekil 2.7 Jeolojik Dayanım İndeksi GSI (Hoek 1999, Ulusay ve Sönmez'den 2007).

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)		SURFACE CONDITIONS				
<p>From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.</p>		SURFACE CONDITIONS				
		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
<p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90	80	70	N/A	N/A	
<p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>	80	70	60	50	40	
<p>VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>	70	60	50	40	30	
<p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>	60	50	40	30	20	
<p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>	50	40	30	20	10	
<p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>	N/A	N/A	10	0	0	

Şekil 2.8 Zayıf ve su içeren kaya kütleli koşullarında GSI değerinin değişimi (Marinos et al. 2005).

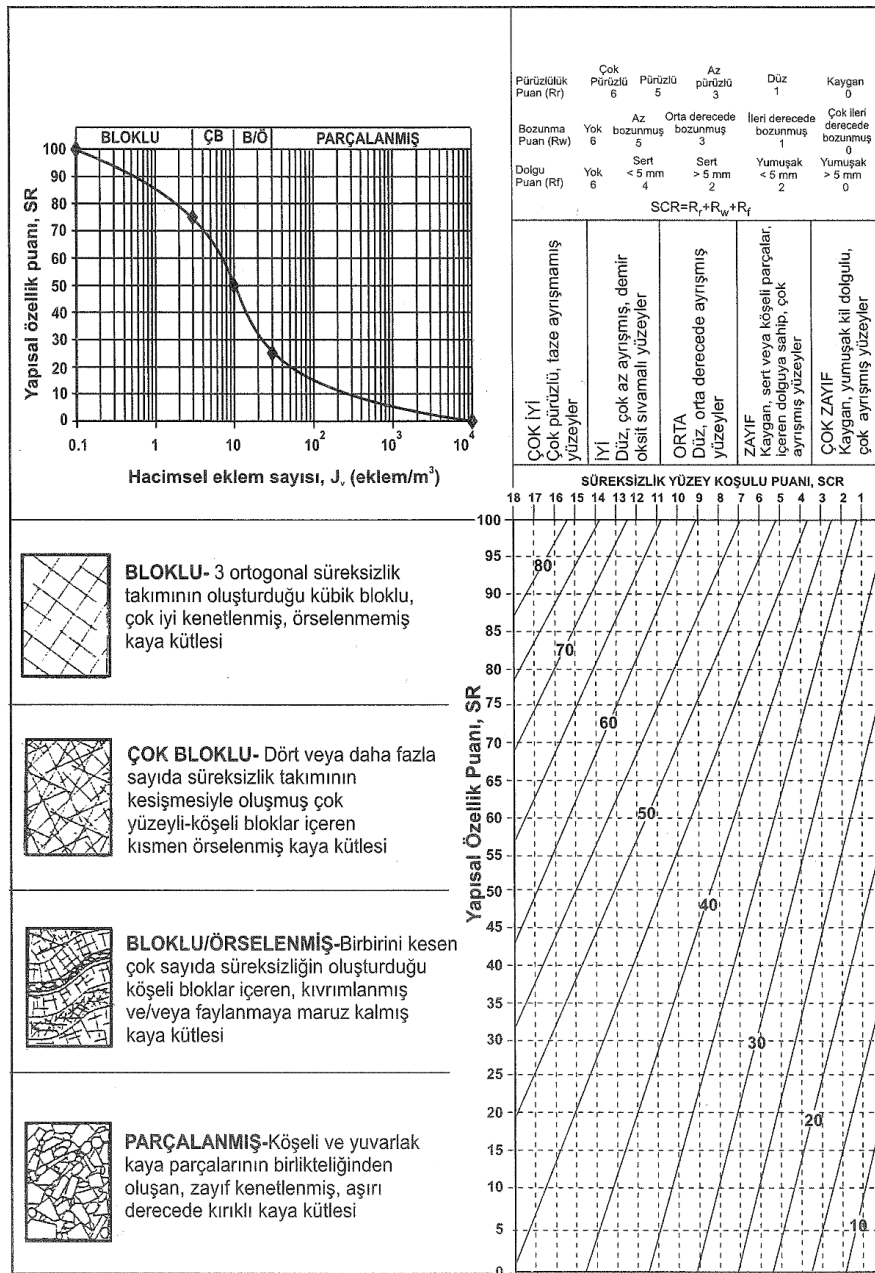
Hoek tarafından geliştirilen GSI abağı, Sönmez ve Ulusay tarafından (1999) niceliksel olarak tahmin edilebilecek şekle getirilmiştir. Yapısal Özellik Puanı (Structure Rating-SR) ve Süreksizlik Yüzey Koşulu Puanı (Surface Condition Rating-SCR) olarak tanımlanan iki parametrenin sisteme dahil edilmesi önerilmiştir (Sönmez and Ulusay 1999, Ulusay ve Sönmez 2007).

Süreksizlik yüzey koşulunun tanımlanması amacıyla RMR Sınıflama Sistemi'nin dolgu, bozunma ve pürüzlülükle ilgili olarak önerdiği tanımlamalar ve Bieniawski (1989) tarafından bu parametrelere verilen puanlar kullanılmış olup, Süreksizlik Yüzey Koşulu için 0 ile 18

arasında değişen puanlar atanmıştır. Süreksizlik Yüzey Koşulu Puanı Eşitlik 2.4'ten hesaplanmaktadır.

$$SCR = R_r + R_w + R_f \quad (2.4)$$

Burada, R_r , R_w , ve R_f sırasıyla; süreksizliklerin pürüzlülük, bozunma ve dolgu puanları olup Şekil 2.9'da verilen modifiye edilmiş (niceliksel) GSI grafiğinin sağ üst köşesindeki çizelgeden belirlenmektedir.



Şekil 2.9 Niceliksel GSI abağı (Ulusay ve Sönmez 2007).

Blok büyüklüğü, kaya kütlelerinin yapısının tanımlanmasında kullanılan çok önemli bir göstergedir. Büyük blokların oluşturduğu kaya kütleleri, küçük bloklardan oluşan kaya kütlelerine oranla daha az deforme olurlar. Süreksizliklerin sayısı, aralığı ve devamlılığı kaya kütlelerini oluşturan blokların büyüklüğünü ve şeklini denetleyen parametrelerdir. Bir kaya kütlelerini bölen süreksizlik takımlarının aralığının düşük olması, blok boyutunun da küçük olması anlamına gelmektedir. GSI'nin hesaplanmasında kullanılan girdi parametrelerinin sayısının azaltılarak uygulamada kolaylık sağlanması açısından hem süreksizlik aralığını, hem de süreksizlik sayısını birlikte ifade eden hacimsel eklem sayısı (J_v), Yapısal Özellik Puanı (SR) belirlenmesi amacıyla önerilmiştir.

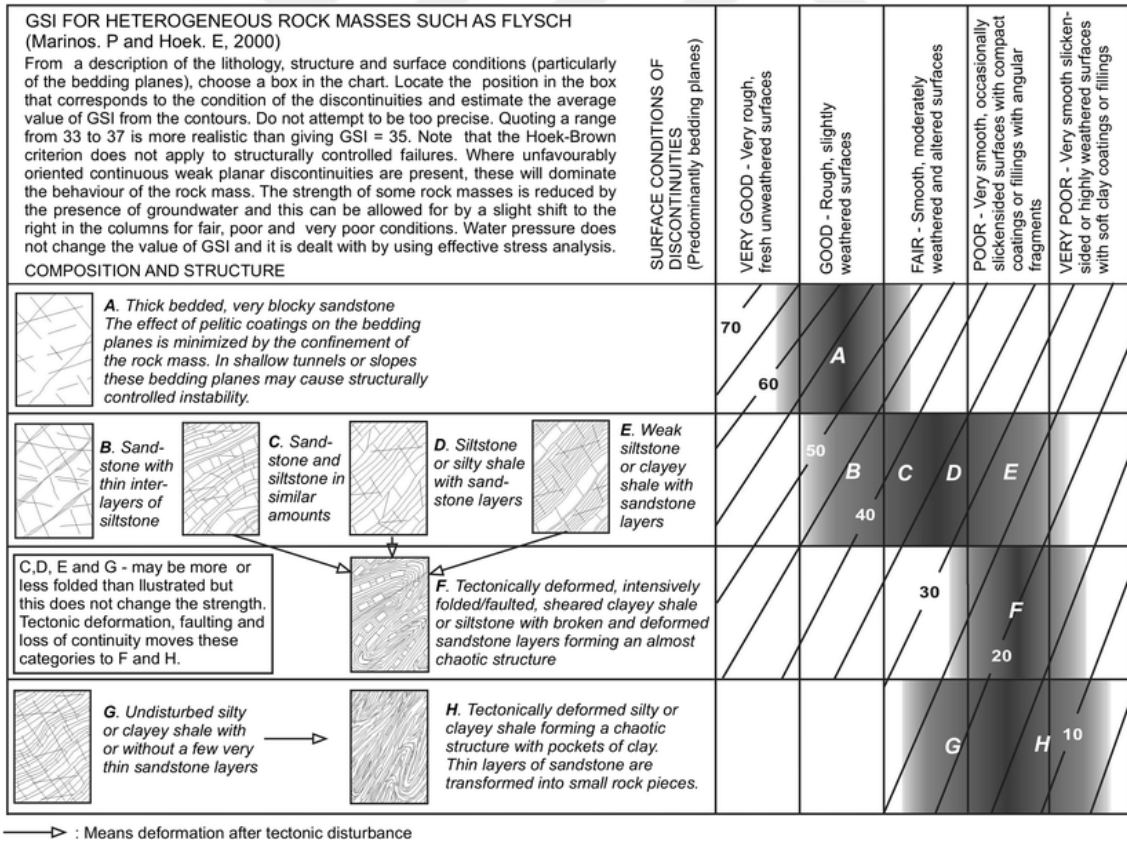
J_v için ISRM (1981) tarafından önerilen aralıklar (Çizelge 2.12) esas alınmış ve Yapısal Özellik Puanı (SR) GSI Sistemi'ne uyarlanmıştır. Buna göre, Yapısal Özellik Puanı (SR), hesaplanan J_v kullanılarak Şekil 2.10'un sol üst köşesinde verilen abaktan tayin edilmektedir. Böylelikle GSI Sınıflama Sistemi abağı önerilen SR ve SCR parametrelerinin sisteme dahil edilmesiyle daha duyarlı ve özellikle uygulayıcıdan kaynaklanabilecek hatayı en aza indirecek şekilde düzenlenmiştir (Ulusay ve Sönmez 2007).

Çizelge 2.12 Blok boyutu tanımlamaları ve J_v parametresi aralıkları (Sönmez and Ulusay 1999, Ulusay ve Sönmez 2007).

ISRM (1981)'nin tanımları	J_v (eklem/ m^3)	GSI için önerilen tanımlar
Çok büyük bloklar	<1	BLOKLU (B)
Büyük bloklar	1-3	
Orta boyutlu bloklar	3-10	ÇOK BLOKLU (ÇB)
Küçük bloklar	10-30	BLOKLU/ÖRSELENMİŞ(B/Ö)
Çok küçük bloklar	30-60	PARÇALANMIŞ (P)
Parçalanmış/Ufalanmış	>60	

Bloklu bir yapı yerine daha ziyade tabakalı yapı gösteren ve makaslanmış zayıf kaya kütleleri koşulları da içeren heterojen (türdeş olmayan) kaya kütleleri koşulları için Marinou ve Hoek (2001) ayrı bir GSI sınıflaması önermiştir. Foliasyonlu veya laminalanma düzlemlerini içeren

filiş ve şeyl türü kaya kütleleri için önerilen GSI sınıflaması Şekil 2.10'da verilmiştir. Bu sınıflama sistemi süreksizlik yüzey koşulları dışında; kalın ve/veya ince tabakalı ardalanmalı kumtaşı, siltaşı, şeyl ve killi kaya yapıları ile bileşimlerini de içermektedir. Ayrıca, tektonik etki sonucunda faylanma, aşırı kıvrımlanma gibi zayıf yapısal unsurlar da sınıflama sistemine dahil edilmiştir. Bu sınıflama sisteminin jeolojik olarak karmaşık, nispeten zayıf ve heterojen kaya kütleleri için uygun olduğu ifade edilmektedir (Marinos 2019). Jeolojik gözlemlere heterojen kaya kütleleri için geliştirilmiş GSI abağında litoloji, yapı ve süreksizliklerin yüzey koşullarına (özellikle tabakalanma düzlemleri) bağlı olarak uygun kutu seçilerek ortalama GSI değerinin konturlardan tahmin edilmesi önerilmektedir. Sabit bir GSI değeri yerine görsel ve öznel bir dağılım aralığına göre GSI tayinin yapılması tavsiye edilmektedir. Yeraltı suyu etkisinin varlığının kaya kütlelerinin dayanımında azaltıcı etkisi olması nedeniyle özellikle orta-zayıf-çok zayıf süreksizlik yüzeyi koşullarında kutularda bir miktar sağa kayma ile GSI değerinin belirlenmesi önerilmektedir (Marinos and Hoek 2001). Heterojen kaya kütleleri için geliştirilen GSI sınıflama sistemi sağlam veya masif kaya grubunu içermemektedir.



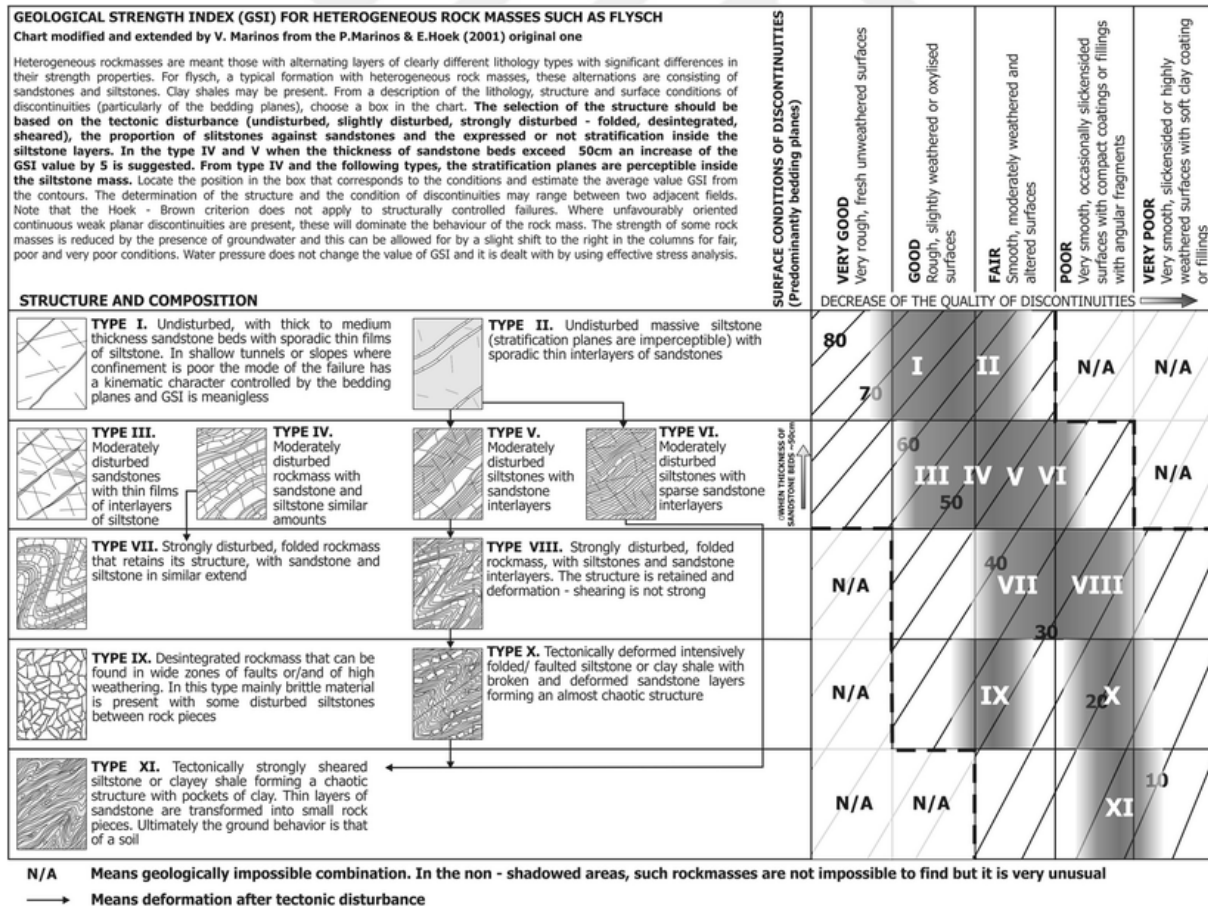
Şekil 2.10 Heterojen kaya kütleleri için orijinal GSI abağı (Marinos and Hoek 2001, Marinos 2019).

GSI değerlerine ek olarak, dikkate alınması gereken diğer özellikler yerindeki kaya malzemesi özelliklerinin (tek eksenli basınç dayanımı σ_{ci}) ve Hoek-Brown yenilme ölçütündeki malzeme sabiti m_i 'nin seçimi veya deneysel olarak kestirimidir. Ayrıca, kaya kütlelerinin deformasyon modülünün de kestirimi yapılmalıdır. Heterojen kaya kütlelerinde farklı katmanlı kaya birimlerinden oluşabilmesi nedeniyle σ_{ci} , m_i , E_i gibi malzeme özelliklerinin kestiriminde sağlam ve zayıf tabakalardaki kaya malzeme özelliklerini bir arada değerlendiren “ağırlıklı ortalama” yaklaşımının kullanılması önerilmektedir (Marinos 2019).

Heterojen kaya kütleleri karmaşık ve zayıf kaya özelliklerine sahip olabilmektedir. Örneğin, fliš olarak tanımlanan jeolojik ortamda, karmaşık ve zayıf kaya kütleleri çeşitli mühendislik jeolojisi özellikleri ile tanımlanmaktadır (Çizelge 2.13). Bu tür kaya kütle yapılarının karmaşıklığı nedeniyle orijinal GSI abağından farklı olarak Marinos (2019) tarafından önerilen abakta kaya kütle türleri, kaya yapısı özellikleri dikkate alınarak, onbir ayrı türe ayrılmıştır (Şekil 2.11). Kaya türlerinin ayrımı kumtaşı ve silttaşı hakimiyeti ve yer alma şekli ile tektonik etkilerin yoğunluğuna dayanmaktadır. Bu hususlar dikkate alınarak fliš gibi heterojen kaya kütleleri için Marinos (2019) tarafından önerilen yeniden düzenlenmiş ve genişletilmiş GSI abağı Şekil 2.12’de verilmiştir. Bu abakta da heterojen kaya kütleleri GSI değerlerinin kestirimi kaya yapısı ve bileşimi ile süreksizliklerin yüzey koşullarına bağılı olarak yapılmaktadır. Süreksizlik yüzey koşullarının değerlendirilmesinde ağırlıklı olarak takakalanma düzlemleri dikkate alınmaktadır. Kaya yapılarının seçimi tektonik olarak rahatsız edilme derecesine göre (rahatsız edilmemiş, az rahatsız edilmiş, kuvvetli olarak rahatsız edilmiş ve kıvrımlanmış, ayrılmış, makaslanmış) ve silttaşının kumtaşına oranına dayanmalıdır. IV nolu tür ve daha sonraki türlerde tabaklanma düzlemleri fark edilebilir şeklinde silttaşı kaya kütleleri içerisinde yer almaktadır. IV ve V nolu türde kumtaşı katmanlarının kalınlığı 50 cm’yi aşarsa GSI değerinde 5 puanlık artış yapılması Marinos (2019) tarafından tavsiye edilmektedir. Ayrıca, bazı kaya kütlelerinin dayanımının su geliri ile azaldığı belirtilmekte ve yeraltı suyu varlığında orta-zayıf-çok zayıf süreksizlik yüzey koşullarında GSI değer sütununun bir miktar sağa doğru ötelenmesi Marinos (2019) tarafından önerilmektedir.

ROCKMASS TYPE	STRUCTURE	ROCKMASS TYPE	STRUCTURE	ROCKMASS TYPE	STRUCTURE
TYPE I. Undisturbed, with thick to medium thickness sandstone beds with sporadic thin films of siltstone.		TYPE II. Undisturbed massive siltstone with sporadic thin interlayers of sandstones		TYPE III. Moderately disturbed sandstones with thin films of interlayers siltstone	
TYPE IV. Moderately disturbed rockmass with sandstone and siltstone similar amount		TYPE V. Moderately disturbed siltstones with sandstone interlayers		TYPE VI. Moderately disturbed siltstones with sparse sandstone interlayers	
TYPE VII. Strongly disturbed, folded rockmass that retains its structure, with sandstone and siltstone in similar extend		TYPE VIII. Strongly disturbed, folded rockmass, with siltstones and sandstone interlayers. The structure is retained and deformation - shearing is not strong		TYPE IX. Disintegrated rockmass	
TYPE X. Tectonically deformed intensively folded/ faulted siltstone or clay shale with broken and deformed sandstone layers forming an almost chaotic structure		TYPE XI. Tectonically strongly sheared siltstone or clayey shale forming a chaotic structure with pockets of clay.			

Şekil 2.11 Marinos (2019) tarafından önerilen orijinal abakta kaya kütle türleri on bir ayrı türe ayrılmıştır.



Şekil 2.12 Heterojen kaya kütleleri için Marinos (2019) tarafından önerilen yeniden düzenlenmiş ve genişletilmiş orijinal GSI abağı.

Çizelge 2.13 Karmaşık ve zayıf kaya kütlelerinin mühendislik jeolojisi özellikleri tanımlamaları (Marinos 2019).

Karmaşık Kaya Kütleleri	Zayıf Kaya Kütleleri
<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek dayanımlı kumtaşı katmanı ile düşük dayanımlı silttaşı veya killi şeyl katmanlarının ardalanması -Yüksek katman devamlılığı ile ayrı gelişmiş yoğun tabakalanma -Katman kalınlıklarının değişkenliği (cm mertebesinde ince yapılı katman ile m mertebesinde kalın katmanlı tabaka) -Tektonik etkiler ile ilk yapının alterasyonu 	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük dayanımlı killi kayaların varlığı -Tektonik çatlaklanma ve makaslama ile orijinal kaya kütlesi kalitesinin azalması -Siltli ve killi birimlerin dağılarak bozunması ile yaprağımsı kaya kütlelerinin oluşumu -Olası su geliri siltli-killi birimlerin dayanımını azaltmakta

Filiş kaya kütlesi türlerinde kumtaşı ve silttaşı için ağırlıklı kaya malzemesi dayanım özelliğinin belirlenmesi için yapılan öneri Çizelge 2.14'te verilmiştir. Bu öneride heterojen kaya kütlesi yapılarında sıklıkla karşılaşılan farklı kaya türlerinin bir arada yer aldığı katmanlaşma yapılarında eşdeğer kaya malzemesi dayanımının gerçekçi kestiriminde yaşanan zorluklarının giderilmesi amaçlanmaktadır.

Çizelge 2.14 Her kaya türü üyesi için oransal bileşime bağlı olarak ağırlıklı dayanım özelliği önerisi (Marinos and Hoek 2001, Marinos 2019).

Kaya Kütlesi Türü	
I, III	Kumtaşı katmanları için belirlenen değerleri kullan
II, VI, XI	Silttaşı veya şeyl katmanları için belirlenen değerleri kullan
IV	İnce katmanlar: Kumtaşı değerini %10 azalt ve silttaşı için tam değerini kullan
IV	Kalın katmanlar: Silttaşı ve kumtaşı katmanları için eşdeğer değerleri kullan
V, VII, VIII	Kumtaşı değerini %20 azalt ve silttaşı için tam değerini kullan
IX	Oransal dağılıma bakarak silttaşı ve kumtaşı katmanları için eşdeğer değerleri kullan
X	Kumtaşı değerini %40 azalt ve silttaşı için tam değerini kullan

Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) farklı jeolojik koşullar için kaya kütle dayanımındaki azalmayı kestiren bir sistem sağlamakta olup genelde Hoek-Brown (H-B) kaya yenilme ölçütü için veri sağlamaktadır. İlk kez 1980 yılında önerilen H-B görgül yenilme ölçütü kaya malzemesinin yanı sıra eklemlili kaya kütlelerine de uygulanabilirliği nedeniyle kaya mühendisliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kaya kütlelerinin dayanım ve deformasyon özelliklerinin bazı pratik çizelgeler ve görgül ilişkiler aracılığıyla belirlenebilmesine olanak sağlaması, bu tür ortamlarda çoğu kez sınırlı sayıda veriyle çalışmak durumunda kalan tasarımcılar açısından

ölçütün yaygın kullanılmasını desteklemektedir. Zaman içinde ölçüt, ölçütü geliştirenler ve diğer bazı araştırmacılar tarafından değişikliklere (yeniden düzenleme, geliştirilme, ilave edilme) uğratarak uygulamadaki pratikliği ve geçerliliği arttırılmaya çalışılmıştır (Hoek et al. 2002, Ulusay ve Sönmez 2007, Hoek and Brown 2019, Marinos 2019).

Kayalar küçük ölçekte dikkate alındıklarında kaya malzemesi önem kazanırken, ölçek büyüdüğünde sağlam kaya malzemesinden eklemlili kaya kütlelerine geçiş söz konusudur. Farklı yöntemlerle gelişmiş çok sayıda süreksizlik tarafından bölünmüş kaya kütlelerinin davranışı, hem süreksizlikler, hem de kaya malzemesi tarafından denetlenir. Dolayısıyla kütlelerinin dayanım ve deformasyon özelliklerinin, kaya malzemesiyle birlikte süreksizlikleri de içerecek boyutlardaki örnekler üzerinde tayin edilmesi gerekir. Ancak bu tür ortamlardan, kaya malzemesiyle birlikte süreksizlikleri de içeren ve metre boyutuna ulaşan örneklerin alınması ve bunların laboratuvar deneyleri için hazırlanmaları mümkün olmadığı gibi, bu boyuttaki örnekler için laboratuvar kullanılabilecek büyük deney hücreleri de geliştirilmemiştir. Bu sınırlamalar, araştırmacıları kaya kütlelerinin dayanım ve deformasyon özelliklerinin daha pratik şekilde belirlenebileceği yöntemlerin geliştirilmesine zorlamıştır. Hoek–Brown (H-B) yenilme ölçütü görgül bir ölçüt olup, kaya kütlelerinin dayanımının belirlenmesiyle ilgili söz konusu sınırlamaların giderilmesi hedeflenmiştir (Ulusay ve Sönmez 2007). Genelleştirilmiş H-B yenilme ölçütü Eşitlik 2.5 ile ifade edilmektedir.

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\min} + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{ci}} + s \right)^a \quad (2.5)$$

- $\sigma_{\max}, \sigma_{\min}$: Yenilme anında uygulanmakta olan en büyük ve en küçük asal etkin gerilmeler.
- σ_{ci} : Sağlam ve çatlaksız (intact) kaya malzemesinin (laboratuvar örneklerinin) tek eksenli basınç dayanımı
- m_b : Kaya kütleleri için H-B sabiti değeridir
- s, a : Kaya kütlelerinin özelliklerine bağlı sabitlerdir.

İyi kenetlenmiş ve köşeli kaya parçalarından oluşan iyi kaliteli kaya kütlelerinde eşitlik ‘a’ üssel değeri 0.5 alınarak ölçüt özgün haline dönüştürülebilmektedir. Ölçüt $a=0.5$, m_i sabiti ve laboratuvar malzemesi için $s=1$ alınarak kaya malzemesi için de kullanılabilir (Eşitlik 2.6).

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\min} + \sigma_{ci} \left(m_i \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{ci}} + 1 \right)^{0.5} \quad (2.6)$$

Belli bir kaya kütlesi için yenilme anındaki asal gerilmeler arasındaki ilişki, tek eksenli basınç dayanımı σ_{ci} ve m_i sabiti ile tanımlanmaktadır. Deney verilerin (tek ve üç eksenli basınç dayanımı) istatistiksel değerlendirmesi ile belirlenen m_i sabiti kaya malzemesinin mineralojisi ve tane boyutu etkisini yansıttığı ifade edilmektedir (Ulusay ve Sönmez 2007). Çeşitli kaya türleri için, deney verilerinin olmaması durumunda, kaya malzemesi m_i sabitini belirleme çizelgelerinin kullanılması önerilmiştir (Hoek et al. 2002, Ulusay ve Sönmez 2007). m_i sabitinin değerleri Hoek (2007) tarafından güncellenmiştir. Kömür madenlerinde karşılaşılan sedimanter klastik kaya malzeme türleri (konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltası vb.) için önerilen m_i değerleri Çizelge 2.15'te verilmiştir.

Çizelge 2.15 Güncellenen sedimanter kaya malzemesi için m_i sabiti değerleri (Hoek 2007).

Kayaç Türü	m_i sabiti değeri
Konglomera	22 ± 3
Kumtaşı	17 ± 4
Silttaşı	7 ± 2
Kiltası	4 ± 2

Örselenmemiş eklemlili kaya kütleleri için m_b , s ve a değerleri, m_i ve GSI verileri aracılığıyla, aşağıdaki eşitliklerden (2.7-2.9) bulunabilmektedir.

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28}\right) \quad (2.7)$$




$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9}\right) \quad (2.8)$$

$$a = 0.65 - \left(\frac{GSI}{200}\right) \quad (2.9)$$

Örselenmiş eklemli kaya kütlesi için aşağıdaki bağıntıların (2.10 ve 2.11) kullanılması önerilmiştir. Burada D simgesiyle gösterilen örselenme faktörü, patlatma hasarı ve kazı sırasında gelişen gerilme boşalmasına maruz kalan kaya kütlelerinin örselenme derecesine bağlı bir faktör olarak önerilmiştir. Hoek et al. (2002) tarafından D'nin seçimi için önerilmiş kılavuz Şekil 2.13'te verilmiştir.

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right) \quad (2.10)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right) \quad (2.11)$$

Kaya kütlelerinin görünümü	Kaya kütlesi tanımı	Önerilen D değeri
	Yüksek kaliteli denetimli patlatma veya tünel açma makinesiyle yapılan kazı tüneli çevreleyen kaya kütlelerinde en düşük derecede örselenmeye neden olur.	D = 0
	Düşük kaliteli kaya kütlelerinde (patlatma yapılmamış) mekanik olarak veya elle yapılan kazı, tüneli çevreleyen kaya kütlelerinde en düşük derecede örselenmeye neden olur. Sıkışan zemin sorunu önemli derecede taban kabarmasına yol açar ve soldaki fotoğraftaki gibi geçici bir taban betonu dökülmediği takdirde önemli düzeyde örselenme olur.	D = 0 D = 0.5 Taban betonu yok
	Çok kötü kaliteli patlatma sert kaya tünellerinde çevre kayasının 2-3 m içine nüfuz edecek şekilde şiddetli yerel hasara neden olur.	D = 0.8

Şekil 2.13 Örselenme faktörü D'nin seçimi (Hoek et al. 2002, Ulusay ve Sönmez 2007).

Kaya kütleleri için; tek eksenli basınç dayanımının kestirimi için çeşitli araştırmacılar tarafından önerilen görgül ilişkiler ön plana çıkmaktadır. Bazı araştırmacılar kaya kütlelerinin çekme dayanımı için de bağıntılar önermiştir. Genelde kaya kütlelerinin dayanımının (σ_{cm}) görgül ilişkiler aracılığıyla kestirimi için; kaya kütleleri sınıflama puanlarından (RMR, GSI), kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımından (σ_{ci}) ve bazı eşitliklerde kaya kütlelerinin yoğunluğundan yararlanılmaktadır. Kaya kütlelerinin tek eksenli basınç dayanımının kestirimi için önerilen eşitlikler Çizelge 2.16’da verilmiştir. Genel olarak süreksizlikler içeren bir kaya kütlelerinin süreksizlikler arası çekme dayanımı 0 (sıfır) olarak kabul edilebilmektedir.

Çizelge 2.16 Kaya kütlelerinin tek eksenli basınç dayanımının kestirimi için önerilen görgül bağıntılar (Hoek and Brown 1980, Hoek et al. 2002).

Araştırmacı(lar)	Görgül bağıntı	Açıklamalar
Hoek ve Brown (1980)	$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \sqrt{e^{\left(\frac{RMR-100}{9}\right)}}$	σ_{ci} kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı (MPa)
Hoek et al. (2002)	$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} S^a$	

Kaya kütleleri deformasyon (elastisite) modülünün (E_m) arazide belirlenmesi hem zor hem de maliyeti yüksek bir çalışmadır. Dolayısıyla deformasyon modülünün belirlenmesi için görgül eşitliklerin kullanılması genelde tercih edilmektedir. Hoek et al (1998, 2002) Hoek ve Diederichs (2006) kaya kütlelerinin deformasyon modülünün kestiriminde önerilen eşitlikler Çizelge 2.17’de verilmiştir. Genelde GSI değeri ve kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımından (σ_{ci}) yararlanılmaktadır. Bazı eşitliklerde kaya malzemesinin elastisite modülünden (E_i) de yararlanılmaktadır. Yine bazı eşitliklerde kaya kütlelerinin olası örselenmesini göz önünde bulundurabilmek için örselenme faktörü (D) kavramını kullanılmaktadır.

Çizelge 2.17 Kaya kütlelerinin deformasyon modülünün (E_m) kestirimi için önerilen görgül eşitlikler (Ulusay ve Sönmez 2007).

Araştırmacı(lar)	Eşitlik	Açıklama
Hoek ve Brown (1998)	$E_m = \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} 10^{\frac{GSI-10}{40}}$	$\sigma_{ci} \leq 100$ MPa için
Hoek et al. (2002)a	$E_m = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} 10^{\frac{GSI-10}{40}}$	$\sigma_{ci} \leq 100$ MPa için D örselenme faktörü
Hoek et al. (2002)b	$E_m = \left(1 - \frac{D}{2}\right) 10^{\frac{GSI-10}{40}}$	$\sigma_{ci} > 100$ MPa için D örselenme faktörü
Hoek ve Diederichs (2006)a	$E_m = 100000 \left(\frac{1 - (D/2)}{1 + e^{((75+25D-GSI)/11)}} \right)$	E_i bilinmiyorsa (MPa)
Hoek ve Diederichs (2006)b	$E_m = E_i \left(0.2 + \frac{1 - (D/2)}{1 + e^{((60+15D-GSI)/11)}} \right)$	D örselenme faktörü (GPa)

2.3 DEĞERLENDİRMELER

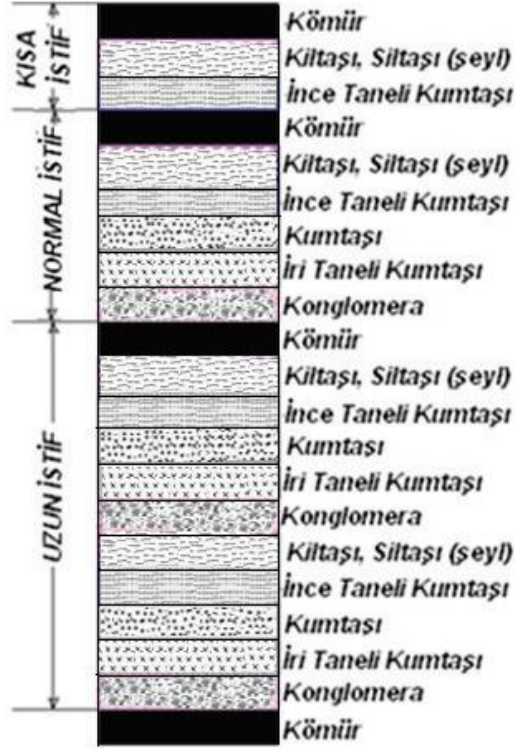
Sınıflama kavramı nesnelerin ortak özelliklerine göre gruplandırılması şeklinde tanımlanabilmektedir. Kaya mekaniği alanında kaya kütlelerinin sınıflandırılmasına gereksinim duyulmuş ve bu amaçla çeşitli sınıflama sistemleri önerilmiştir. Bu sistemler kaya mühendisliğinde uzun yıllar süren gözlemlere bağlı deneyimler ve istatistiksel değerlendirmeler esas alınarak önerilmiş görgül yöntemlerdir. Kaya kütleleri sınıflama sistemleri, kaya mühendisliğinde tasarıma yardımcı olan ve ön tasarım amacıyla kullanılacak birer araç olarak değerlendirilmelidir. Kaya kütleleri sınıflama sistemleri genel olarak incelendiğinde; kaya malzemesinin dayanım özellikleri, eklemler arası açıklık, yapısal süreksizliklerin sayısı ve yüzey özellikleri, yeraltı su içeriği ve baskın süreksizliklerin yatımları gibi bilgileri içermektedir. Bu özellikler başlıca; kaya malzemesi dayanımı, kaya kütleleri yapısı ve süreksizlik koşulları şeklinde ana gruplara ayrılabilir. Ayrıca, su etkisi incelendiğinde kaya kütleleri ve kaya malzemesi üzerindeki olası etkiler ayrı olarak incelenmeli ve sınıflandırmaya doğrudan veya dolaylı olarak yansmalıdır. Bu durum özellikle zayıf süreksizlik yüzey koşullarında (ayrışmış yüzeyler, dolgu vb.) suya karşı hassas kaya türlerinde (marn, kiltası vb.) önem kazanmaktadır.

Kaya kütle sınıflama sistemleri yeraltı kömür madenleri için kaya kütle mekanik özelliklerinin (dayanım, deformasyon vb.) kestirimi ve açıklık (galeri, tabanyolu vb.) kazı-tahkimat işleri tasarımında pratik bir mühendislik aracı olarak değerlendirilmelidir. Yeraltı kömür madenleri için seçilecek sınıflama sistemlerinde daha doğru mühendislik kararlarının alınabilmesi ve projelerde daha etkin bir iletişimin sağlanması için tasarıma yönelik amaçlar için sayısal ve tasarım verisi sağlanması hedeflenmelidir. Bunun için de kullanılacak sınıflama sisteminin az sayıda ve mümkün olduğunca yeraltı gözlemleri ve basit ölçümlere dayalı sınıflama değıştirgeleri içermesine dikkat edilmelidir. Bu sınıflama değıştirgeleri başlıca; kaya dayanımı, kaya kütlesi yapısı ve süreksizlik koşulları unsurlarını içermelidir. Bu kapsamda yeraltı taşkömürü madeni için seçilecek sınıflama sisteminde ortam ve çevresel koşullara uygunluğu (heterojen kaya kütleleri, tabakalanmaya dayalı sedimanter yapısal özellikler, karmaşık yapı, tektonik etkiler, su hassasiyeti vb.) dikkate alınmalıdır. Ayrıca, doğrudan veya dolaylı olarak kaya malzemesi özellikleri (dayanım, deformasyon, su etkisi vb.) etkisi de sınıflama değerlendirmelerine yansımalıdır. Bunun dışında işletmecilik özellikleri (patlatma hasarı vb.) de kısmen değerlendirme sonuçlarını etkilemelidir.

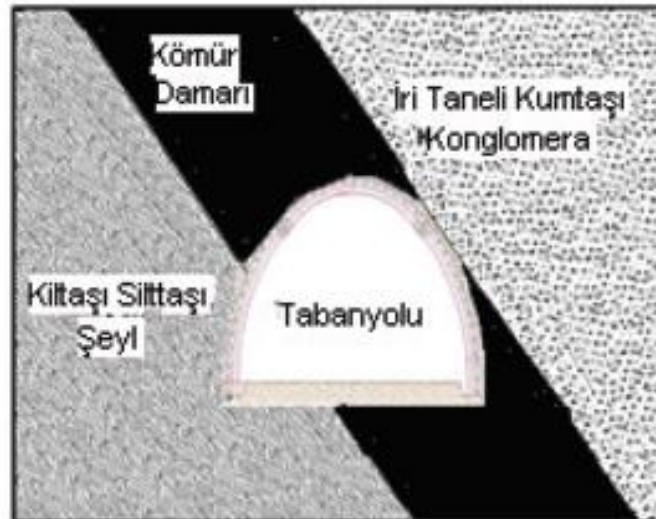
Tez çalışması kapsamında yerinde gözlemler ile kömür çevre kayaçlarının kaya malzemesi ve kütlesi özellikleri incelenmiştir. Bu tür kaya yapıları ve özellikleri için M-RMR, CMRR uygun sınıflandırma sistemleri olmasına karşın (zayıf, anizotropik, tabakalı, çatlaklı, suya karşı hassasiyet vb.), tez çalışması kapsamında sınıflama için gerekli sayısal verilerin (basınç dayanımı, RQD, süreksizlik aralığı, vb.) yeraltında araziden ve madenden gerçekçi olarak elde edilememesi nedeniyle sınıflandırma çalışması yapılamamıştır. Bundan dolayı tez çalışmasında daha basit gözlemler ve yorumlamalara dayalı olan GSI Jeolojik Dayanım İndeksi Sistemi tercih edilmiştir.

Kömür damarları, genel olarak, tekrarlanan bir dizi sedimantasyon süreçleri sonucunda çökelmektedir. Bu süreçlerde kömürü oluşturan organik malzemenin yan kayaçlarla birlikte belirli bir düzen içinde birikmesi ve gömülmesiyle “Dönem” adı verilen istifler oluşmaktadır. Zonguldak Havzasında bütün litolojilerin bir kez çökelerek oluşturduğu istif, genelde tabanda konglomeralar ile başlar. Daha sonra yukarıya doğru, kaba, orta ve ince taneli kumtaşları ile devam eder ve bunların üzerine silttaşları ve kilttaşları gelir (Şekil 2.14). Normal istifde en üstte ise kömür damarı konumlanmaktadır. Sedimantasyon sürecinde akarsuyun taşıma enerjisine bağlı olarak farklı istif dizilim durumları oluşabilmektedir (Baltaş 2014). Bu tabakalanma yapısı bazı durumlarda oldukça eğimli yapılar gösterebilmektedir (Şekil 2.15). Ayrıca, tektonik

etkiler nedeniyle kömür havzası genelinde kıvrımlanma ve faylanma etkileri belirgin bir şekilde yeraltında gözlenmektedir.



Şekil 2.14 Zonguldak Taşkömürü Havzasında Karbonifer yaşlı formasyonda karşılaşılan sedimanter istif çeşitleri ve kaya türleri (Baltaş 2014).



Şekil 2.15 Yeraltı taşkömür madeninde eğimli kömür damarında temsili kömür çevre kayaçları dizilimi (Baltaş 2014).

Birçok taşkömür havzasında (Ruhr-Almanya, Zonguldak-Türkiye, vb.) kömür damarlarını çevreleyen tabakalı jeolojik birimler Üst Karbonifer dönemine aittir. Bu bölgelerdeki sedimanter klastik kaya türleri genellikle kumtaşı, silttaşı, konglomera, şeyl ve kıltaşı içeren kömür çevre kayaçlardan oluşmaktadır. Tabakalar genellikle faylanma etkisi ile arızalar ve kıvrımlı yapılar içermektedir. Kömür çevre kayaçlarından olan silttaşı, şeyl ve çamurtaşı gibi kaya türleri genellikle zayıf kaya sınıfında yer almaktadır. Kömür çevre kaya malzemesinin dayanımı değişkenlik göstermekte olup kaya kütlesi çoğunlukla yoğun olarak eklem ve çatlaklar içermektedir (Özarslan and Köken, 2015).

Almanya'daki Ruhr ve Saar yeraltı taşkömürü madeni bölgelerinden alınan toplam 82.500 test edilmiş kaya örneğinden elde edilen ortalama tek eksenli basınç dayanımı (UCS) ve standart sapma (SD) değerleri Çizelge 2.18'de verilmiştir. Ayrıca, Türkiye'de Zonguldak kömür havzasından elde edilen bozunmamış kumtaşı (74 örnek) ve silttaşı (12 örnek) numunelerden elde edilen deney sonuçları verilmiştir. Kömür çevre kayaçlarının aynı kaya türü içinde geniş bir dayanım aralığına sahip olmasına karşın farklı kömür havzalarına ait ortalama dayanım değerlerinin birbirine benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.18 Kömür çevre kaya dayanım özellikleri (Juncker et al. 2004, ZEDEEM 1994).

Kömür Havzası	Ruhr/Saar	Zonguldak
Kaya Türü	Ort. UCS±SD	Ort UCS±SD
Kumtaşı	90±40 MPa	96.7±28.1 MPa
Silttaşı	65±30 MPa	66.4±22.0 MPa
Çamurtaşı/Şeyl	50±25 MPa	veri eksik

Hoek-Brown (H-B) kaya yenilme ölçütünün uygulanması için gereken iki temel kaya mekaniği özelliği, sağlam kayaların UCS'si ve sağlam kaya malzemesi sabiti m_i 'dir. Doğrudan laboratuvar deney verisi mevcut olmadığında, m_i değeri, literatürde yayınlanan değerlere dayanarak tahmin edilebilir. Kuru kumtaşı ve silttaşı kayaları için önerilen bazı m_i değerleri Çizelge 2.19'da verilmiştir. Gerçek ve Müftüoğlu (1993) tarafından önerilen değerler, Zonguldak taşkömürü madenlerine ait kömür çevre kaya örneklerinin tek eksenli ve üç eksenli basınç dayanımı testlerinden elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinden elde edilmiştir. Kumtaşı gibi sedimanter kayaçlarda m_i değerleri doğal çimento malzemesinin yapısı ve çimentolanma derecesinden etkilenmektedir. Kumtaşı ve silttaşı kaya malzemeleri farklı m_i değerlerine sahip olup geniş bir dağılım aralığı gösterebilmektedir.

Çizelge 2.19 Kumtaşı ve silттаşı kaya malzemeleri için m_i değerleri.

Kaynak	m_i (kumtaşı)	m_i (silттаşı)
Hoek 2007	17.0 (13-21)*	7.0 (5-9)*
Gerçek ve Müftüoğlu 1993	13.2 (7.4-25.5)*	7.4 (3.9-9.1)*

* parantez içindeki değerler dağılım aralığını göstermektedir

Bazı sedimanter kayaçlar artan su içeriği ile dayanım azalması gösterebilmektedir. Özarslan ve Köken (2015) kuru ve suya doymun bozunmamış kumtaşı ve silттаşı kaya örnekleri üzerinde laboratuvar deneyleri gerçekleştirmişlerdir. Zonguldak kömür hazasında taşkömür madenlerinden kaya örnekleri alınıp kaya mekaniği deneyleri gerçekleştirilmiştir. Kuru ve suya doymun kumtaşı ve silттаşı kaya malzemesi numuneleri üzerinde tek eksenli basınç dayanımı (UCS), dolaylı (Brazilian) çekme dayanımı (BTS) ve elastisite modülü (E_i) deformabilite deneyleri yapılmıştır. Kuru kaya malzeme numuneleri için elde edilen ortalama deney sonuçları Çizelge 2.20’de ve suya doymun kaya malzemesi numuneleri için Çizelge 2.21’de verilmiştir. Hem kumtaşı hem de silттаşı kaya örneklerinde su etkisi ile dayanım azalması oluşmuştur. Özellikle silттаşı örnekleri dayanım azalması yüksek oranda meydana gelmekte olup, kumtaşı ve şeyl gibi kaya türlerinde de su etkisi ile çok yüksek oranda dayanım azalması meydana geldiği gözlemler ve basit deneyler ile (Schmidt çekici, Jeolog çekici ile darbe etkisi) belirlenebilmektedir. TTK (Türkiye Taşkömürü Kurumu) Asma İşletmesi’nde bazı kömür damarlarına ait mekanik özellikler Çizelge 2.22’de verilmiştir (Paşamehmetoğlu ve Bilgin 1989). Kömür çevre kayaçlarına kıyasla (kumtaşı, silттаşı vb.) kömür damarlarının oldukça düşük dayanım özelliklerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 2.20 Kuru kaya örnekleri için ortalama deney sonuçları (Özarslan and Köken 2015).

Kömür İşletmesi /Damarı	Derinlik aralığı	Kaya türü	UCS (MPa)	BTS (MPa)	E_i (GPa)
TTK Üzülmmez/1.Çay	-160 m/-205 m	İnce taneli kumtaşı	117.80	10.50	22.10
TTK Üzülmmez/2.Çay	-170 m /-210 m	İnce taneli kumtaşı	144.50	11.20	24.10
TTK Kozlu/2.Çay	-485 m /-555 m	İnce taneli kumtaşı	105.69	8.25	20.36
TTK Üzülmmez/2.Piriç	-30 m/-160 m	Silттаşı	48.20	7.00	16.70
TTK Kozlu/5.Kurul	-485 m/-555 m	Silттаşı	49.90	8.00	7.40

Çizelge 2.21 Suya doygun kaya örnekleri için ortalama deney sonuçları (Özarlan and Köken 2015).

Kömür İşletmesi /Damarı	Derinlik aralığı	Kaya türü	UCS (MPa)	BTS (MPa)	Ei (GPa)
TTK Üzülmmez/1.Çay	-160 m/-205 m	İnce taneli kumtaşı	71.76	6.23	11.40
TTK Üzülmmez/3.Çay	-170 m/-210 m	İnce taneli kumtaşı	111.89	8.41	16.00
TTK Kozlu/2.Çay	-485 m/-555 m	İnce taneli kumtaşı	74.36	6.58	14.25
TTK Üzülmmez/2.Piriç	-30 m/-160 m	Silttaşı	17.40	2.68	4.30
TTK Kozlu/5.Kurul	-485 m/-555 m	Silttaşı	21.07	3.73	1.67

Çizelge 2.22 Zonguldak Kömür Havzasında kömür damarlarına ait mekanik özellikler (Paşamehmetoğlu ve Bilgin 1989).

Kömür İşletmesi /Damarı	Derinlik	Kömür damarı	UCS (MPa)	BTS (MPa)	Ei (GPa)
TTK Üzülmmez/Asma	-170 m	Hacımemiş	4.00	0.43	3.31
TTK Üzülmmez/Asma	-170 m	Sulu	2.97	0.33	-
TTK Üzülmmez/Asma	-50 m	Tv. Acılık	2.68	0.41	0.87
TTK Üzülmmez/Asma	-50 m	Tb. Acılık	5.80	0.59	1.88
TTK Üzülmmez/Asma	-170 m	Çay	7.22	0.49	2.08

Yeraltı taşkömürü maden ortamlarına uygunluk açısından Marinou ve Hoek (2001) tarafından heterojen ve tabakalı kaya kütleleri için önerilen GSI abağında kaya kütleleri bileşim ve yapılarında ilave düzenlemeler yapılmıştır (Şekil 2.16). GSI abağında en iyi kaya yapısını kalın tabakalı kumtaşı birimlerini temsil edecek şekilde A grubu oluşturmaktadır. Sağlam konglomera tabakaları da bu grup ile temsil edilmektedir. B, C, D ve E kaya kütleleri yapı gruplarına sırasıyla ince kömür bantları, kömür katmanları, kömür damarı ve kömürlü şeyl ifadeleri eklenmiştir. En zayıf kaya kütleleri yapısını ise F kaya grubu oluşturmaktadır olup faylı, kıvrımlı, deforme olmuş kaya yapılarını temsil etmektedir. Heterojen kaya kütleleri için geliştirilmiş orijinal GSI abağında yer alan çok zayıf G ve H kaya kütleleri yapı gruplarına, taşkömürü madenlerinde bu tür koşullar ile nadiren karşılanması nedeniyle, yer verilmemiştir. Süreksizlik yüzey koşulları ile ilgili gruplandırma ise değişikliğe gidilmemiştir. GSI değerinin belirlenmesi için ilgili kaya kütleleri bileşimi ve yapı grubunun uygun süreksizlik

koşulu grubu kutusu kesiştirilmesi ile elde edilmektedir. Yeraltında kömür madeninde gözlemler ile gruplar arası kesin bir ayrıma gidilememesi durumunda sabit bir GSI değeri yerine ortalama GSI değeri aralığının tayin edilmesi tavsiye edilmektedir. GSI abağında yer alan süreksizlik yüzey koşulları grupları ile ilgili açıklamalar Çizelge 2.23'te verilmiştir.

Su geliri durumunda süreksizlik yüzey koşullarına bağlı olarak GSI indeks değerinde azalma etkisi yansıtılmalıdır. Orta süreksizlik yüzey koşullarında GSI indeks değeri azalmasının 5 puan, zayıf koşullarda 10 puan civarında azalmaya gidilmesi önerilmektedir. GSI indeks değeri azalması süreksizlik yüzey koşulunun yanında su geliri miktarı ile de ilgilidir. Su etkisi ile kaya türüne bağlı olarak kaya malzemesi dayanımındaki olası azalma etkisi ise kullanılacak kaya yenilme ölçütündeki dayanım değiştiricilerine (UCS vb.) yansıtılmalıdır.

KAYA KÜTLESİ BİLEŞİM VE YAPI		SÜREKSİZLİKLERİN YÜZEY KOŞULLARI (özellikle tabakalanma düzlemleri)				
		Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf	Çok Zayıf
	A. Kalın tabakalı, çok bloklü kumtaşı, bazen konglomera, tabakalanma düzlemlerindeki dolgular kaya kütleindeki yanıl sıkıştırma etkisi ile sınırlanmakta	70	60			
	B. İnce silttaşı ara katmanlı kumtaşı ve ince kömür bantları		50			
	C. Benzer miktarlarda kumtaşı ve silttaşı/kömür katmanları			40		
	D. Kumtaşı ara katmanlı silttaşı, siltli şeyl veya kömür damar				30	
	E. Kumtaşı ara katmanlı zayıf silttaşı killi veya kömürlü şeyl					20
	F. Tektonik olarak deforme, yoğun kıvrımlı/faylı, makaslanmış killi şeyl veya silttaşı, karmaşık yapılı kırılmış ve deforme olmuş kumtaşı katmanları					

Şekil 2.16 Taşkömürü madeninde heterojen kaya kütleleri koşulları için ilave düzenlemeler yapılan GSI abağı (Marinos ve Hoek'tan 2001 yararlanarak).

Çizelge 2.23 GSI Abak'ta yer alan süreksizlik yüzey koşulları grupları ile ilgili açıklamalar (Marinos ve Hoek 2001'den yararlanarak).

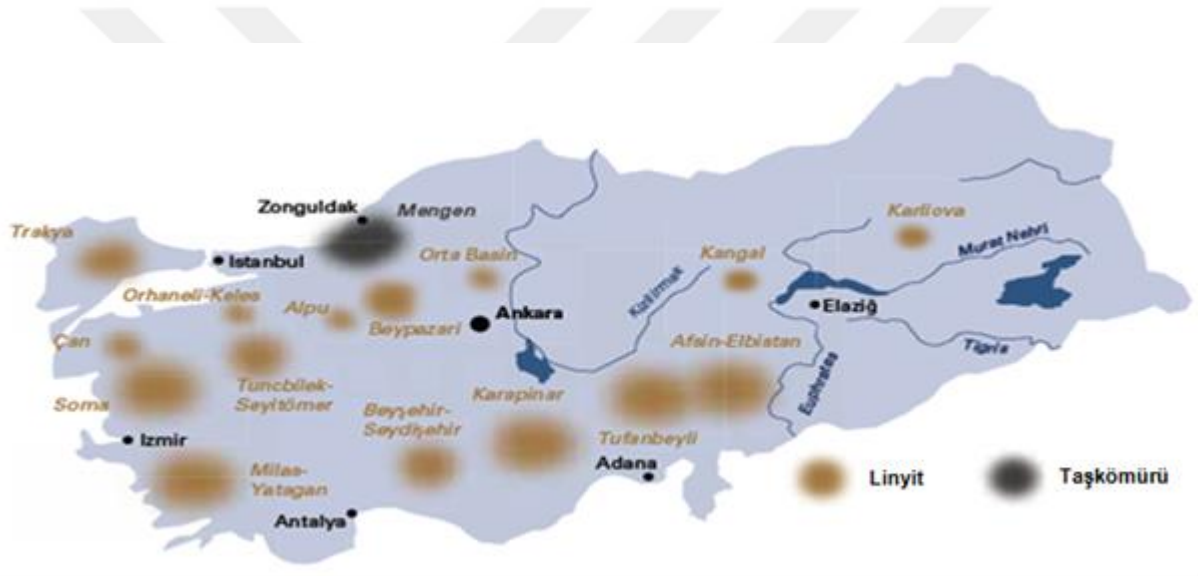
Süreksizlik Yüzey Koşulu (özellikle tabakalanma düzlemi)	
Grup	Açıklamalar
Çok iyi	Çok pürüzlü, taze bozunmamış yüzeyler
İyi	Pürüzlü, az bozunmuş yüzeyler
Orta	Pürüzsüz ve düzgün, orta derecede bozunmuş ve alterasyona uğramış yüzeyler
Zayıf	Pürüzsüz ve çok düzgün, ara sıra köşeli parçalı sıkı sıvamalı veya dolgulu eklem yüzeyleri
Çok zayıf	Eklemler çok düzgün veya yumuşak kil sıvamalı veya dolgulu çok bozunmuş yüzeyler

Zonguldak Taşkömürü havzasındaki en geniş alanları Karbonifer yaşlı kayaçların (kumtaşı, silttaşı, konglomera, kömür vb.) yanı sıra bu kayaçları örten Kretase yaşlı kireçtaşları kaplamaktadır (Baltaş 2016). Bu kapsamda genelde az sayıda eklem ve çatlak içeren kireçtaşı kaya kütlesi için orijinal GSI abağında yer alan masif kaya kütlesi grubunun kullanılması önerilmektedir. Bazı durumlarda karbonifer kökenli sağlam kumtaşı ve konglomera kalın tabakalanma şeklinde masif az eklemlili kaya kütlesine benzer yapılar gösterebilmektedir. Süreksizlik yüzey koşulları da dikkate alınarak bu tür yapısal bölgelerin sınıflandırılmasına yine heterojen kaya kütlesi GSI abağı yerine orijinal GSI abağında yer alan masif kaya kütlesi grubunun kullanılması tavsiye edilmektedir.

BÖLÜM 3

SFH MADENCİLİK İŞLETME SAHASI

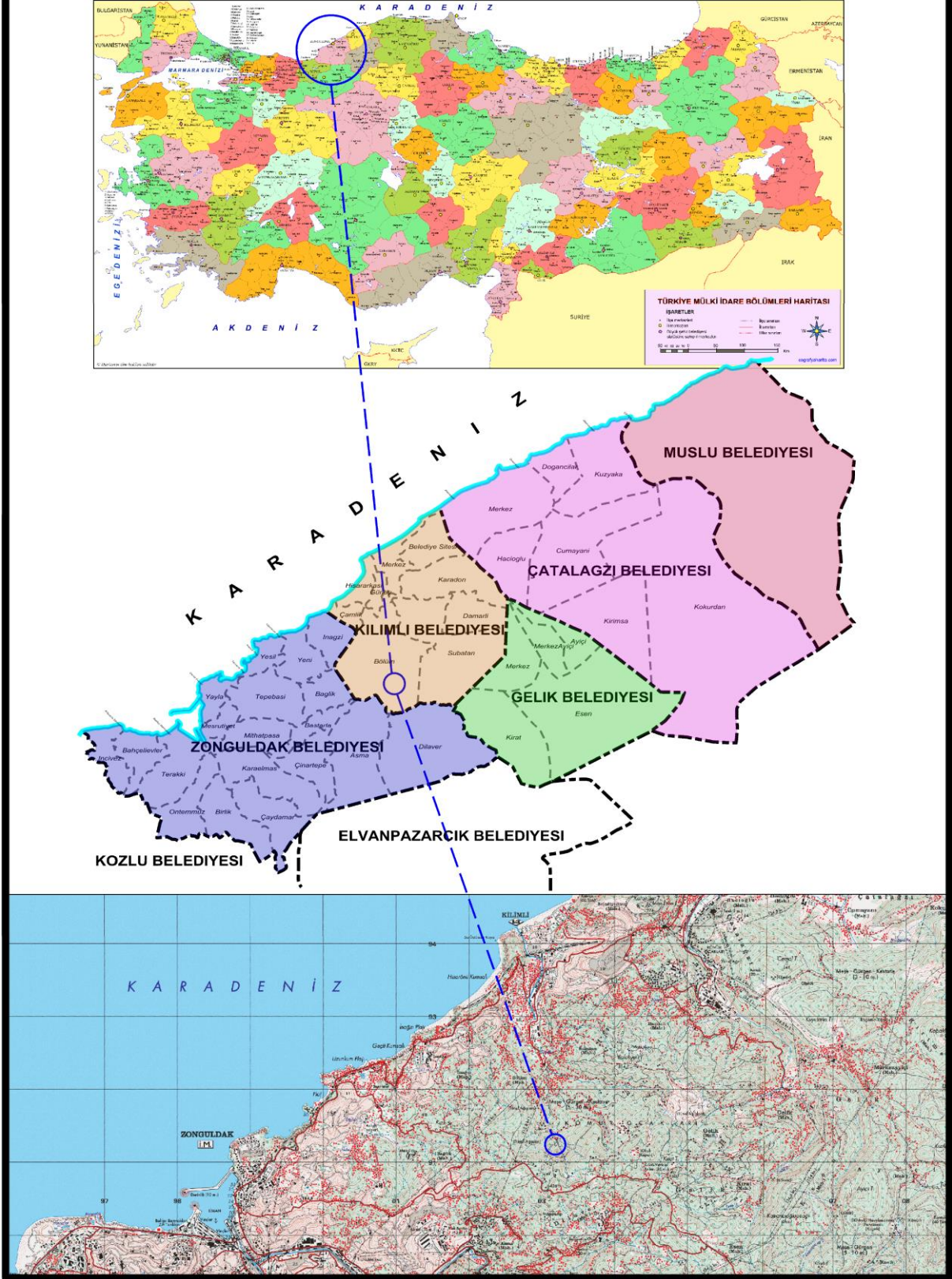
Ülkemizde birçok bölgede kömür yatakları ve madenleri olmasına karşın, taşkömürü rezervi ve üretimi sadece Zonguldak bölgesinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.1). Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Zonguldak taşkömürü havzasında; Kozlu, Üzülmaz, Karadon, Armutçuk ve Amasra bölgelerinde yeraltından kömür üretimi yapılmaktadır.



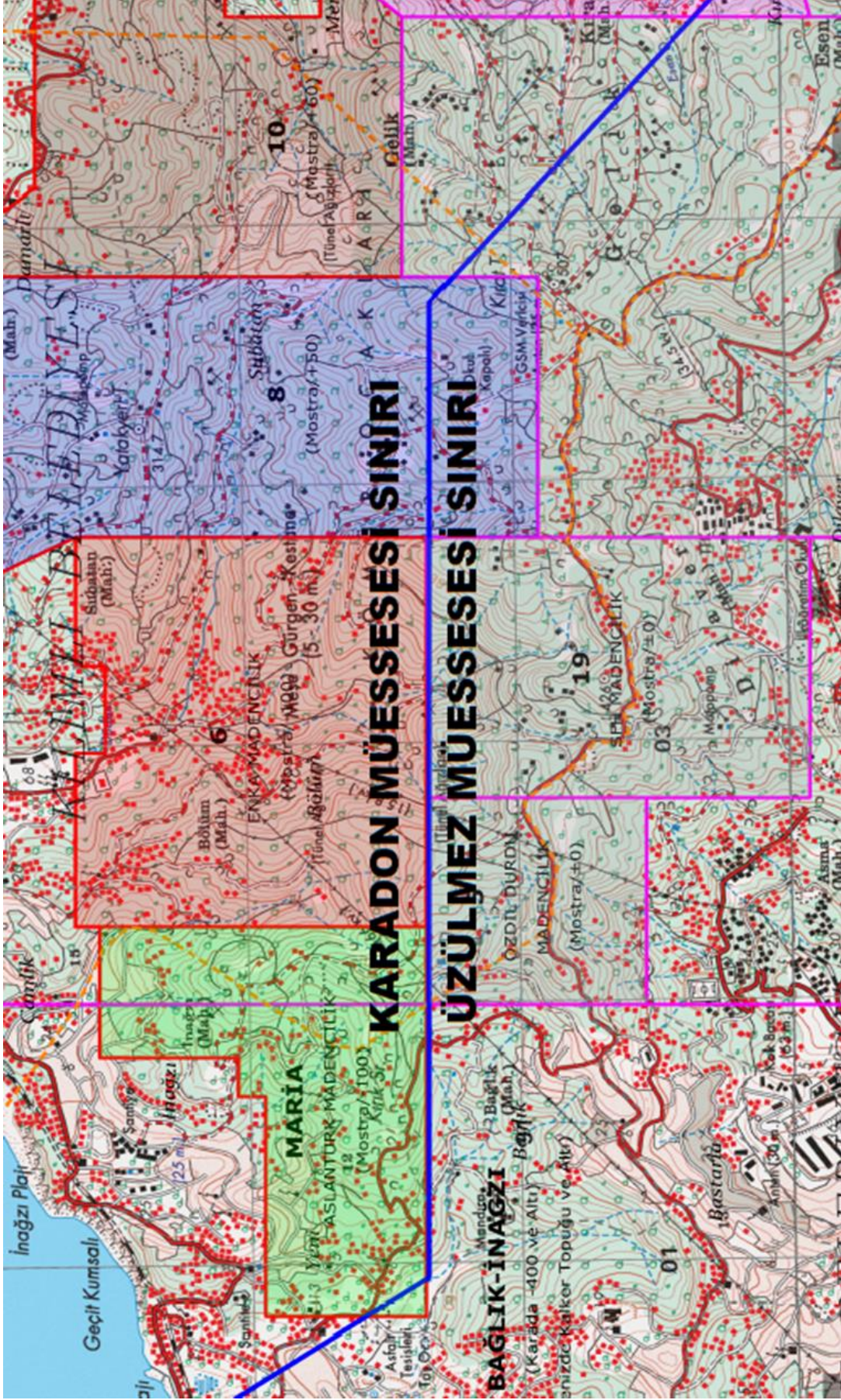
Şekil 3.1 Türkiye kömür havzaları ve Zonguldak kömür havzasının konumu (EURACOAL 2013).

SFH Madencilik 19 Nolu sahada 1 Nolu Ocak ve 8 Nolu Ocak olarak iki ocakta faaliyetlerini sürdürmektedir. İşletmenin rödovans antlaşması gereği müsaade edilebilir çalışma derinliği +100 kotunun üstünden yeryüzüne kadar kısımdır. Bu tez kapsamında çalışmalar 1 Nolu Ocak'ta yapılmıştır. 1 Nolu Ocak Zonguldak ilinden merkezden 10 km ve Kilimli ilçesinden 4,5 km uzaklıktadır. Kilimli ilçesinin Bölüm Mahallesi'nin üst kısmında yer almaktadır (Şekil 3.2). SFH Madencilik Zonguldak TTK Üzülmaz Müessesesine bağlı olarak 19 Nolu sahada rödovansçı olarak çalışmaktadır. İşletmenin bulunduğu saha, TTK Karadon Müessesesi sınırına komşu olup güney kısmında yer almaktadır (Şekil 3.3).

19 NOLU SAHA SFH MADENCİLİK YER BULDURU HARİTASI



Şekil 3.2 SFH Madencilik yer bulduru haritası.



Şekil 3.3 Üzülmez ve Karadon Müessesesi rödivanslı sahalar sınırı planı (TTK Karadon TIM 2019a).

3.1 ZONGULDAK HAVZASI JEOLJİSİ

Zonguldak havzası Alp orojeninin Alpin kanadının ülkemizden geçen Pontidlerin batı kısmında bulunmaktadır ve bundan dolayı jeolojik olarak çok karmaşık bir yapı göstermektedir (Şekil 3.4) (Ocakoglu vd. 2013).

Havzada Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı ve oldukça kalın bir çökel istifli yüzeylenmektedir (Şekil 3.5). Aşağıda bu istifli ilgili olarak, formasyon bazında ve yaşlıdan gence doğru özet bilgi verilmiştir (Ocakoglu vd. 2013).

Zonguldak bölgesindeki stratigrafik ve petrografik birimler genel olarak temel birimler, kömürlü birimler ve örtü birimleri olarak gruplandırılabilir. Havzada bulunan birimler şu şekildedir:

1. Temel Birimler
 - 1.1. Hamzafakılı Formasyonu
 - 1.2. Göktepe Formasyonu
 - 1.3. Yılanlı Formasyonu
2. Kömürlü Birimler
 - 2.1. Alacağzı Formasyonu
 - 2.2. Kozlu Formasyonu
 - 2.3. Karadon Formasyonu
3. Örtü Birimleri
 - 3.1. Permiyen
 - 3.2. Jura
 - 3.3. Kretase
 - 3.4. Tersiyer

Alacağzı Formasyonu kumtaşı, kiltası, silttaşı, şeyl ve kömür ardışımından oluşmaktadır. Zonguldak etrafında 250-350 m arasında istif kalınlığı göstermektedir. İçerisinde ortalama 0,10-1 m kalınlığında kömür damarları vardır ve ekonomik değildir. Palinolojik incelemelere göre formasyonun yaşı Namuriyen'dir (Orhan 1995, Şahin 1997, Fişne'den 2002).

Kozlu formasyonu konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltası ve kömür ardışımından oluşmaktadır. Kömür damarlarının kalınlığı 0.50 m ile 6 m arasında değişmektedir. İstif Zonguldak dolaylarında 800 m kalınlık göstermektedir. Bu formasyonda yaklaşık 20-24 kömür damarı vardır ve işletilebilir niteliktedir. Palinolojik analizlere göre formasyonun yaşı Westfaliyen-A'dır (Orhan 1995, Şahin 1997, Fişne'den 2002).

Karadon Formasyonu konglomera, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kömür ve bazı refrakter killerin (şiferton) ardışımından oluşmaktadır. Kömür damarlarının kalınlıkları, yayılımı ve adedi Kozlu Formasyonuna göre önemsiz sayılabilecek ebattadır ve 4 adet ekonomik olabilecek ama süreklilik göstermeyen kömür damarı vardır. Zonguldak etrafında 300-450 m arasında istif kalınlığı göstermektedir. Palinolojik tayinlere göre yaşı Westfaliyen-BCD'dir (Orhan 1995, Şahin 1997, Fişne'den 2002).

Yeraltında kömür damarlarına kesesiye sürülen dik doğrultudaki galerilerde kesilen damarlar arasında bulunan birimlerde yapılan incelemelerde, ilerlemenin yönüne göre kayaç tane boyutlarında kademeli olarak kalınlaşma veya incelmeler gözlenmektedir (Şekil 3.6). Alttaki katmanlardan üstteki katmanlara doğru gidildikçe kayaç tane boyutlarının incelendiği, iri taneli kayaçların taban katmanlarında ve en ince tane boyutlu kayaçların ise en üstte yer aldığı görülmüştür (Baltaş 2014).

Zonguldak taşkömürü havzalarında bulunan tabakalar çökelerek istif oluşturur. Tabanda konglomera ile başlayıp üstte doğru kaba, orta ve ince taneli kumtaşı ile devam eder. Bu istifin üzerine doğru silttaşı (şeyl) ve kiltası gelerek en üstte kömür damarı konumlanması ile normal istif oluşturur (Baltaş 2014).

Akarsuların taşıma enerjisinin azalmaya başlamasıyla kiltaları ve silttaşları çökelerek normal istifi oluştururken, akarsuyun enerjisinin ani olarak artmasıyla sedimentasyon süreci değişerek bunların üzerine tekrardan iri taneli birimlerle başlayıp diğer birimlerin çökmesiyle yeni bir sürecin başlangıcına geçilir. Bu şekilde ince taneli birimler üzerine iri taneli birimler çökelerek yeni bir istif oluşturur. Yeni istifin üzerinin kömür damarı ile son bulması ile istif tamamlanır. Bu durumda iki kömür damarı arasında mesafe normalden daha uzak olur ve uzun istifi oluşturur (Baltaş 2014).

Altta çökelmiş durumda olan kömür damarının üzerine sedimantasyon sürecinde akarsuyun taşıma gücü ve debisi normalden zayıf olursa iri taneli birimlere yerine ince taneli litolojik birimler çökelmeye başlar. Çökelen kömürün üzerine ince taneli kumtaşı ile başlayıp kiltası veya silttaşı ile çökmesiyle devam eder. Akarsuyun taşıma enerjisinin daha fazla azalmasıyla üste kömür damarının çökmesiyle istifi oluşturur. Bu durumda da çökelen iki kömür damarı arasında mesafe normalden daha yakın olur ve kısa istifi oluşturur (Baltaş 2014).

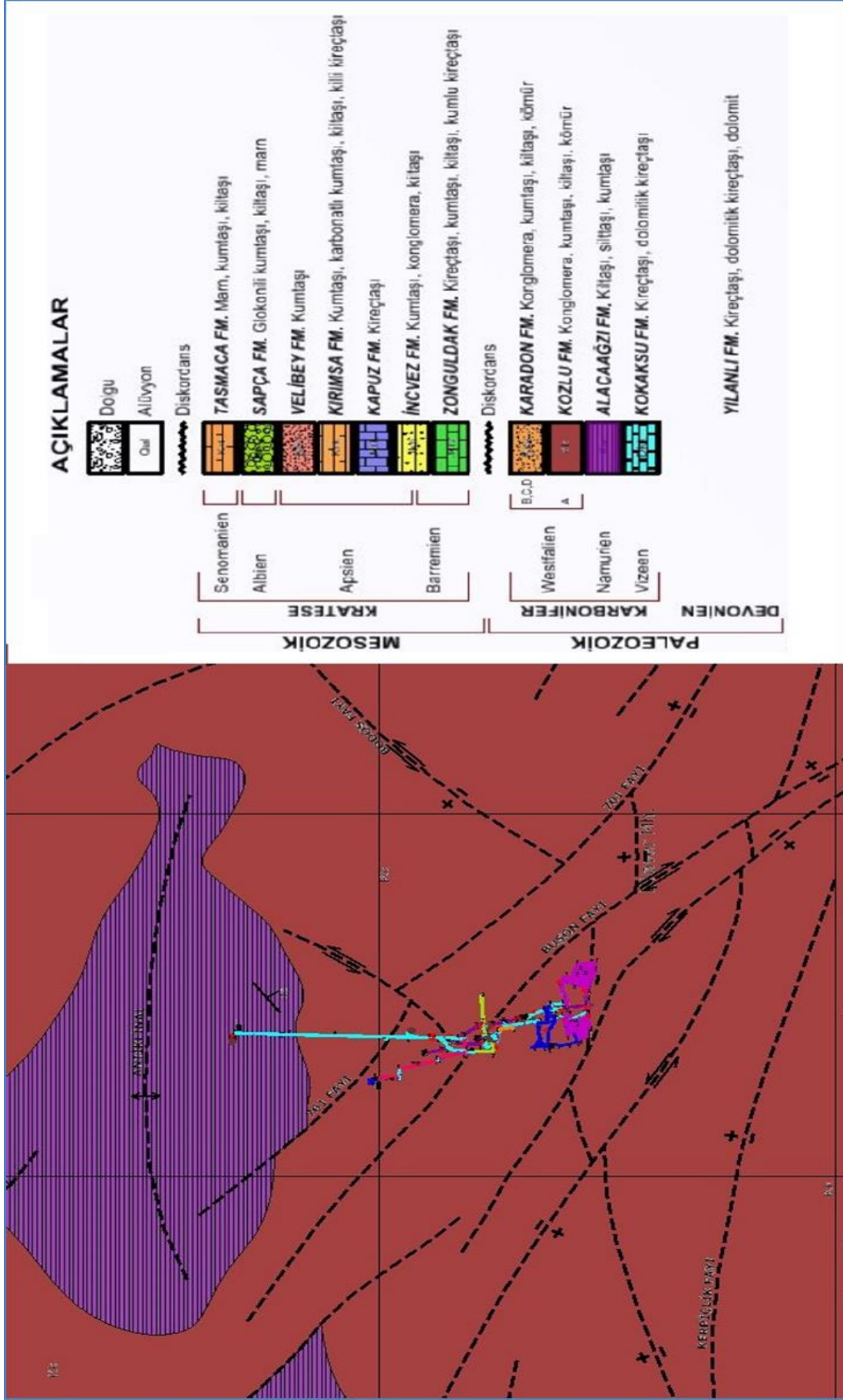


Şekil 3.6 Zonguldak Taşkömürü Havzası'nda bulunan tipik istif görünümü (Baltaş 2014'den değiştirilerek).

3.1.1 İşletme Sahasının Jeolojisi ve Topografyası

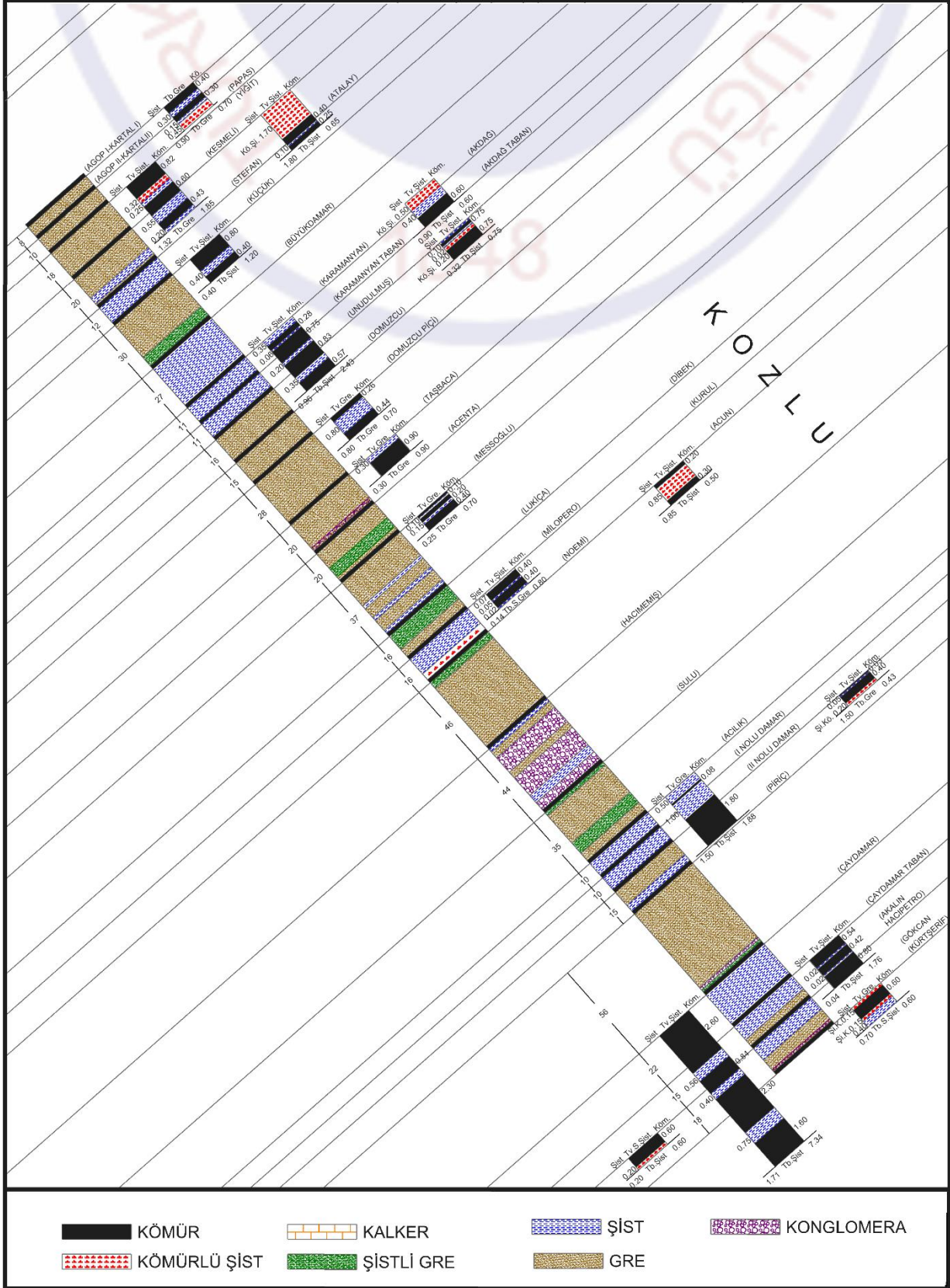
SFH Madencilik TTK Üzülmez Müessesesine bağlı olarak 19 Nolu Saha'da faaliyetlerini sürdürmektedir. İşletmenin bulunduğu sahada jeolojik birimlerine bakıldığında söz konusu ocağın Alacağzı Formasyonu ve Kozlu Formasyonu'nun içinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.7). Alacağzı Formasyonu içerisinde kiltası, silttaşı, kumtaşı ve ekonomik olmayan kömürlü ardaşımları ile karşılaşılırken Kozlu Formasyonu içerisinde konglomera, kumtaşı, silttaşı ve kömür ardaşımlarına rastlanmaktadır.

SFH Madencilik Kozlu Formasyonu içerisindeki damarlardan üretim faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Birim altta Alacağzı Formasyonu üstte ise Karadon Formasyonu ile geçişlidir. Kozlu Formasyonu genel olarak çeşitli boyutta kumtaşları, şeyller, kömür damarları ve çakıllı seviyelerden oluşmaktadır. Formasyonda sırasıyla Kartal (Agop), Yiğit (Papaz), Kesmeli, Atalay (Stefan), Küçük, Büyük, Akdağ (Karamanyan), Unutulmuş, Domuzcu, Taşbaca, Acenta, Messoğlu, Dibek (Lükiça), Kurul (Milopero), Acun (Noemi), Hacımemiş, Sulu, Özkan (Leonidas), Nasifoğlu, Acılık, 1 Nolu (Piç 1), 2 Nolu (Piç 2), Piriç, Çay, Akalın (Hacıpetro) ve Gökcan (Kürtşerif) ismi verilen kömür damarları bulunur (Şekil 3.8).



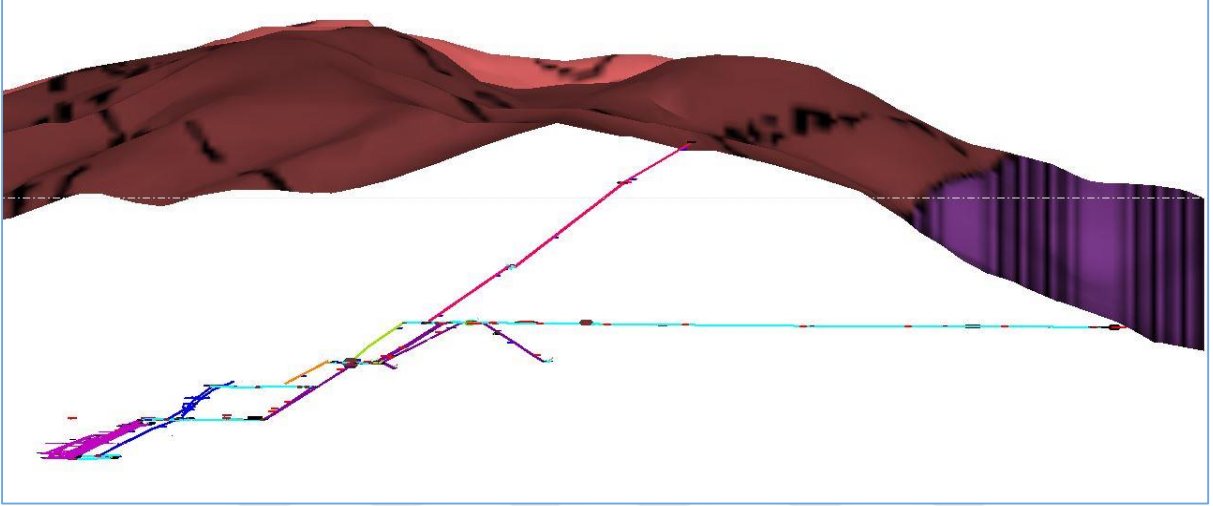
Şekil 3.7 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak jeolojik kesit.

KOZLU SERİSİ DAMAR STAMPI

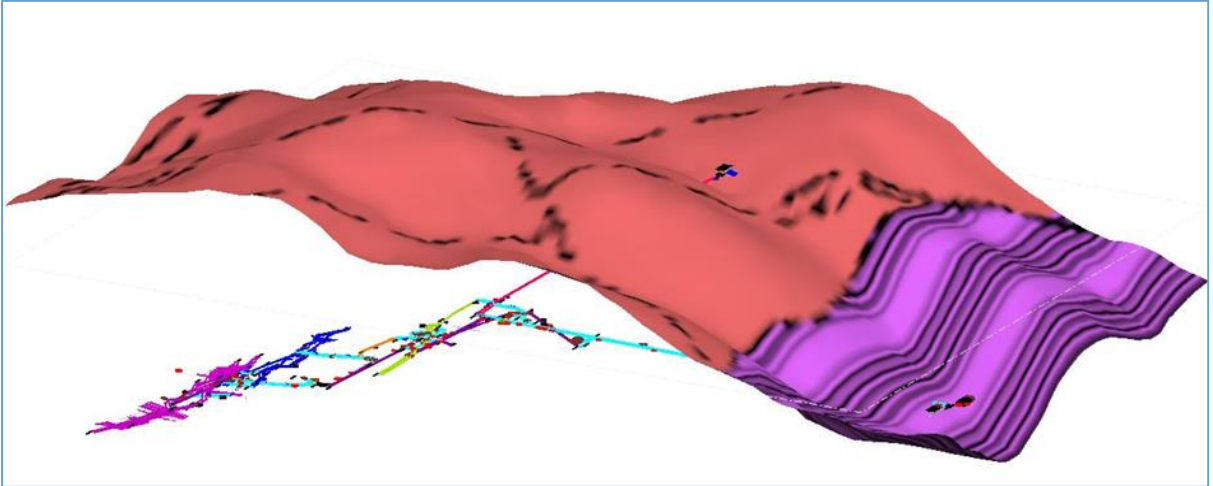


Şekil 3.8 Kozlu serisi damar stampı (TTK Karadon TİM 2019c).

SFH Madencilik'te 1 Nolu Ocak bacağızı girişı +201 kotunda ve nefeslik çıkışı +336 kotundadır. Desandreler vasıtasıyla +105 kotuna kadar inilerek tüm faaliyetler +105/+336 kotları arasında gerçekleştirilmektedir. +201 kotundan 502 m uzunluğunda düz galeri ile ocağı girişı yapılmaktadır. Ocağın +201 kotu girişinden yaklaşık 300 m'ye kadar olan kısmı Alacağızı (Namuriyen) Formasyonu'nda (Şekil 3.9) madenin geri kalan tüm bölümü Kozlu Formasyonu içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.9 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak 3 boyutlu yandan jeolojik kesit görünüşü.



Şekil 3.10 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak 3 boyutlu üstten jeolojik kesit görünüşü.

3.1.2 İşletmenin Faaliyetlerde Bulunduğı Kömür Damarları

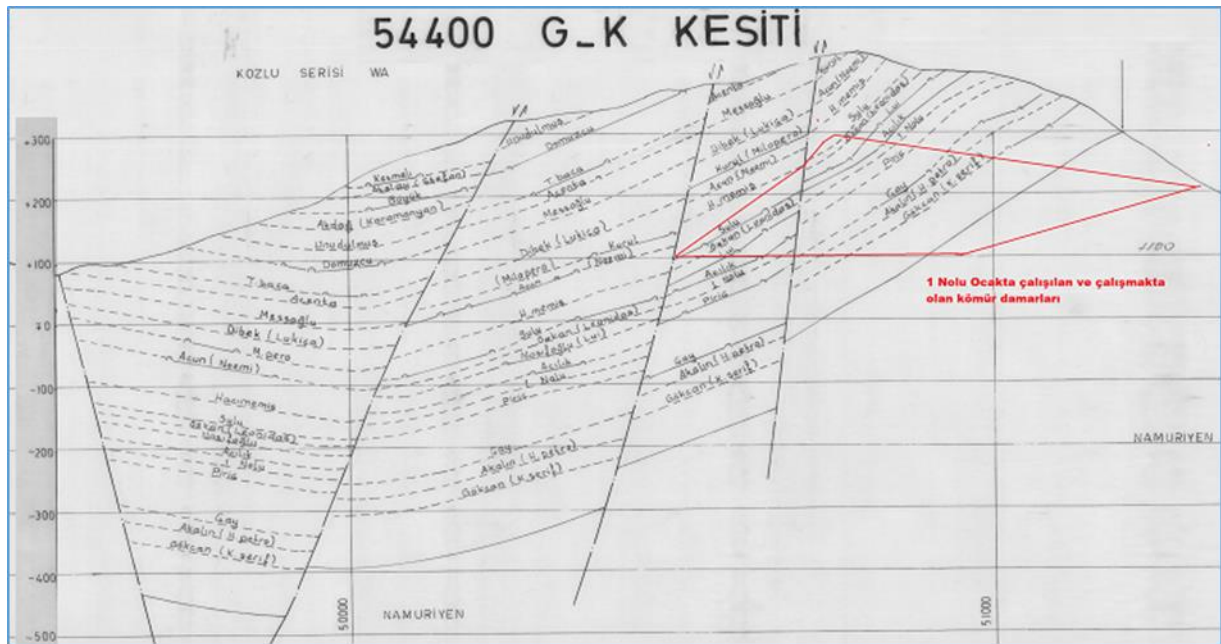
SFH Madencilik rödovansçı olarak çalıştığı 19 Nolu Saha'daki sözleşmesi gereğı +100 kotu ve üzerindeki kotlarda faaliyetlerini sürdürmektedir. +201 kotunda bacağızı girişı olan ve

Namuriyen serisinden düz lağım galeri ile girilen ocakta geçmiş yıllarda ekonomik olarak çalışılabilecek Kozlu Formasyonu içerisinde Gökcan, Akalın, Çay, Piriç, 1 Nolu Damar, 2 Nolu Damar, Acılık, Nasifoğu, Özkan ve Sulu damarlarında hazırlık-üretim faaliyetleri gerçekleştirilmiş veya çalışma planları yapılmıştır (Şekil 3.11).

2019 yılı içerisinde +130/+105 kotları arasında Sulu damarında ve +134/+107 kotları arasında Özkan damarlarında üretim çalışmaları sürdürülmektedir. 2019 yılı iş programı içerisinde Özkan, Nasifoğlu, 2 Nolu Damar, Gökcan, Akalın, Çay ve Piriç damarlarında hazırlık faaliyetleri planlanmıştır. İşletmenin faaliyetleri sürdürmeyi planladığı damarın öngörülen kalınlıkları Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 3.1 2019 yılı hazırlık planı yapılan kömür damarlarının ortalama kalınlıkları.

Damar	Kalınlık (m)	Damar	Kalınlık (m)
Sulu	2.50	2 Nolu Damar	0.60
Özkan	1.20	Piriç	1.00
Nasifoğu	2.30	Çay	2.50
Acılık	2.30	Akalın	1.10
1 Nolu Damar	0.50	Gökcan	0.60



Şekil 3.11 SFH Madencilik 1 Nolu Ocak'ta çalışılan kömür damarları (TTK Karadon TİM 2019d).

3.2 İŞLETME YÖNTEMİ

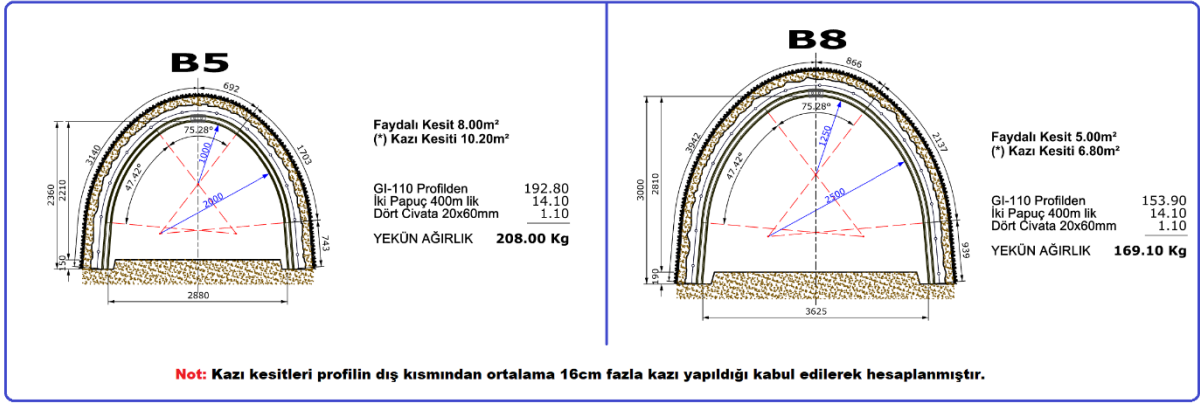
İşletmede taşkömüründe hazırlık ve üretim faaliyetlerinde bulunmaktadır. Sahada dönümlü göçertmeli uzunayak yöntemi ile üretim yapılmaktadır. Ocakta 3 vardiya olarak çalışmalar yürütülmekte olup sorumlu bir daimi nezaretçi ve her vardiyada ayrı ayrı teknik elemanlar bulunmaktadır. İşletmede A sınıfı iş güvenliği uzmanı olup işyeri hekimi ve diğer sağlık personeli için OSGB bünyesinden hizmet alınmaktadır.

3.2.1 İşletme Durumu

2018 faaliyet döneminde Sulu, Acılık ve Özkan damarlarında üretim çalışmaları yapılmış olup 2019 yılında Sulu ve Özkan damarlarında üretim çalışmaları halen devam etmektedir. Mevcut üretim panolarındaki kot derinlikleri; Sulu damarında +130/+105 kotları ve Özkan damarında +134/+107 kotları arasındadır.

3.2.2 Hazırlık Bilgileri

Üretim yöntemi, dönümlü göçertmeli klasik uzun ayak olarak planladığı için hazırlık çalışmaları bu sisteme uygun yapılmaktadır. Üretim birimleri oluşturmak için panolar (ayak) oluşturulmaktadır. Kömür damarlarını kesesiye galeriler sürülmekte ve gerektiğinde delme-patlatma yöntemiyle ilerleme yapılmaktadır. Ayak panoları oluşturmak için kömür damarı içerisinde galeriler sürülmektedir. Galerilerde ve kömür içerisinde sürülen alt taban yollarında nakliyat işleri yoğun olduğu için B8 kesitli rijit çelik bağ; kömür damarı içerisinde sürülen üsttaban yollarında B8 veya B5 kesitli rijit çelik bağ ve trapez ağaç bağ, başyukarılarda ise trapez ağaç bağ şeklinde kullanılmaktadır. B8 ve B5 kesitli rijit çelik bağ ebatları Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

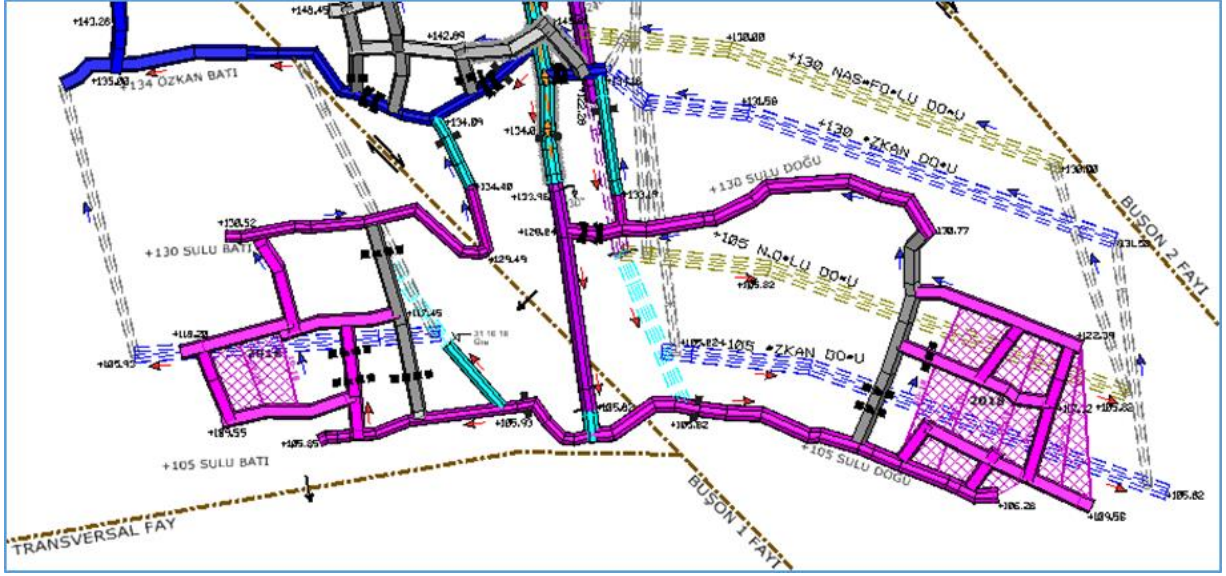


Şekil 3.12 B8 ve B5 kesitli rijit çelik bağ ebatları (TTT Karadon TİM 2019e).

Ocak içerisinde delici ekipman olarak martoperfaratör, kazıcı olarak kazma ve mortopikör kullanılmaktadır. Ocağın basınçlı hava ihtiyacı için yedekli olarak iki adet kompresör kullanılmaktadır.

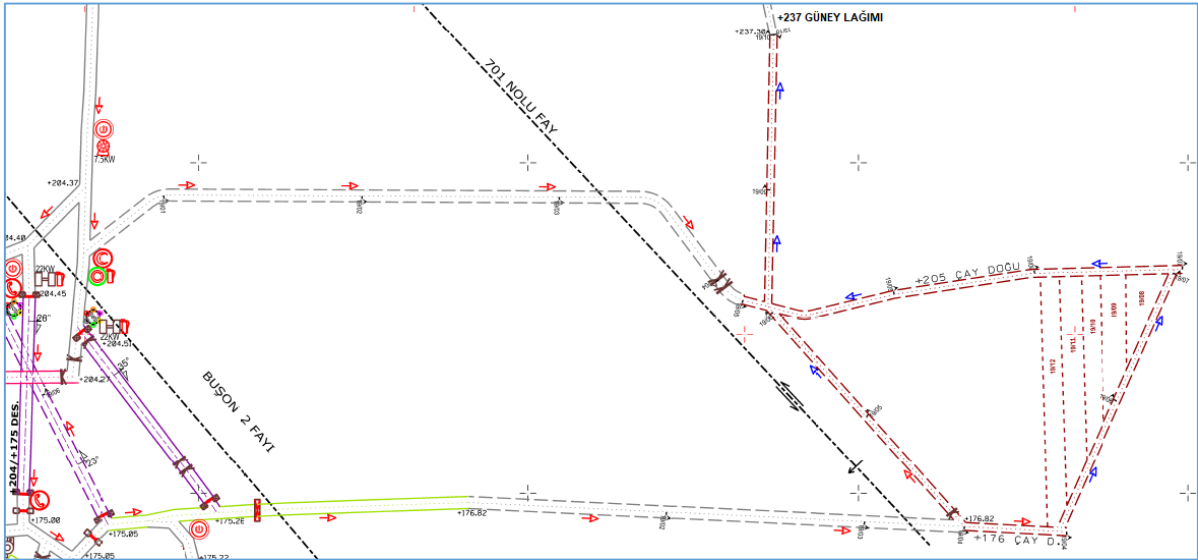
2019 yılı içerisinde farklı kömür damarları içerisinde ayak panosu oluşturma planlaması yapılmıştır. Sahadaki damarlar; Buşon 1, Buşon 2, 701 No'lu ve Transversal fayı tarafından atımlara uğramıştır. Ocağın büyük bir kısmında Buşon 1 ve Buşon 2 fayı arasında üretim faaliyetlerinde bulunmaktadır. Bu duruma istisna olarak Özkan Batı Panosu ve Çay Doğu Panosu bu iki fayın dışında olacak şekilde planlanmıştır.

Özkan damarında Buşon 1 fayının batı kısmında ve Traversal fayının kuzeyinde olacak şekilde pano oluşturma planı yapılmıştır. Buradaki nakliyat ve havalandırma için Buşon 1 fayının batı kısmında üretim faaliyetlerin sürdürüldüğü Sulu damarının +105 kotundaki tabanyolu ve desandresinden yararlanılacaktır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Özkan damarı doğu ve batı ayak 2019 yılı hazırlık planı.

Çay damarında ise 701 fayının doğu tarafında olacak şekilde +205/+176 kotları arasında pano hazırlık planı yapılmıştır. Buşon 2 ve 701 Nolu fayı geçerek Çay damarını ulaşmak için +175 kotunda 150 m galeri sürülecektir. Çay damarında nakliyat işleri +175 kotundaki bu galeriden sağlanacaktır. Havalandırması için +237 kotunda güney yönünde sürülmesi planlanan 340 m galeriside +205 kotundan +237 kotuna başyukarı çıkılacaktır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 2019 yılında Çay damarında ayak hazırlık planı.

+175 kotundan sürülerek açılan galerinin sonraki yıllarda işletmeye önemli katkısının olacağı düşünülmektedir. 701 fayının doğusunda olan diğer kömür damarlarında faaliyetlerin yürütülmesinde nakliyat işlerinde bu galeriden yararlanılacaktır. Gelecekte üretim faaliyetlerinin bu bölgede yoğunlaşması düşünülmekte ve plan hazırlıkları yapılmaktadır.

2019 yılı içerisinde işletmede oluşturulması planlanan ayak panolarının faylara göre konumu Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 2019 yılı hazırlık planı yapılan üretim panoları.

Ayak Panoları	Kotlar	Fayın Durumu
Özkan Batı	+134/+107	Buşon 1 fayının batı tarafı ve Traversal fayının üst kısmı
Özkan Doğu	+130/+105	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
Nasifoğlu Doğu	+130/+105	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
Nasifoğlu Batı	+158/+134	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
Acılık	+134/+120	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
Piriç	+205/+175	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
2 Nolu	+205/+175	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
Çay Batı	+170/+138	Buşon 1 ve Buşon 2 fayları arası
Çay Doğu	+205/+176	701 fayının doğu tarafı

3.2.3 Üretim Bilgileri

2018 yılı içerisinde yaklaşık 80.000 ton üretim gerçekleşmiştir. Sahadaki damarlar; Buşon 1, Buşon 2, 701 No’lu ve Transversal fayı tarafından atımlara uğramıştır. Bu durum pano boylarını sınırlandırmaktadır. Ayrıca sahadaki damarlarda Fransız’lara ve TTK’ya ait eski imalatlar mevcut olup bu durum pano boylarını etkilemiştir. Üretim yöntemi olarak dönümlü göçertmeli uzun ayak yöntemi kullanılmaktadır. 2019 yılı içerisinde +130/+105 kotları arasında Sulu damarında ve +134/+107 kotları arasında Özkan damarında üretim faaliyetleri devam

etmektedir. Yukarıda belirtilen kotlar arasında yapılan hazırlık çalışmalarında baş ve dip taban yolları sürülerek bunlar bir başyukarı ile birleştirilmiş olup, daha sonra dönümlü olarak ayak üretimine geçilmiştir.

3.2.4 Tahkimat Bilgileri

SFH Madencilik'te yeraltında ocak içerisinde uygulanan tahkimatı ayak tahkimatı, tabanyollarında (galerilerde) tahkimat ve başyukarılarda tahkimat olarak üç ayrı başlık altında ele alınabilir.

3.2.4.1 Ayaklarda Uygulanan Tahkimat

Sahada klasik dönümlü - göçertmeli uzunayak yöntemiyle üretim yapılmaktadır. Ayak boyu 100 m'yi geçmeyecek şekilde tasarlanmış olup pano boyları sahadaki faylara göre belirlenmiştir. Ayaklarda tahkimat elemanı olarak ağaç (ahşap) malzemeler kullanılmaktadır. Tahkimat elemanı olarak sarma, kama, direk, sıktırma takozu, fırça ve domuzdamı kullanılmaktadır (Şekil 3.15).



a) Ayak üretiminde arın havesi.



b) Ayak arkası domuzdamı tahkimatı.

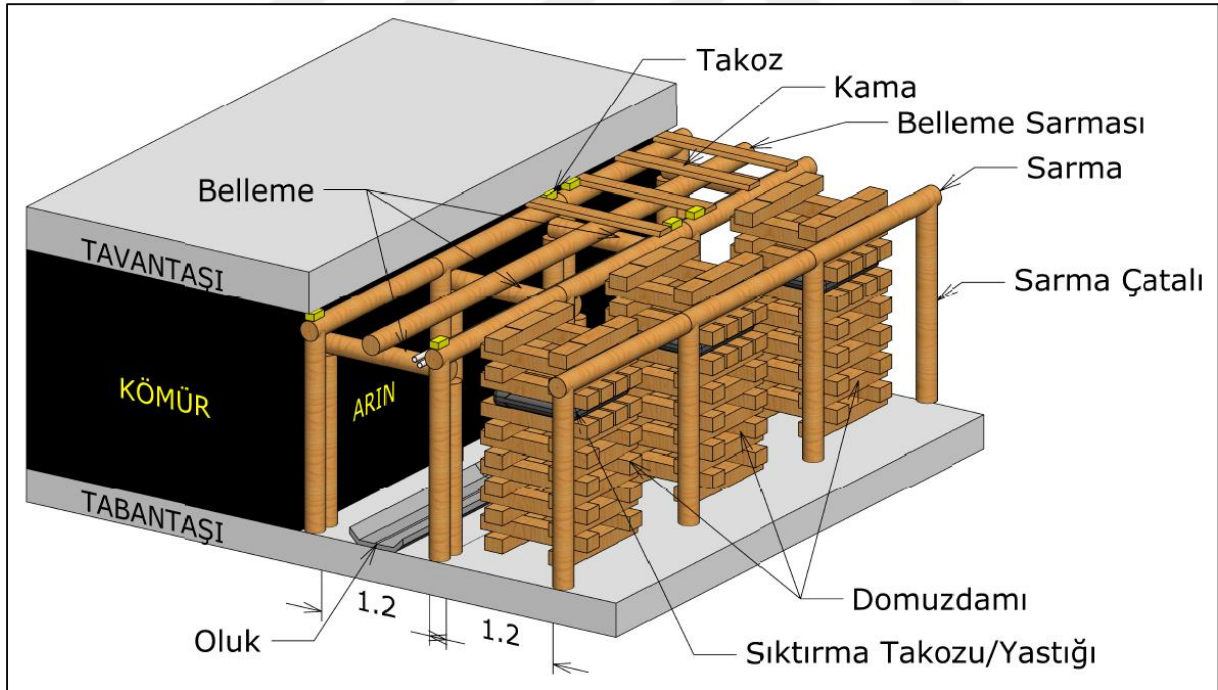
Şekil 3.15 SFH Madencilik'te ayak panosu.

Sarma, kama, direk ve sarmalara uygulanan sıktırma takozları için çam ağacından hazırlanmış malzeme kullanılmaktadır. Çam lifsi yapısından dolayı tamamen kırılmadan önce çatlayıp yavaş yavaş ayrılmaya başlamasından dolayı tercih edilir. Ortamdaki baskı anında hemen kırılmadan bükülerek sorunlu bölgeyi gösterir ve tahkimatın yenilenmesinin gerektiğini haber

verir. Hemen kırılıp kopmaması yani son ana kadar çatlayarak ayrılana kadar bükülmesi tahkimat yapılana kadar zaman kazandırır. Ayaklarda arına paralel bir sarma şeklinde kazı yapılmakta her sarmaya en az üç direk ve iki belleme atılmakta arın ilerledikçe ayak arkası kesilip oturtularak tabaka kontrolü sağlanmaktadır. Ayakta have genişliği 1.2 m'yi geçmeyecek şekilde ilerleme yapılmaktadır (Şekil 3.16).

Ayak arkasında kurulan domuzdamlarında daha çok meşe ağacından hazırlanmış malzeme kullanılır. Meşenin özelliği ezilmeye karşı dayanımlı ve sert olmasıdır. Domuzdamlarında kullanılan sıkırtma takozları da meşedir. Nedeni çok sıkı şekilde sıkırtılarak sabitlenen domuzdamlarının sökülmesi esnasında sıkırtmaların rahatça ezilmeden alınarak söküm işleminde kolaylık sağlanmasıdır.

Domuzdamları sağlam, sert ve düzgün temizlenmiş taban üzerinde yuvarlak ağaçtan dayama direkleri kullanılarak yapılmaktadır. Ayakta göçüğün önünde en az bir sıra (have) domuzdamı bulunmaktadır.



Şekil 3.16 Uzunayak tahkimatı görünüşü.

Sahada ayak çalışmalarında tabandan kaynaklanacak sorunlarla karşılaşılmamaktadır. Ayak boyu 100 m'yi geçmediği için üç vardiyalı sistemde ayak havesi kısa sürede yenilenmektedir. Bunun yanında taban kabarmasından dolayı problem oluşturabilecek bölgelerde sadece ayak

arkasındaki tahkimat elemanı olan domuzdamlarının ilerletimlerinde bir zorluk yaşanmaktadır. Domuzdamları, ağaç malzeme oluşu ve maliyetinin düşük olması nedeniyle feda edilebilmektedir.

Ayakta sorun oluşturabilecek olan durumlar daha çok tavanda ortaya çıkmaktadır. Bu gibi durumlarda tavanda daha fazla kama kullanılmakta, sarma boyları kısalmakta ve sarmalara ilave belleme tahkimatı yapılarak orta kısmına ilave belleme sarması konulmaktadır.

3.2.4.2 Galerilerde ve Tabanyollarında Uygulanan Tahkimat

Galerilerde ve tabanyollarında genel olarak trapez çintili ağaç bağ ve B5, B8, B10 kesitli 2 parçalı rijit çelik bağ tahkimat uygulanmaktadır. Sadece +205/+175 ana nakliyat desandresinde B8 kesitli rijit çelik bağa ilave olarak TH profilli 3 parçalı geçme bağ birlikte kullanılmıştır.

Ocakta 502 m uzunluğunda olan +205 ana galerisi ilk açılan galeri olduğundan öncelikle trapez ağaç bağ olarak sürülmüş veya sağlam-duraylı görülen birimler bağ yapılmadan geçilmiştir. Daha sonradan zaman içinde duraylılık, genişlik, yükseklik, akıcılık durumlarına göre bu galeride ağaç bağın yanında B5, B8, B10 kesitli rijit çelik tahkimat uygulanmıştır. Bu nedenle bu kısımda karmaşık bir tahkimat çeşitliliği gözlenmektedir.

Nakliyatın yapıldığı desandrelerde ve galerilerde genel olarak B8 kesitli rijit çelik bağ kullanılmaktadır. Düz galerilerde genişlik ve yükseklik isteğine göre B8 bağlara parça eklenerek kesit genişletilmekte (Şekil 3.17) ya da işletmeye özel olarak uygulanan düz çelik bağlardan trapez bağ yapılmaktadır (Şekil 3.18).

Ayak baş tabanyollarında ve kılavuz tabanyollarında daha çok B5 kesitli rijit bağ ile trapez ağaç bağ kullanılmaktadır. Kesitin diğer ocak kısımlarına göre daha küçük tercih edilmesinin nedeni bu bölgelerde nakliyat işlerinin çok az olması veya hiç olmamasıdır.



Şekil 3.17 B8 kesitli rijit çelik bağ parça eklenerek kesit genişletme.



Şekil 3.18 Düz çelik bağlardan yapılan trapez bağ.

Ayak üretimi için sürülen ve nakliyat yapılacak olan alt tabanyolu B8 kesitte kömür damarı içinde sürülmektedir. B8 kesitte açılmasının iki nedeni vardır. Bunlardan ilki nakliyatın daha

kolay ve rahat bir şekilde yapılabilmesidir. İkincisi de tavan baskısı durumunda bağların tabana batması ve/veya taban kabarmasından dolayı kesit daralmasından çok fazla etkilenilmemesidir. İlave tahkimat olarak bağların altına poligon kilit tahkimat uygulanabilir. Tabanda kabarma olduğu durumda taban düşürme (tarama) işlemi yapılır. Bazı bölgelerde taban kısmında yumuşak tabakalar mevcut olduğu ve tavan baskısının varlığı ile bağların direkleri tabana batıyorsa bu bağların altına taban sarmalı poligon kilit tercih edilir (Şekil 3.19a). Tabanın sert olduğu ve tavan baskısının olduğu bağlarda ise direklerde batma olmayacağı için tabana direkli poligon tahkimat uygulanabilir (Şekil 3.19b).



a) Taban sarmalı altı sarmalı poligon kilit



b) Tabana direkli üç sarmalı poligon kilit

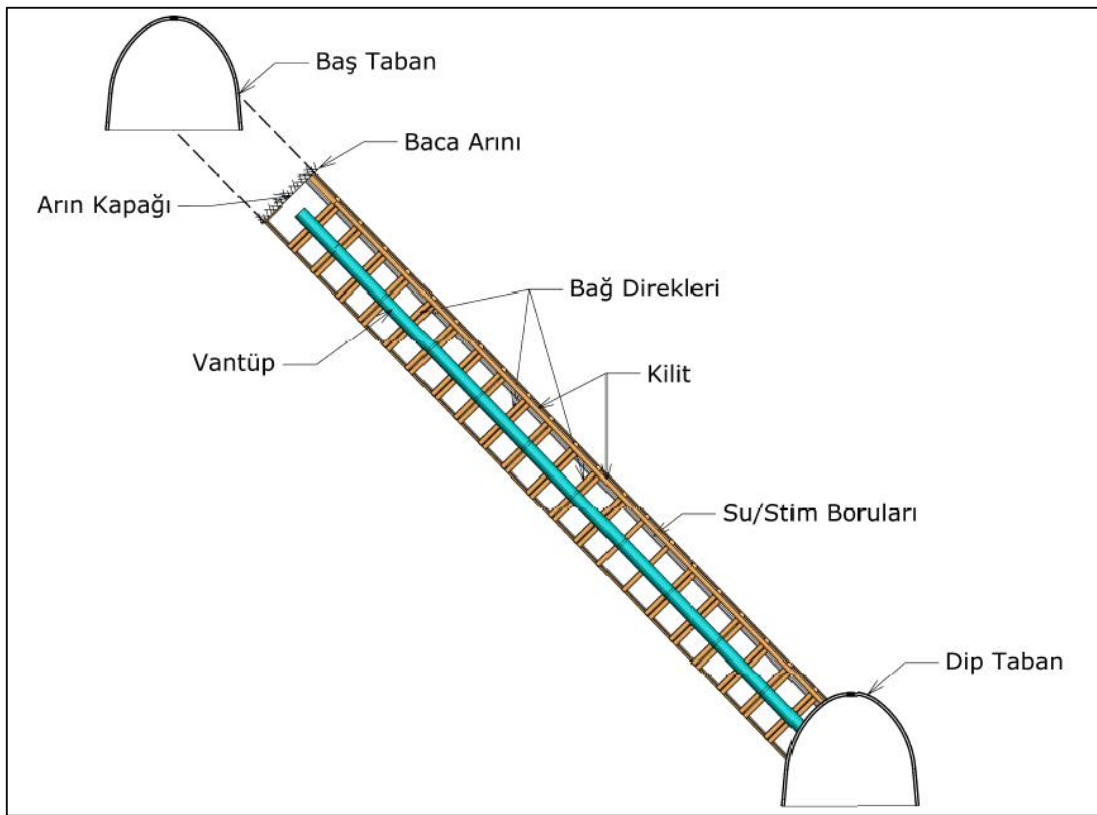
Şekil 3.19 B8 kesitli rijit çelik bağların altına yapılan poligon kilit tahkimat.

Rijit çelik bağlarda yan duvarlardan ve tavandan ahşap malzemeden kamalar sürülerek ortamda akma, boşalma engellenerek açıklık tutulur. Bağlara uygulanacak kama sayısı tahkimatı yapılan bölgenin duraylılığına göre belirlenir. Çelik bağlara yanlardan ve üstten yeterli miktarda fırça vurulur. Tahkimat bağlara vurulan sıkırtma takozu ile iyice sıkılır.

Ağaç bağlar trapez olarak iki direk ve bir boyunduruktan oluşur. Bağlar, boyunduruğa ve direklere yapılan çintiler birbirine tam ve uygun oturacak şekilde yapılır. Tavan ve yan duvarlara arazi basıncına göre yeterli miktarda kama sürülür. Çalışma esnasında yan ve tavanda boşluklar oluşursa bu kısımlar uygun malzeme ile iyice doldurulur. Boyunduruklara ve direklere en az 4 adet fırça vurulur ve sıkırtma takozları ile ağaç bağ iyice sıkılır.

3.2.4.3 Başıyukarılarda Uygulanan Tahkimat

İşletmede başıyukarılar ağaç bağ ile trapez olarak sürülmektedir. Başıyukarılarda bağlara orta çatal vurularak insan ve paso yolu birbirinden ayrılır. Orta çatallar hem boyunduruklara ilave takviye hem de arına kapak tutulmasında kullanılır. Başıyukarılar arın kapaklı olarak çalışılır ve her bağda kapak yeni bağ yapılır. Bozuk, akıcı ve çürük tavanlarda sürme kama kullanılarak bağlar daha sık birbirine fırçalanır. Bağların altına bekletilmeden kilit çekilerek tahkimat sağlanmaktadır. Başıyukarıların galerilerde başladığı noktalara ve bağlanacağı baştabanlara kilit veya poligon kilit tahkimat yapılır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Başıyukarı tahkimatı görünümü.

3.2.5 Nakliyat İşleri

İşletmede posta ve kömür nakliyatında tonluk vagonlarla yapılmaktadır. Başıyukarılarda ve ayaklarda; maden adi oluklarla vagonlara doldurulmakta ve vagonların nakli düz galerilerde elle, desandrelerde vinç-halat sistemi ile yapılmaktadır.

Madende faaliyet yapılan ana tabanyolları +105 kotu, +135 kotu, +175 kotu ve +205 kotundadır. +105 kotundan vagonlar +135/+105 desandresinden ve +135 kotundaki vagonlar +175/+135 desandresinden vinç halat sistemiyle nakil edilmektedir. +175 kotuna gelen tüm vagonlar +205/+175 ana nakliyat desandresinden vinç halat sistemiyle +205 kotuna çıkmaktadır. +205 ana galerisinde toplanan vagonlar ise akülü lokomotif yardımıyla ocak dışına çıkarılmaktadır. Ocak içerisinde malzemelerin taşınmasında trikolar kullanılır. Çalışanlar çalışma yerlerine yürüyerek gidip gelmektedirler.

3.2.6 Havalandırma

Ocakta cebri havalandırma sistemi uygulanmaktadır. Genel olarak bacaağızı girişi olan +205 kotundan giren temiz hava hava kapıları yardımıyla ocağın en dip kotuna inmekte ve ocak içinde kirlenerek emici pervane vasıtasıyla +336 kotunda bulunan nefeslik çıkışından dışarıya atılmaktadır. Ocak içerisinde havalandırma sistemlerinin amacı aşağıdan yukarıya doğru hava akımını sağlamaktır.

+205 kotunda olan bacaağızından ocak içerisine 550 m^3 temiz hava girmektedir. Hava + 205 ana galerisinden ilerleyerek +205/+175 ana nakliyat desandresinden aşağıya inmektedir. Temiz hava ocak içerisinde +105 kotuna kadar inerek tabanyollarından geçtikten sonra ayakların içinden geçerek kirlenir. Ayak içinde kirlenen hava ayak baştaban yollarında ilerleyerek nefeslik çıkışına doğru yönelir. Nefeslik tabanyollarını ve başyukarılarını dolaşarak +336 kotundan dışarıya atılır. Nefeslik çıkışında biri yedek olmak üzere 2 adet 7,5 kw 3000 dev/dk emici pervaneler bulunmaktadır. Ocak içerisinde 2 adet tali pervane bulunmaktadır. Bunlar hazırlık yapılan galerilere anti statik ve alev yürütmez vantüpler yardımıyla temiz hava taşıyarak tali olarak havalandırmaktadır.

Ocakta bulunan emici ve üfleyici pervaneler alev sızdırmaz özelliktedir. Emici ve üfleyici pervanelerin herhangi birinin arızası durumunda yedekleri mevcut olup otomatik olarak devreye girebilmektedir. Bu yedekler çalışanlar ile aynı güç ve kapasitededir. Ayrıca tüm pervaneler yedek enerji kaynağına bağlıdır.

Yeraltında çalışma yapılırken ocak içerisine giren havanın miktarının bilinmesi gerekmektedir. Hava miktarını bulmak için anemometre vb. aletlerle hava hızı ölçülerek hesaplama yapılır. Herhangi bir kesitte ölçülen havanın hızı ile kesit alanının çarpımı kesitten geçen birim

zamandaki hava miktarını verir. Mevcut hava hızının fazla veya az olması ortam için tehlikeli sonuçlara neden olabilmektedir.

Havalandırma ile ilgili değerler periyodik olarak ölçülür ve ölçüm sonuçları kayıt altına alınmaktadır. Ocak için havalandırma sistemini gösteren bir havalandırma planı hazırlanır, bu plan periyodik olarak veya gerekli durumlarda güncellenir.

Ocak havalandırmasının amacı ocağın çalışan tüm yerlerinde, çalışma koşulları ve işçilerinin çalışma yeteneklerini korumaya, sıcaklığı, zararlı gaz ve toz oranlarını mevzuatla belirlenen izin verilen düzeylere indirebilecek miktarda sürekli temiz hava sağlamaktır. 1 Nolu Ocak'ta ocağın geçmesi gereken minimum hava miktarı $450-500\text{m}^3/\text{dk}$ olarak hesaplanmıştır. Nefeslik çıkışında bulunan (+336 kotu) emici pervane $550\text{m}^3/\text{dk}$ 'lık hava çekişi kapasitesine sahiptir.

3.2.7 Su Atımı

SFH Madencilik 1 Nolu Ocak'ta bacaağı girişi +205 kotundadır. +205 kotunda 450 m uzunluğundaki galeriden sonra +205/+175 ana nakliyat desandresi mevcuttur. +175 kotuna bu desandre ile inilmektedir. +205/+175 desandresinin uzunluğu 65 m ve eğimi 27° 'dir. +175 kotunda desandre dibinden 75 m doğu yönünde +175/+135 desandresi mevcuttur. +135 kotuna da bu desandreden inilmektedir. +175/+135 desandresinin boyu 85 m ve eğimi 27° 'dir. +135 kotunda desandrenin dibinden 95 m güney yönünde +135/+105 desandresi mevcuttur. +105 kotuna bu desandreden inilmektedir. +135/+105 desandresinin boyu 60 m ve eğimi 30° 'dir.

Ocak içerisinde yaklaşık 20m^3 kapasitesinde 3 adet su havuzu bulunmaktadır. Bu su havuzlarında basınçlı hava ile çalışan diyaframlı su pompaları mevcuttur. Su havuzlarından birincisi +205/+175 ana nakliyat desandresinin dip tarafında, ikincisi +175/+135 desandresinin dip tarafında ve üçüncüsü de +135/+105 desandresinin dip kısmında bulunmaktadır.

+105 kotundan gelen yeraltı suları bu kottaki su havuzuna, su kanalları vasıtasıyla taşınmaktadır. +105 kotundaki havuzda toplanan sular +135 kotundaki su havuzuna su pompası vasıtasıyla taşınmaktadır. +135 kotunda bulunan havuzda, +105 kotundan gelen sular ile bu kottan su kanalları vasıtasıyla gelen yeraltı suları toplanır. +135 kotundaki havuzda toplanan sular +175 kotundaki su havuzuna su pompası vasıtasıyla taşınmaktadır. +175 kotundaki su havuzuna, bu kottan gelen yeraltı suyu ve +135 kotundan su pompası ile taşınan sular

toplanmaktadır. Bu havuzda toplanan sular su pompası ile +205/+175 ana nakliyat desandresinden yukarı çıkarak +205 kotuna ulaşmaktadır. +205 kotuna gelen yeraltı suları burada bulunan su kanalı ile dışarıya atılmaktadır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 SFH Madencilik su atımı şeması.

Su ceplerinde toplanan yaklaşık yeraltı suyu miktarı aşağıda verilmiştir:

Kış mevsiminde

24 saatte +105 kotundaki su cebinde toplanan su miktarı yaklaşık 3 m^3 , +135 kotundaki su cebinde toplanan su miktarı yaklaşık 7 m^3 'tür ve +175 kotunda bulunan su cebinde toplanan su miktarı yaklaşık 10 m^3 'tür.

Yaz mevsiminde

24 saatte +105 kotundaki su cebinde toplanan su miktarı yaklaşık 2 m^3 , +135 kotundaki su cebinde toplanan su miktarı yaklaşık 4 m^3 ' ve +175 kotunda bulunan su cebinde toplanan su miktarı yaklaşık 6 m^3 'tür.

3.2.8 İşletmede İş Sağlığı ve Güvenliği

SFH Madencilik 1 Nolu Ocak'ta bir A sınıfı iş güvenliği, bir daimi nezaretçi ve vardiyalarda teknik elemanlar ile vardiya nezaretçileri bulunmaktadır. İş yeri hekimi ve sağlık personeli ihtiyacı ise yetkilendirilmiş iş sağlığı ve iş güvenliği hizmeti veren özel kuruluşlar tarafından sağlanmaktadır. İşletmede A sınıfı iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi tarafından hazırlanmış işyeri sağlık ve güvenlik dokümanı mevcuttur. İşletmede bulunan tüm çalışanlara mesleki eğitim ve İSG eğitimleri verilip sertifikalandırılmıştır.

İşyerinde işyeri hekimi odası ve revir bulunmakta olup çalışanların periyodik muayeneleri yapılmaktadır. Personel için uygun kişisel koruyucu malzemeleri verilmektedir. Yetkilendirilmiş kurumlara kişisel maruziyeti belirlemek amacıyla toz, gürültü, titreşim, termal konfor ve aydınlatma ölçümleri de yaptırılmıştır.

Çalışan elektrikli cihazların topraklama kontrolleri elektrik mühendisi tarafından periyodik olarak kontrol edilmekte, gerekli güvenlik önlemleri alınmaktadır. Karo sahası çevresinde paratoner sistemi bulunmaktadır. Ayrıca elektrik trafoları paradurf sistemi ile yıldırım düşmelerine karşı emniyet altına alınmıştır. Elektrik kesilmelerine karşı jeneratör sistemi mevcut olup, şebeke elektriği kesildiği anda otomatik olarak devreye girmektedir. Elektrikli ekipmanlar çalışırken havalandırma sisteminde herhangi bir duraksama olmamaktadır.

İşletmenin kendi tahlisiye istasyonu mevcuttur. Tahlisiyede çalışacak personel tahlisiye kursuna gönderilmiş ve gerekli eğitimleri almışlardır. Bu eğitimler periyodik olarak tekrarlanmaktadır. Şirket bünyesinde acil eylem planı hazırlanmış olup, 6 ayda bir acil kaçış ve güvenlik tatbikatları yapılmaktadır.

Ocak içerisinde CO, O₂, H₂S, CH₄, sıcaklık ve hava hızını ölçen yönetmelikte belirtilen noktalara (temiz hava girişi, kirli hava çıkışı, ayak başı ve dibi, nefeslik bağlantısı olmayan sürülmekte olan tabanyollarına, galerilere vb.) 6'lı sensor grupları konulmuştur (Şekil 3.22). Bu değerler ocak dışında merkezi gaz izleme odasında 3 vardiya 24 saat kesintisiz kayıt altına alınıp takip edilmektedir. Değerlerin sınır limitlerini aşması veya düşmesinde otomatik sesli, görsel ve ışıklı alarm vermektedir (Şekil 3.23). İlave olarak her arında her ekipte manuel gaz ölçüm cihazları bulunmaktadır.



Şekil 3.22 İşletmede kullanılan 6'lı sensör grubu.

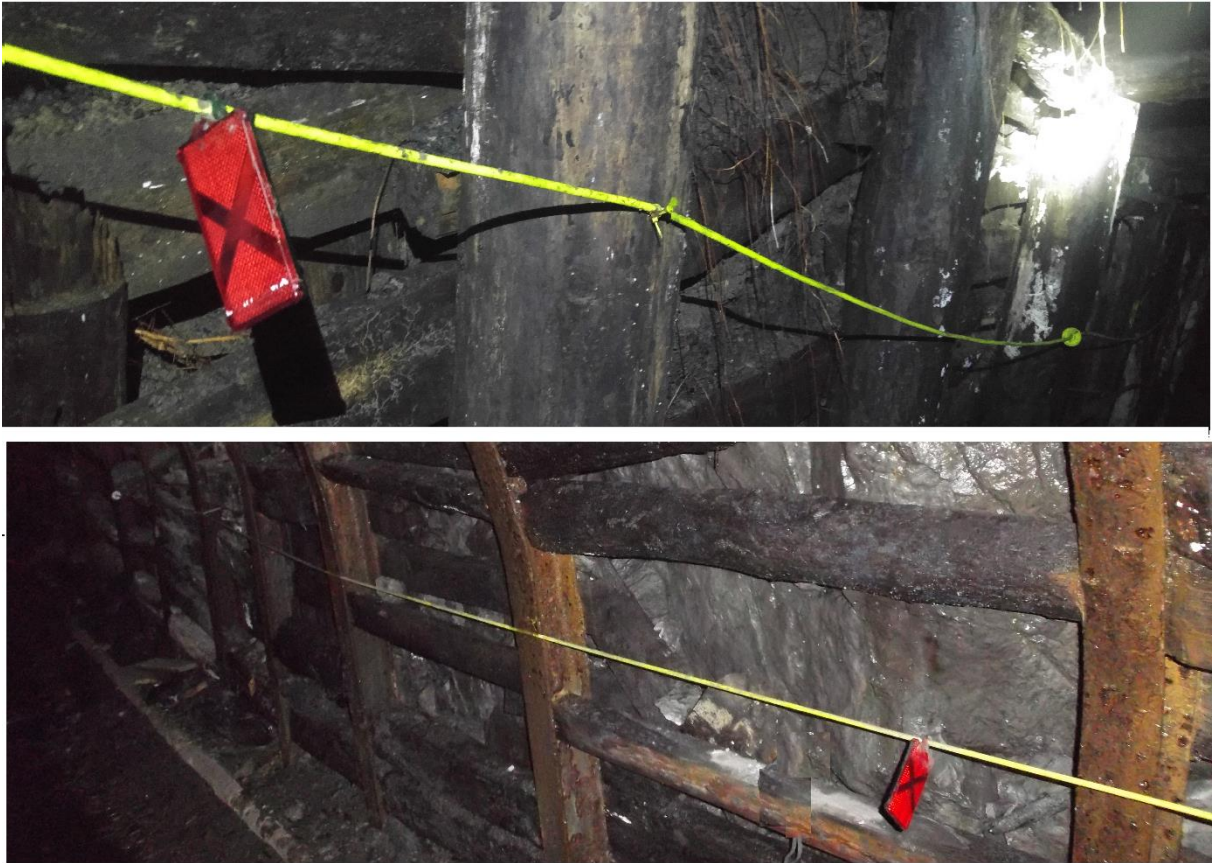
Merkezi izleme sistemine bağlı olarak personel takip sistemi kurulmuş olup çalışanların yeraltında bulunduğu noktalar anlık olarak izlenebilmektedir. Yeraltında 40 m'de bir sinyal alıcı sensör tüpleri yerleştirilmiştir. Bu sensörler çalışanların üstünde taşıdıkları içerisinde sinyal gönderici çip bulunan aparatlardan gelen sinyalleri görmekte ve bu sinyalleri yer üstünde bulunan izleme merkezine iletmektedir. Personel izleme odasında ekranında madenin haritası bulunan bilgisayar mevcut olup kişilerin yerleri bu harita üzerinde görünmektedir. Kişilerin hareketleri harita üzerinde takip edilmekte ve belirli süre hareketsiz kaldıkları durumda sesli ve görsel uyarı vermektedir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 Merkezi gaz izleme ve personel takip sistemi odası.

Desandrelerde kullanılan vinç halatları sürekli kontrol altında tutulmakta ve kırık tel miktarı sınır değerlere ulaştığında halat, ay (uç kavisi) ve mapa değişimi yapılmaktadır. Desandrelerdeki vinç frenleri elektrik kesilmeleri ve diğer arızalara karşı ikinci bir emniyet sistemi tarafından korunmaktadır.

Yeraltında bacaağzı girişinden nefeslik çıkışına kadar tüm ocak bölümlerine hayat hattı kurulmuştur. Bu şekilde yeraltında hazırlık, üretim ve tahkimat yapılan bütün bölümlerde çalışan personelin dışarıya kolayca sağlıklı ve güvenli çıkması amaçlanmıştır. Hayat hattı sarı fosfor renginde ve kırılma, deformasyon, aşınma, yanma, kopmaya karşı sağlam malzemenin yapılmıştır. Üzerinde yön gösteren reflektör (kaçış yönü yeşil renk, aksi yön kırmızı renk) ve konik gösterge ile başka yönlerden çalışanlarında gelebileceğini gösteren kesişim noktalarında küre gösterge bulunmaktadır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 Hayat hattı.

BÖLÜM 4

SFH MADENCİLİK ANA NAKLİYAT GALERİSİNDE YERİNDE GÖZLEMLER VE YAPISAL SINIFLAMA

4.1 YERİNDE GÖZLEMLER

SFH Madencilik 1 Nolu Ocak'ta ana nakliyat galerileri boyunca incelemeler yapılmıştır. Gözlem yapılan alan 4 bölüme ayrılmıştır. Öncelikle ocak girişinden başlanarak +205 ana galerisi içerisinde incelenmelere başlanmıştır. İkinci bölümde mevcut kullanılmakta olan +205/+175 ana nakliyat desandresinde incelemeler yapılmıştır. Üçüncü bölümde mevcut +205/+175 ana nakliyat desandresinin dip kısmından yeni açılan +205/+175 desandresinin dip kısmına kadar olan +175 kotunda bulunan +175 galerisinde incelemeler devam etmiştir. Son olarak nakliyat desandresi olarak planlanarak yeni sürülen +205/+175 yeni desandrede gözlem yapılarak incelemeler sonlandırılmıştır. Yeraltı kömür madeninde fotoğraf çekiminde özel donanımlı makine kullanılmış olup iş güvenliği kurallarına uygun çalışma yapılmıştır.

4.1.1 +205 Ana Galerisi

İlk bölümde 502 m uzunluğunda güney yönlü düz galeri ile 40 m uzunluğunda olan +205/+175 ana nakliyat desandresinin baş kısmına giden galeri ele alınmıştır. İki birlikte +205 ana galerisi olarak adlandırılmaktadır. +201.30 kotundan giriş yapılarak % 0.64 eğimle sürülen +205 ana galerisinin son kısmı +204.50 kotundadır (Şekil 4.1).

Ocak girişinden itibaren 0 m ile 180 m arasında olan kısımda formasyonun orta sağlamlıkta olduğu gözlenmiştir. Genelinde ince ve orta taneli kumtaşı ile bozuk ve kavlaklı yapıda kayaç yapılarının arasında yer yer kömür izlerine rastlanmaktadır. 110 m ile 180 m arasındaki kısımda yer yer çok az miktarda su damlayan bölgeler mevcuttur.

0 m ile 180 m arasındaki bölümde 0 m ile 5 m arası B8 kesitli; 5 m ile 180 m arası B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır (Şekil 4.2). Bağlarda herhangi bir bozulma ve deformasyon olmamıştır. Bağlara tavan ve yan duvarlardan gelen herhangi bir baskı görülmemektedir. Yapının orta sağlamlıkta görünmesine rağmen galerinin bu kısmının tahkimatsız durma olasılığı yoktur. Bağlar arasına konan kamalar kavlak düşmelerini engellemekte ve formasyonun duraylılığını sağlamaktadır. Bu nedenle bağlar arasında uygun aralıklarla kamalar konarak yeterli miktarda fırça vurulmalıdır (Şekil 4.3).



Şekil 4.2 SFH Madencilik baciağızı girişi.



Şekil 4.3 +205 ana galerisinde 20. m'den görünüş.

180 m ile 315 m arasında olan bölgede formasyon çok sağlam yapıda gözlenmiştir. Bu bölgede daha çok ince ve orta taneli kumtaşı çoğunlukta olup bazı yerlerde iri taneli kumtaşı olan yapılar mevcuttur (Şekil 4.4).

180 m ile 315 m arasında B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ ile ağaç bağ birlikte kullanılmıştır. 230 m ile 255 m arasında ve 290 m ile 305 m arasında trapez ağaç bağ diğer kısımlarda çelik bağlar kullanılmıştır. Burada bağlar duraylılığını korumaktadır ve hiçbir şekilde bir baskı söz konusu değildir (Şekil 4.5).

Gözlem yapılan kısımda kumtaşının dışında bazı sert ve sağlam kayaç yapıları ile yer yer gözlenen kömür izleri de bulunmaktadır. 255 m ile 257 m arası ve 301 m ile 304 m arasında konglomera birimleri vardır (Şekil 4.6). Burada ki 135 m uzunluğunda olan galeri kısmında herhangi bir su gelirine rastlanmamıştır. Bağ aralıklarında yer yer 2-2.5 m mesafeler mevcuttur. Ağaç bağ olan bölümlerin, galerinin ilk açıldığı zaman bağ olmadan tahkimatsız ayakta durduğu ve herhangi bir kavlak oluşumuna karşı sonradan yapıldığı bilinmektedir.

180 m ile 330 m arasındaki tüm bağların tavan kısmına kavlak ve taş düşmesine karşı 25 mm göz aralığında paslanmaz tel çekilmiştir. Bu kısımdaki bağ aralıkları fazla olduğu için tavana yerleştirilen tel ilave tahkimat elemanı olarak düşünülmüştür.



Şekil 4.4 +205 ana galerisinin 200. m'sinden görünüş.



Şekil 4.5 +205 ana galerisinin 230. m'sinden görünüşü.



Şekil 4.6 +205 ana galerisinin 302. m'sinden görünüşü.

315 m ile 330 m arası bölgenin orta sağlamlıkta yapıda olduğu söylenebilir. Burada ince ve orta taneli kumtaşı, kavraklı kayaç parçaları ile ara ara kömür izleri mevcuttur. Bu kısımda oldukça kuru bir ortam görülmektedir. Herhangi bir su gelirinin dışında mevcut bağlarda nem izleri bile görünmemektedir.

315 m ile 330 m arasındaki 15 m'lik mesafede trapez ağaç bağ, B5 kesitli ve B8 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ birlikte kullanılmıştır. 320 m ile 325 m arasında elektrik panosu

olduğundan dolayı bu alana genişlik sağlanması için B8 kesitli rijit çelik bağ yapılmıştır. Bağlarda esneme, bozulma, deformasyon gibi durumlar görülmemiştir. Yine de yapının çatlaklı ve kırıklı olması nedeniyle tahkimatsız ayakta durmayacağı gözlenmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 +205 ana galerisinin 320. m'sinden görünüşü.

330 m ile 390 m arasında ki bölümde formasyon çok sağlam yapıda görülmektedir. İnce, orta ve iri taneli kumtaşı ile sağlam yapıda kayaç birimleri mevcuttur. Su gelirine rastlanmamaktır. 60 m uzunluğundaki galeride B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ ile ağaç bağ birlikte kullanılmıştır. 363 m ile 378 m arasında trapez ağaç bağ diğer kısımlar ise rijit çelik bağ ile tahkim edilmiştir. Bağ araları 1-1.5 m mesafededir. Bağlara tavan ve yan duvardan herhangi bir baskı olmamakla beraber açıklık tahkimatsız durabilecek durumda olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 +205 ana galerisinin 360. m'sinden görünüş.

390 m ile 407 m arasındaki formasyon akıcı, aşırı bozuk ve kırıklı yapıdadır. İnce taneli kumtaşı, kil, yapraklı ve kırıklı kayalar, kömür izleri mevcuttur. Tavan ve yan duvarlarda yapının çok bozuk olduğu açıkça görülmektedir. Tavanlara sürme uzun kamalar sürülmüş ve yan duvarlarda sık kamalar konularak bu kamalar arasında bulunan boşluklar parçalarla sıkıştırılmış durumdadır. Bağlar arasına sık fırçalar vurulmuş olup bağ araları olduğunca yakındır. Herhangi bir su geliri gözlenmemiştir fakat ortamın nemli olmasından dolayı bağlar ıslak görünmektedir (Şekil 4.9).

Galerinin 390 m ile 407 m arasındaki 17 m uzunluğundaki kısmında B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. Bağlara tavan ve yan duvarlardan aşırı baskı uygulanmaktadır. Bağlarda bozulmalar, burulmalar ve deformasyonlar mevcuttur. Açıklığı çevreleyen tabakaların duraylılığının sağlanması için tahkimat yeterince güçlendirilerek emniyet sağlanmıştır. Taban kısmında taban kabarması görülmektedir. Galerinin incelendiği bu bölgede tahkimat konusunda özel önlem alınması ve sürekli kontrol altında tutulması gerektiği saptanmıştır.



Şekil 4.9 +205 ana galerisinin 396. m'sinden görünüşü.

407 m ile 450 m arasında incelenen bölgede formasyonun sağlam yapıda olmadığı gözlemlerde belirlenmiştir. İnce taneli kumtaşı, çatlaklı ve kırıklı yapıda kayaç yapıları ile yer yer kömür izleri mevcuttur. 430 m ile 435 m arasında ise Çay damarı kesilerek galerinin bu kısmı kömür birimi içerisindedir. Yan duvarlar ve tavanda kırıklı yapılar mevcut olup sık kamalar ile bağlar tahkim edilmiştir. 425 m ile 430 m arasında belirgin şekilde su damlaması mevcuttur (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 +205 ana galerisinin 430 m ile 435 m arasından görünüşü.

Galerinin 407 m ile 450 m arasında gözlemlenen 43 m uzunluğundaki bölümünde B8 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. Daha önceleri B5 kesitli olarak açılan bu kısımda bulunan nakliyat yolunun yükseltilmesi ve genişletilmesi amacıyla taranarak B8 bağlar ile değiştirilmiştir. Bağlar üzerine gözle görülür şekilde tabakalardan belirli miktarda baskı mevcuttur. Fakat bağlarda görünür nitelikte değişimlere yol açmamıştır. Bağlar arasına kalın ve geniş sürme kamalar yerleştirilmiş ve bağ araları mesafeleri kısa tutulmuştur. Bağlar arasına sık fırçalar vurulmuş ve yer yer yığma fırça ile tahkimat güçlendirilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 +205 ana galerisininin 440. m'sinden görünüş.

450 m ile 497 m arasında incelenen galeri bölümünde çok sağlam bir yapı gözlenmiştir. Formasyonda ince, orta ve iri taneli kumtaşı, sağlam ve ara ara kırıklı yapıda kayaç birimleri, yer yer kömür izleri mevcuttur. Söz konusu alanda su gelinine rastlanmamıştır. Buradaki 47 m uzunluğunda olan galeride B10 ve B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. B10 kesitli bağ ile nakliyatta çift yol kullanılması amacıyla yeterli genişlik sağlamak istenmiştir. Bağlar üzerine açıklıktan gözle görülür bir baskı görülmemektedir.

Bu kısımda açıklığın etrafı çok sağlam yapıda görünmesine rağmen 180 m ile 315 m arasındaki bölüm kadar duraylı görülmemektedir. Galeri tahkimatsız olarak ayakta durabilecek şekilde görülmesine rağmen açıklığı çevreleyen birim içerisindeki çatlaklar güven vermemektedir. Burada kavlak ve taş düşmelerine karşı bağ araları yakın tutulmuş, yeterli miktarda kama kullanılarak bağlar fırçalanmış ve tahkimatı yapılarak güvenlik yönünden emniyet sağlamak tercih edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12 +205 ana galerisinin 475. m'sinden görünüş.

477 m ile 502 m arasında gerçekleştirilen incelemeler sonucu bu bölgedeki formasyonun sağlam yapıda olmadığı belirlenmiştir. Birim olarak kumtaşı, kırıklı ve çatlaklı kayalar mevcuttur. Galeri sonunda 502. m'de Piriç kömür damarı mevcuttur. Gözlem yapılan galeri bölümünde herhangi bir su gelirine rastlanmamıştır. Buradaki 5 m uzunluğundaki kısımda B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. Tahkimat üzerinde aşırı bir baskı görünmemektedir. Bağ aralarında bulunan kamalar kavlak ve taş parçalarını düşmesi engellemekte ve duraylılığı sağlamaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 +205 ana galerisinin 502. m'sinden görünüş.

+205 kotunda son olarak +205 ana galerisi ile bu galerinin 450. m'sinden +205/+175 ana nakliyat desandresinin baş kısmına olan 40 m uzunluğundaki bölümde gözlemler yapılmıştır. +205 ana galerisinden batı yönünde ayrılmış olan incelenen bölgede formasyonun 0 m ile 23 m olan kısım orta sağlamlıkta, 23 m ile 40 m arasının ise çok sağlam yapıda olduğu görülmektedir. 0 m ile 23 m arasında ince ve orta taneli kumtaşı, sağlam yapıda kayaç parçaları ile kömür izleri, 23 m ile 40 m arasındaki bölgede ise sadece ince ve orta taneli kumtaşı mevcuttur.

40 m uzunluğunda olan söz konusu galeri B8 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ ile açılmıştır. Bağlar arasına aşağıdan yukarıya tüm açıklığına yığma firçalar konularak kavlak düşmesi, taş düşmesi ve bağların bozulmasına karşı ilave önlem alınmıştır. Galerinin boyunca su geliri rastlanmamaktadır. 0 m ile 23 m arasında bağlarda az miktarda da olsa baskı görülmekte buna rağmen bağlarda deformasyon izleri gözlenmemiştir (Şekil 4.14). 23 m ile 40 m arasında ise bağlarda tavandan, tabandan ve yan duvarlardan bir baskı yoktur (Şekil 4.15).



Şekil 4.14 +205 ana galerisinden +205/+175 ana nakliyat desandresi yönündeki galerinin 0 m ile 35 m arasından görünüş.



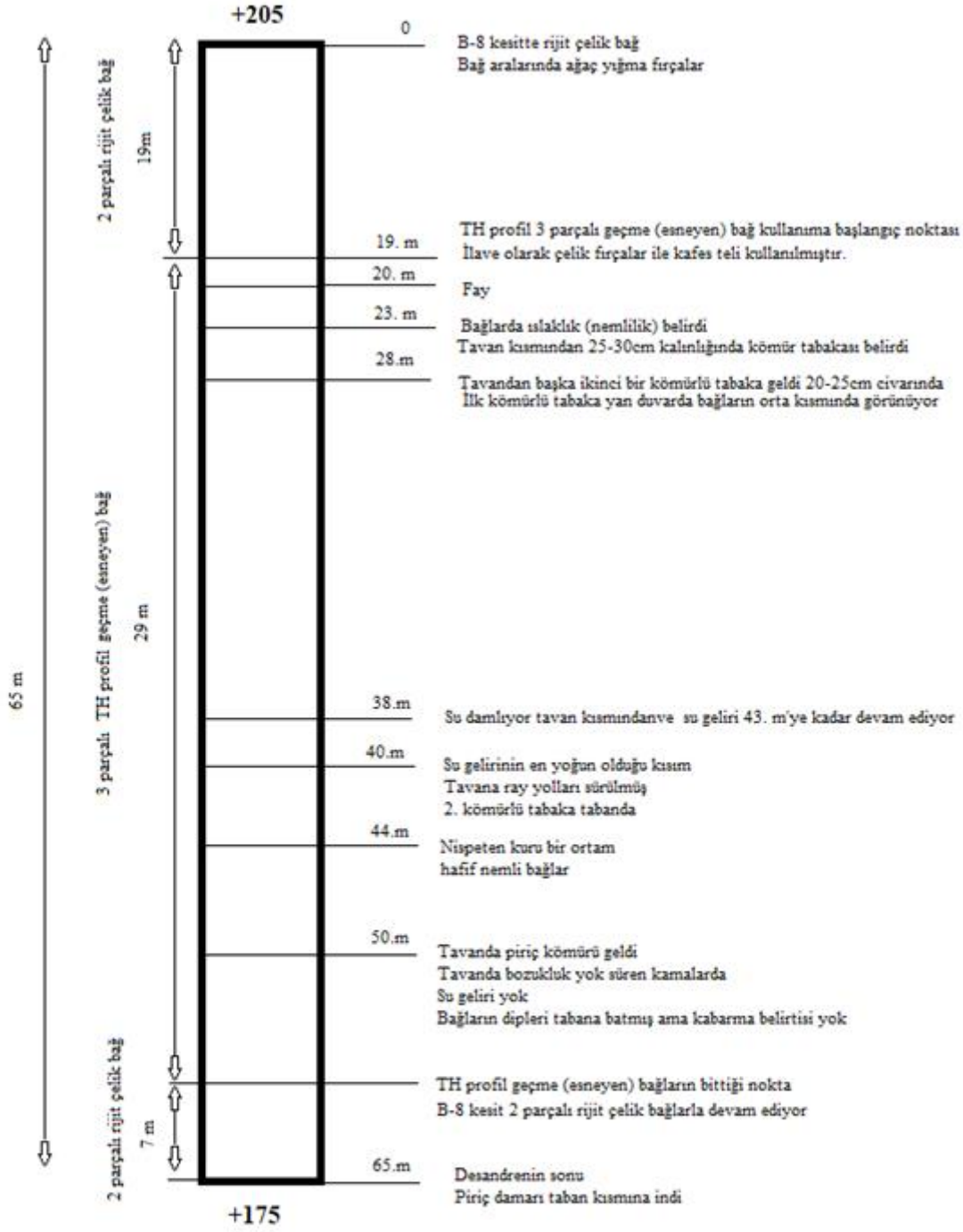
Şekil 4.15 +205 ana galerisinden +205/+175 ana nakliyat desandresi yönündeki galerinin 23 m ile 35 m arasından görünüş.

4.1.2 +205/+175 Ana Nakliyat Desandresi

+205/+175 ana nakliyat desandresi 65 m uzunluğunda ve 26° eğime sahiptir. Desandre ilk açıldığı zaman B8 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. Faaliyetlerin sürdürüldüğü süre boyunca gerekli durumlarda tamir-tarama çalışmaları yapılmıştır. Desandre içerisindeki 19 m ile 65 m arasında çeşitli sorunlar yaşanmış ve bu bölgede çoğu zaman B8 kesitli bağ kullanılarak tahkimat değişikliği yapılmıştır. Son tahkimat değişikliğinde 19 m ile 58 m arasında B8 kesitli bağ ebatlarında TH profil 3 parçalı geçme bağ kullanımı tercih edilmiştir. Desandrenin diğer bölümleri B8 kesitli rijit çelik bağ ile tahkim edilmektedir (Şekil 4.16).

+205/+175 ana nakliyat desandresinde kömürlü birimlerden geçilmektedir. Ocak içerisinde hava geçişinin olduğu galerilerde kömür ile havanın teması kesilmesi amacıyla beton kesonlama işlemi yapılmaktadır. Desandre içerisinde 19 m ile 65 m arasında bu işlem uygulanmıştır. Bu uygulama amacı dışında aynı zamanda kırıklı ve çatlaklı yapının kendisini erkenden bozmasını engelleyerek birleştirici (yapıştırıcı) etkisi oluşturmuştur. Yapılan incelemeler sonucunda bağlara gelen baskıları bir miktar engellediği ve yapının duraylılığını arttırdığı kanısına varılmıştır.

+205/175 Ana Nakliyat Desandresi



NOT 1: Desandre eğimi 26 derece

NOT 2: Desandre dibi ile Piç II damarının kesiştiği 10m'lik alandada yan ve tavan baskısı ile hafif su geliri mevcuttur.

NOT 3: Sorunlu kısım desandre içinde 20.m ile 65.m arası

NOT 4: Nakliyat vinç-halat sistemi ile yapılıyor

NOT 5: 0-19m arası rijit iki parçalı çelik bağ. Bağlar arasında yığıma ağaç fırçalar mevcut

NOT 6: 19-58 m arası 3 parçalı geçme (esneyen) kullanılmıştır. Bağların arasında çelik fırçalar ve bağların arkasında kafes telleri mevcuttur. Su gelirinin yoğun olduğu bölgede tavana ilave tahkimat elemanı olarak ray yolları sürülmüştür.

Şekil 4.16 +205/+175 ana nakliyat desandresinde inceleme.

Desandrenin +205 kotundaki baş kısmı 0. m olarak baz alınmıştır. 0 m ile 19 m arasında açıklığı çevreleyen yapı çok sağlam yapıda görünmektedir. Bu kısım ince ve orta taneli kumtaşı olan bir tabakadan oluşmaktadır. B8 kesitte açılan galeride bağlarda herhangi bir baskı gözlenmemektedir. Desandrenin açıldığı ilk zamandan bu yana bağlar duraylılığını korumaktadır. Bağlarda deformasyon görülmemekle birlikte bu bağların arasına yığma fırça yapılarak ilave tahkimat önlemi alınmıştır. Tavan baskısı, yan baskı, taban kabarması ve su gelirine rastlanmamıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 0 m ile 19 m arasından görünüşü.

Desandrenin 19 m ile 28 m arasında yapılan incelemeler sonucunda buradaki yapının sağlam olmadığı gözlenmiştir. 19. m'den başlayarak sağlam yapının yerini kırık, çatlak, bozuk bir formasyon almıştır (Şekil 4.18). 20. m'de formasyonun bozulması belirgin olarak görülmektedir. 23. m'den itibaren bağların çevrelediği açıklığın nemli ve ıslak olmasından dolayı bu etki bağlarda da görülmektedir. Ayrıca 23. m'de galerinin tavan kısmından 25-30 cm kalınlığında ince bir kömür tabakası ile karşılaşmıştır.

Desandrede aşağıya doğru ilerledikçe bu kömür damarının galerinin taban kısmına doğru yaklaşması, kömür tabakasının eğiminin desandrenin eğiminden fazla olduğunu göstermektedir. 28. m'de bu kömür damarı galeri yüksekliğinin ortalarına geldiğinde tavan kısmında 20-25 cm kalınlığında başka bir ince kömür tabakası ile karşılaşmıştır. Bu iki kömür tabakasının arasında killi, bozuk, kırıklı birimler bulunmaktadır.

Desandrenin bu kısmında son tahkimat yenilemesinde TH profil 3 parçalı geçme bağ kullanılmıştır. TH bağlar birbirine çelik fırçalar ile tutturulmuş, yan ve tavan kısımlara ahşap kamalar sürülmüş ve bağ ile açıklığı çevreleyen yapı arasına akma ve taş düşmelerine karşı 25 mm göz aralığında paslanmaz tel konulmuştur. Bağlara formasyondan tavan ile yan duvarlardan baskı geldiği ve bağların bir miktar tabana battığı gözlenmektedir. Galerinin kömürlü birimlerine beton kesonlama uygulaması yapılarak kömürün hava ile teması engellenmek istenmiştir. Bu kısımda az miktarda tabana batma sorununun dışında bağlarda herhangi bir deformasyon etkisi görülmemiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.18 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 20. m'sinden görünüşü.



Şekil 4.19 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 20 m ile 28 m arasından görünüşü.

Desandre içerisinde 28 m ile 44 m arasında yapılan gözlemler sırasında birtakım zorluklar yaşanmıştır. Desandrenin bu kısmında yapılan tamir-tarım çalışmaları, zamanla yapının kırılması, parçalanması, dağılması ve bozulması inceleme çalışmalarını olumsuz etkilemiştir. Buradaki yapının oldukça bozuk ve kırılan birimler, ince kömür damarı, kömür izleri ile killi tabalardan oluştuğu gözlenmiştir.

28 m ile 38 m arasında bağlar, aralarında sağlam birim olmayan iki ince kömür tabakasının etkisiyle gözle görünür fazla miktarda baskı altında görülmektedir. Tavan ve yan duvarlardan gelen baskı kabarmasının etkisiyle bağlara yük bindirmekte fakat profil kalınlıkları rijit çelik bağlara göre daha kalın olan TH bağlar bu yük altında deformasyona uğramamaktadır. Bu aşırı baskı altında bağlar şekil duraylılıklarını koruyarak tabana doğru fazla miktarda batmışlardır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 28 m ile 38 m arasından görünüşü.

38 m ile 44 m arasındaki kısımda su gelimine rastlanmıştır. 38. m’de tavan kısmında damlama şeklinde başlayan su akışı 40. m’de maksimum seviyeye ulaşarak artmış bu noktadan aşağı 43. m’ye kadar azalarak 44. m’de nispeten kuru bir formasyona geçilmiştir. 40. m civarları su geliminin en yoğun olduğu kısım olmakta ve burada bağların tavan kısmında ahşap kama süren ile birlikte demir profiller kullanılmıştır. Bağların tavan ve yan duvarlarında daha sık kamalar kullanılarak bağ ve yapı arasındaki boşluklar oluşması engellenmeye çalışılmıştır.

Açıklığı çevreleyen yapının baskısı ile aşırı su gelirinin birlikte etkili olduğu bu kısımda bağlarda bozulma olmadan tabana bakma ve suyun etkisiyle aşırı taban kabarması görülmüştür. Desandrenin en problemlı bölümünün burası olduğu belirlenmiştir. Hem su geliri ve formasyon baskısı ile tahkimatta hem de taban kabarması vasıtasıyla yolların bozulması ile nakliyatta sorunlar yaşanmaktadır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 38 m ile 44 m arasından görünüşü.

44 m ile 65 m arasında sağlam olmayan bir yapı gözlenmiştir. Killi ve kırılğan birimler içinde kömür izlerinin bulunduğu yapıda 50. m'de tavan kısmında Piriç kömürü damarı mevcuttur (Şekil 4.22). Desandrenin devamı boyunca Piriç damarı 65. m'de (desandre dibinde) bağların taban kısmında kalmıştır. 44 m ile 58 m arasında TH bağ 58 m ile 65 m arasında B8 kesitli rijit çelik bağ kullanılmıştır. Kömürlü ve killi yapı bağlarda gözle görülür bir baskı oluşturmasına rağmen herhangi bir deformasyon belirtisine rastlanmamıştır. Bağlarda formasyonun baskısıyla az miktarda tabana doğru batma oluşmuştur. Herhangi bir su geliri gözlenmemiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.22 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 50. m'sinden görünüşü.

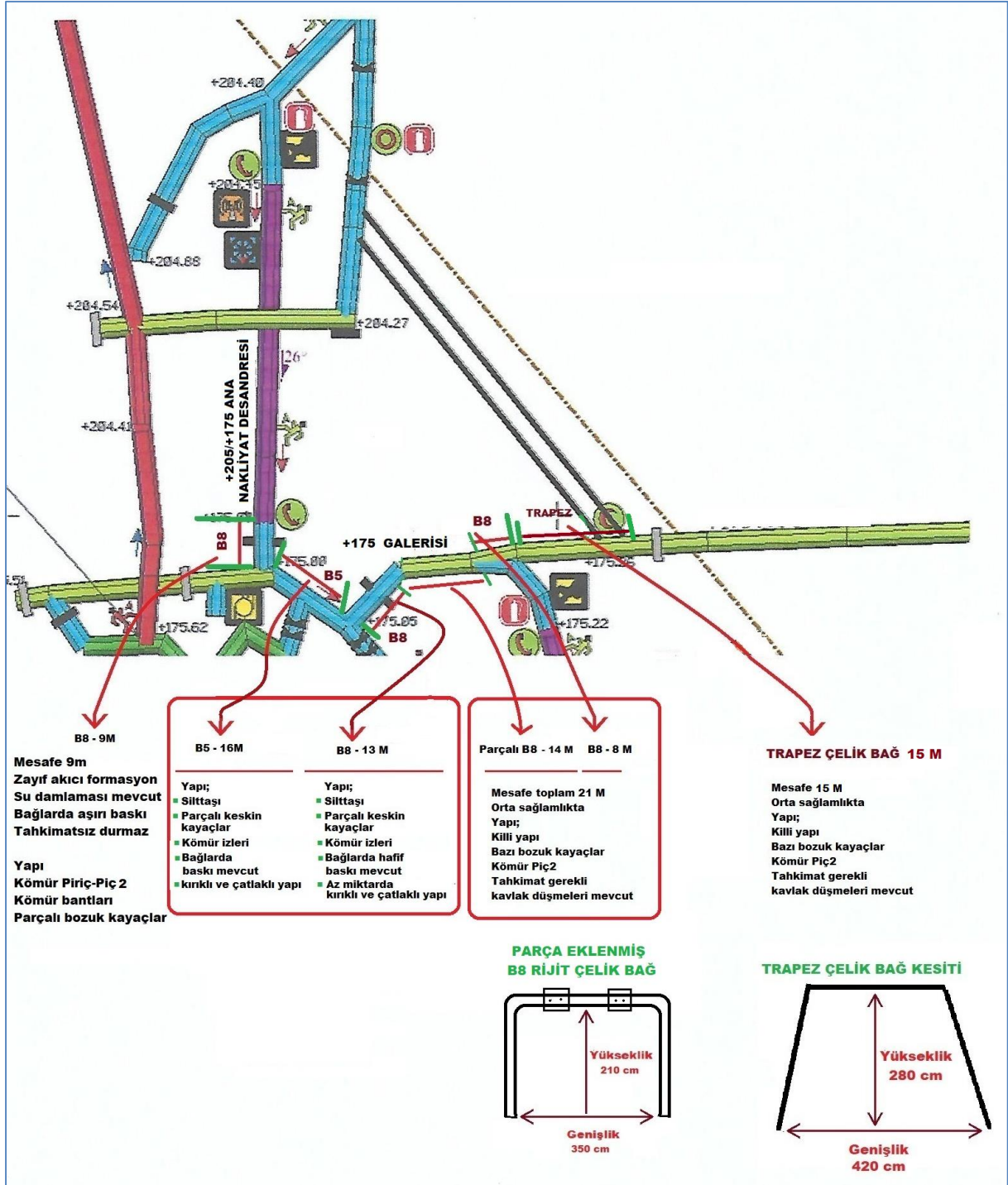


Şekil 4.23 +205/+175 ana nakliyat desandresinin 58. m'sinden görünüşü.

4.1.3 +175 Galerisi

Bu bölümde +205/+175 ana nakliyat desandresinin dibinden başlangıç 0 (sıfır) alınarak yeni sürülen +205/+175 desandresinin dip kısmına kadar olan galeride gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Desandrenin +175 kotunda bulunan dip kısmından güney yönünde 9 m uzunluğunda galeri ile 2 Nolu (Piç-2) damar kesilmektedir. Buradan önce güneydoğu yönünde 16 m uzunluğundaki galeri ve devamında kuzeydoğu yönündeki 13 m uzunluğundaki diğer

galeri ile tekrar 2 Nolu damara ulaşılmıştır. 2 Nolu damarda 32 m uzunluğunda galeri takip edilerek yeni açılan +205/+175 yeni desandrenin dip kısmına gelinmektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24 SFH Madencilik +175 galerisinde inceleme ve gözlemler.

Desandre dip kısmından 0 m ile 9 m arasında yapılan gözlemlerde çok bozuk bir yapı ile karşılaşılmıştır. Desandrenin dip kısmı Piriç kömür damarında olup 9 m sonunda 2 Nolu damara geçilmektedir. İki kömür tabakası arasında sert olmayan, kırılğan, akışkan ve parçalı bir yapı ile ince kömür bantları hakimdir. Tavandan gözle görülür yer yer damlama bazı bölgelerde de akışkan su geliri mevcuttur. Bu kısımda B8 kesitli 2 parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. Tavanda akıcı ve bozuk yapıya karşı sürme kama kullanılmıştır. Bağlar arasına ahşap yığma fırçalar yerleştirilmiştir (Şekil 4.25). Bağlarda baskının etkisiyle deformasyon ve tabana doğru batmalar gözlenmekte su geliri ile taban kabarması oluşmaktadır. Bu etmenlerin birleşimiyle bu kısımda sorunlu bir alan oluşmuştur. Tahkimat sürekli kontrol altında tutularak önlemler alınmakta ve tabanda kabarma olan yerler sık sık temizlenmektedir.



Şekil 4.25 +175 galerisinin 0 m ile 9 m arasından görünüş.

+175 galerisinin 9 m ile 25 m arasında bulunan güneydoğu yönündeki galeride yapının orta sağlamlıkta olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölüm silttaşı, parçalı ve kırıklı birimler ile kömür izlerinden oluşmaktadır. Kırık ve çatlaklı birimler açıklığı çevreleyen yapının duraylılığının zayıf olduğunu göstermektedir. Bu kısımda B5 kesitli iki parçalı rijit çelik bağlar kullanılmış olup bağ aralıkları 1 m'yi geçmeyecek şekilde yakın ve sık kamalanmıştır. Su geliri gözlenmemiştir, fakat bağlarda hafif bir nemlilik bulunmaktadır. Kırıklı ve çatlaklı yapıdan dolayı galeri tahkimatsız ayakta duramaz (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 +175 galerisinin 9 m ile 25 m arasından görünüş.

+175 galerisinin 25 m ile 38 m arasında bulunan kuzeydoğu yönündeki galerideki incelemelerde galerinin sağlam yapıda olduğu görülmüştür. Silttaşı, parçalı ve kırıklı birimler ile kömür izlerinden oluşan yapıda tahkimat elemanı olarak B8 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ kullanılmıştır. Galerinin bu bölümünde su geliri, tavan ve yan baskı, taban kabarması mevcut değildir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 +175 galerisinin 25 m ile 38 m arasından görünüşü.

Galerinin 38 m ile 75 m arasındaki 37 m olan bölümü 2 Nolu damar içinde bulunmaktadır. Galerinin bu bölümü kömür damarının içerisinde sürülmüştür. Açıklığı çevreleyen yapı incelendiğinde kömürle birlikte killi yapı ve bozuk-çatlaklı kayaç birimleri gözlemlenmiştir. Tavan ve yan duvarlardaki birimler içerisinde çatlaklar nedeniyle kavlak düşme riski bulunmaktadır. Formasyon orta sağlamlıkta görülmekte ve bağlarda hafif düzeyde baskı ile deformasyonlar oluşmuştur. Herhangi bir su gelirine rastlanmamakta birlikte hafif nemli bir ortam mevcuttur.

Genel olarak işletme formasyonun durumuna ve kullanım amacına göre madenin belirli bölgelerinde kullandığı tahkimat elemanlarını geliştirerek kendisine uygun hale getirmiştir. Bu tasarım çalışmaları galerilerin kullanılan bağlarda da uygulanmaktadır. İşletmeye özel yapılan iki farklı bağ modeli bu galeride gözlemlenebilmektedir. Bu bölümde üç farklı bağ şekli kullanılmıştır. 38 m ile 52 m arasında işletme tarafından ortasına parça ilave edilen B8 kesitli rijit çelik bağ (Şekil 4.28), 52 m ile 60 m arasında standart B8 kesitli iki parçalı rijit çelik bağ (Şekil 4.29) ve 60 m ile 75 m arasında da işletmeye özgü trapez çelik bağ kullanılmıştır (Şekil 4.30).



Şekil 4.28 +175 galerisinin 38 m ile 52 m arasından görünüş.



Şekil 4.29 +175 galerisinin 52 m ile 60 m arasından görünüş.

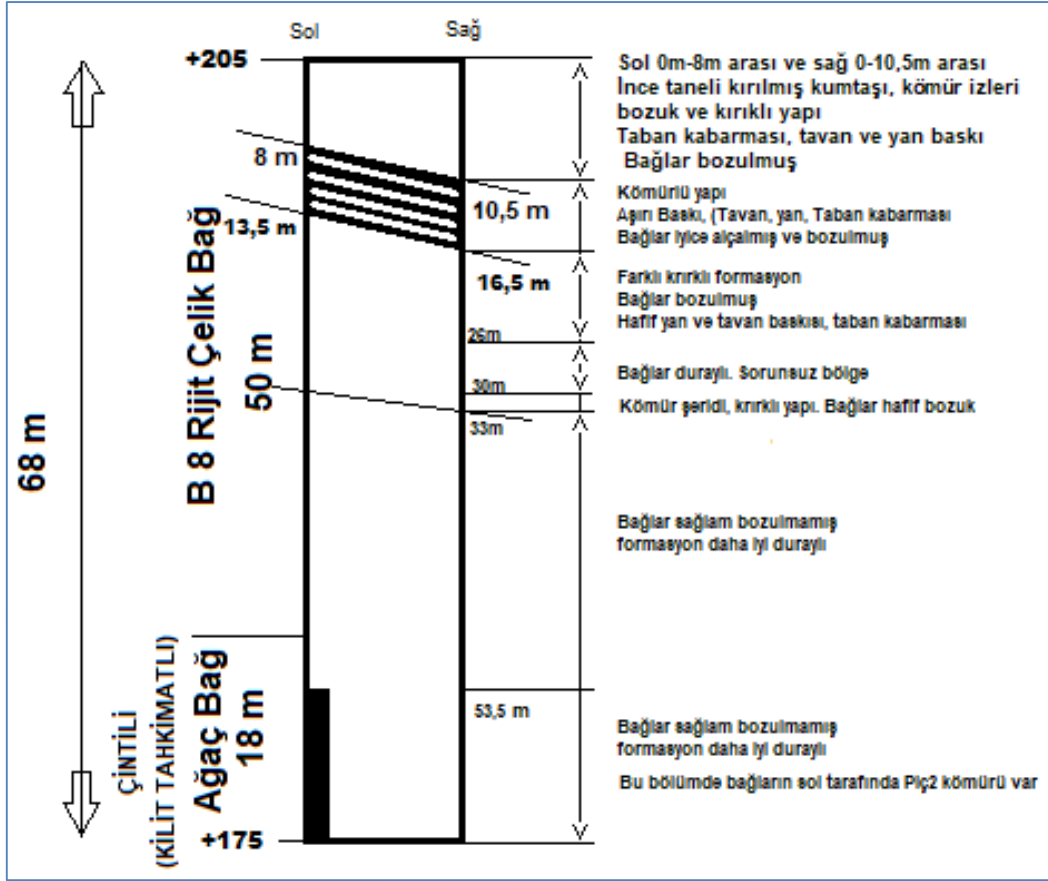


Şekil 4.30 +175 galerisinin 60 m ile 70 m arasından görünüşü.

4.1.4 +205/+175 Yeni Desandre

Mevcut kullanılmakta olan +205/+175 ana nakliyat desandresinin kapasitesinin madenin nakliyat işini karşılayamaması ve formasyondan kaynaklı tamir-tarama çalışmalarının nakliyat işlerini engellemesinden dolayı yeni bir desandreye gereksinim duyulmuştur. +205/+175 kotları arasında sürülmüş olan yeni desandre, mevcut +205/+175 ana nakliyat desandresinin görevini üstlenecektir. +205/+175 ana nakliyat desandresinde nakliyat vinç-halat sistemiyle yapılırken bu yeni desandrede bant konveyörlerin kullanılması planlanmaktadır.

+205/+175 ana nakliyat desandresi 24° eğimle 68 m uzunluğundadır. Desandrenin baş kısmından aşağıya 50 m'si B8 kesitli rijit çelik bağ ve kalan 18 m trapez ağaç bağ ile sürülmüştür. Bu desandrenin tümünde herhangi bir su gelirine ve nemli bir ortam ile karşılaşılmamıştır. Desandre içerisinde yapılan inceleme ve gözlem verileri Şekil 4.31'de görülmektedir.



Şekil 4.31 SFH Madencilik +205/+175 yeni desandrede inceleme ve gözlemler.

Desandrenin 0 m ile 8 m arasındaki kısmında formasyon orta sağlamlıkta görünmektedir. Açıklığı çevreleyen yapı incelendiğinde ince taneli kumtaşı çoğunlukta görülmektedir. Yer yer kömür izlerine rastlanmaktadır. Yapı içerisinde çatlak ve kırıklar mevcuttur. Tavan ve yan duvardan bağlara baskı gelmektedir. Bağların üst kısmında bulunan kamaların çatlaması ve kırılması tavandan gelen baskıyı, bağ direklerinin içeriye doğru gelerek genişliğin azalması yan baskıyı göstermektedir. Bağların durumundan yan baskının tavan baskısından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Galerinin bu bölümünde az miktarda taban kabarması görülmektedir. Bağlar arasına ağaç kamalar sürülerek boşluklar ahşap parçalarda doldurulmaya çalışılmıştır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 +205/+175 yeni desandrenin 0 m ile 8 m arasından görünüş.

8 m ile 16.5 m arasında yapılan incelemelerde desandrenin en problemlı bölgesinin bu kısım olduğu belirlenmiştir. 8. m’de desandrenin üst tarafının batı tarafından kömürlü yapı gelmiştir. Aynı birime tavanın doğu tarafında 10.5 m’de girilmiştir. Kömürlü birim içerisinde ilerleyen desandrede 13.5’inci m’de bu birim batı tarafında tabanda kalırken, doğu tarafında 16.5 m’de tabana inmiştir (Şekil 4.33). Bu kömürlü birim desandreye aşırı miktarda taban ve yan baskı uygulamaktadır.

Bağlarda deformasyon görölmektedir. Yapının aşırı baskısı altında bağlar tabana batarken taban kabarmasını beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar galerinin açılması sırasında öngörülmediği için bağların tahkimatı 0 m ile 8 m arasındaki gibi sıradan kalmıştır. En fazla baskı görölen bölüm tamamen kömürlü birim içerisinde bulunan 10.5 m ve 13.5 m arasındır.



Şekil 4.33 +205/+175 yeni desandrenin 8 m ile 16.5 m arasından görünüşü.

Desandrenin 16.5 m ile 26 m arasındaki bölgede yapılan incelemelerde bu kısımda sağlam olmayan birimler gözlenmiştir. Bu birimlerin çatlaklı ve kırıklı olduğu, bağlara az miktarda da olsa baskı uyguladığı görülebilmektedir. Bağlarda deformasyon izleri ve bağlar arasında bulunan kamalarda kırılmalar mevcuttur. Bu bölümde kalın kamalar kullanılmış ve bağlar arasına kalın ağaç fırçalar vurulmuştur. Bağlarda tabana doğru batma dolayısıyla az miktarda da taban kabarması oluşmuştur (Şekil 4.34).



Şekil 4.34 +205/+175 yeni desandrenin 16.5 m ile 26 m arasından görünüş.

26 m ile 30 m arasında olan 4 m uzunluğundaki bölgede sağlam birimler mevcuttur. Bu birimler çatlaklı ve parçalı görünmesine rağmen duraylılığını koruduğu gözlemlenmiştir. Bağlarda herhangi bir baskı ve deformasyon belirtisi gözlenmemiştir. Bağların yükseklik ve genişliklerinde ilk yapıldığı zamandan bu zamana kadar bir değişiklik olmamıştır. Bağ aralarında bulunan kamalarda ve fırçalarda kırılma, çatlama, ezilme, vb. şekil bozulmalarına rastlanmamıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35 +205/+175 yeni desandrenin 26 m ile 30 m arasından görünüş.

Desandrede 30 m ile 33 m arasındaki bölgede ince bir kömür şeridi geçilmiştir. Bu ince kömür tabakasının alt ile üst kısmında bulunan çatlaklı birimler yapının bozulmasına neden olmaktadır. Açıklığı çevreleyen bozulmuş yapı bağlara tavan ve yan duvarlardan baskı yapmaktadır. Bağların tavan kısmında pabuçların bozulduğu ve yan duvarlara bakılınca bağ direklerindeki bükülmeler görülmektedir. Bağlarda tabana batma ve taban kabarması mevcut değildir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36 +205/+175 yeni desandrenin 30 m ile 33 m arasından görünüşü.

33 m ile 53.50 m arasında bölgede blok parçalı sağlam birimler bulunmaktadır. Bu birimler parçalı olmalarının yanında duraylı bir yapıda görünmektedir. Bağların üzerine doğru bir baskı veya kabarma olayıyla karşılaşılmemiştir. 33 m ile 50 m arasında B8 kesitli rijit çelik bağ kullanılmıştır. 50 m ile 53.50 m arasında trapez ağaç bağ kullanılmıştır. Ağaç bağların altına ilave emniyet olarak kilit tahkimat yapılmıştır. Çelik ve ağaç bağlarda herhangi bir deformasyon vb. durum görülmemektedir. Bağlar arasındaki kama ve fırçalarda kırılma, ezilme ve çatlama gibi durumlar yoktur. 50. m'de çok az miktarda ıslaklık şeklinde bir su geliri mevcuttur. Desandre içerisinde bu bölümden başka hiçbir noktada su geliri ile karşılaşılmemiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 +205/+175 yeni desandrenin 33 m ile 53.50 m arasından görünüşü.

+205/+175 yeni desandrenin 53.50 m ile 68 m arasındaki bölümünde desandrenin tavan kısmının batı tarafında 2 Nolu damar bulunmaktadır. 2 Nolu kömür damarı ile birlikte 33 m ile 53.50 m arasındaki birimlerin aynısı bu kısımda da devam etmektedir. Desandrenin 68. m'si +175 kotunda sonlanmaktadır. Trapez ağaç bağ kullanılmış olup bağların altına kilit tahkimat uygulanmıştır. Bağlara üzerine formasyondan gelen baskı gözlenmemiştir. Trapez bağlarda, kilit tahkimatta, kamalarda ve fırçalarda herhangi bir çatlak, kırık veya deformasyon görülmemiştir. Açıklığı çevreleyen yapı ve bağlar duraylılığını korumaktadır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 +205/+175 yeni desandrenin 53.50 m ile 68 m arasından görünüşü.

4.2 YAPISAL SINIFLANDIRMA ÇALIŞMALARI

Yapısal bölgeler kaya yapısının yeraltı açıklığı güzergahı boyunca benzerlik gösterdiği bölgeleri ifade etmektedir. Kömür madenlerinde sedimantolojik yapıdan dolayı iyi (örneğin kumtaşı) ve düşük kaliteli (örneğin kiltası) kayaların birlikte gözlemlendiği koşullarda, kaya kütlelerinin değerlendirilmesi için jeolojik faktörler de dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda kaya yapısında kenetlenme ve eklem yüzey kalitesinde bozunma gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır. Örneğin, iyi kalite bir kaya kütlelerinin gözlemlendiği kazı aynası veya yeraltı açıklık çevresinde fay veya makaslama zonu gibi zayıflık bölgelerinin varlığı halinde, bu zayıflığı çevreleyen iyi kaliteli kayanın dayanımına bakılmaksızın, zayıf zonun etkin rol oynayacağı düşünülmeli ve bu zonla ilgili sınıflandırma tek başına yapılmalıdır (Bieniawski 1989).

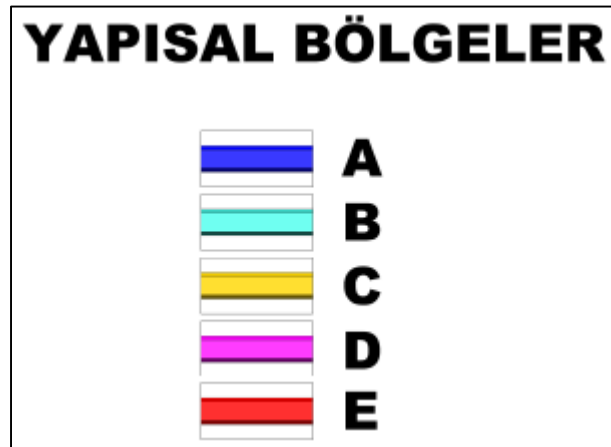
Kaya kütleleri süreksiz ortamlardır ve masif kaya kütleleri koşulları dışında, aynı kaya türü içinde bile süreksizlik sıklığındaki ve bozunmanın derecesindeki değişimler, fay ve makaslama zonu gibi yapısal unsurların varlığı nedeniyle kömür madenlerinde kaya kütleleri genelde heterojen yapılar gösterirler. Yeraltı kömür madenlerinde belirgin bir şekilde gözlenen bu durum dikkate alındığında, kaya kütleleri tekdüze bir şekilde sınıflandırılmaması gerekmektedir. Bu amaçla kaya türündeki değişimlerin (litolojik sınırlar) ve yapısal zayıflık zonlarının gözlemlendiği kesimlerin yanı sıra, aynı kaya türü içinde bile olsa, bozunma, süreksizlik sıklığı vb. gibi özelliklerdeki değişimler dikkate alınarak incelenen yeraltı açıklık güzergahı yapısal bölgelere ayrılmalıdır. GSI Jeolojik Dayanım İndeksi'nin ağırlıklı olarak gözlemlere dayalı girdi parametreleri (yapı, süreksizlik yüzey koşulu vb) güzergah boyunca ayrı olarak belirlenmeli ve yapısal bölgelerin oluşturulmasında dikkate alınmalıdır.

SFH Madencilik ana nakliyat galerisinde yapısal sınıflandırma çalışması için Marinos ve Hoek (2001) tarafından heterojen ve tabakalı kaya kütleleri koşulları için önerilen ve taşkömürü madenleri için ilave düzenlemeler ile geliştirilen GSI abağından yararlanılmıştır (Şekil 4.39). Yapısal bölge sınıflandırmaları A'dan F grubuna kadar devam eden 6 farklı grup birleşiminden oluşmaktadır. Yapısal bölge sınıfları kaya kütleleri bileşimi ve yapısı grubu (A-F) ile süreksizlik yüzey koşulları grubunun (çok iyi-iyi-orta-zayıf-çok zayıf) kesiştirilmesi ile belirlenmektedir. Yapısal sınıflandırmanın yapıldığı SFH Madencilik ana nakliyat galerisinin desandreler ile birlikte toplu görünümü Şekil 4.41'de verilmiştir. Galerilerin yapısal bölgelerinin gösteriminde Microstation programına ait galeri oluşturma modülünden yararlanılmıştır. SFH Madencilik ana nakliyat galerileri ve desandrelerinde karşılaşılan yapısal sınıflandırma gruplarına ait renkli

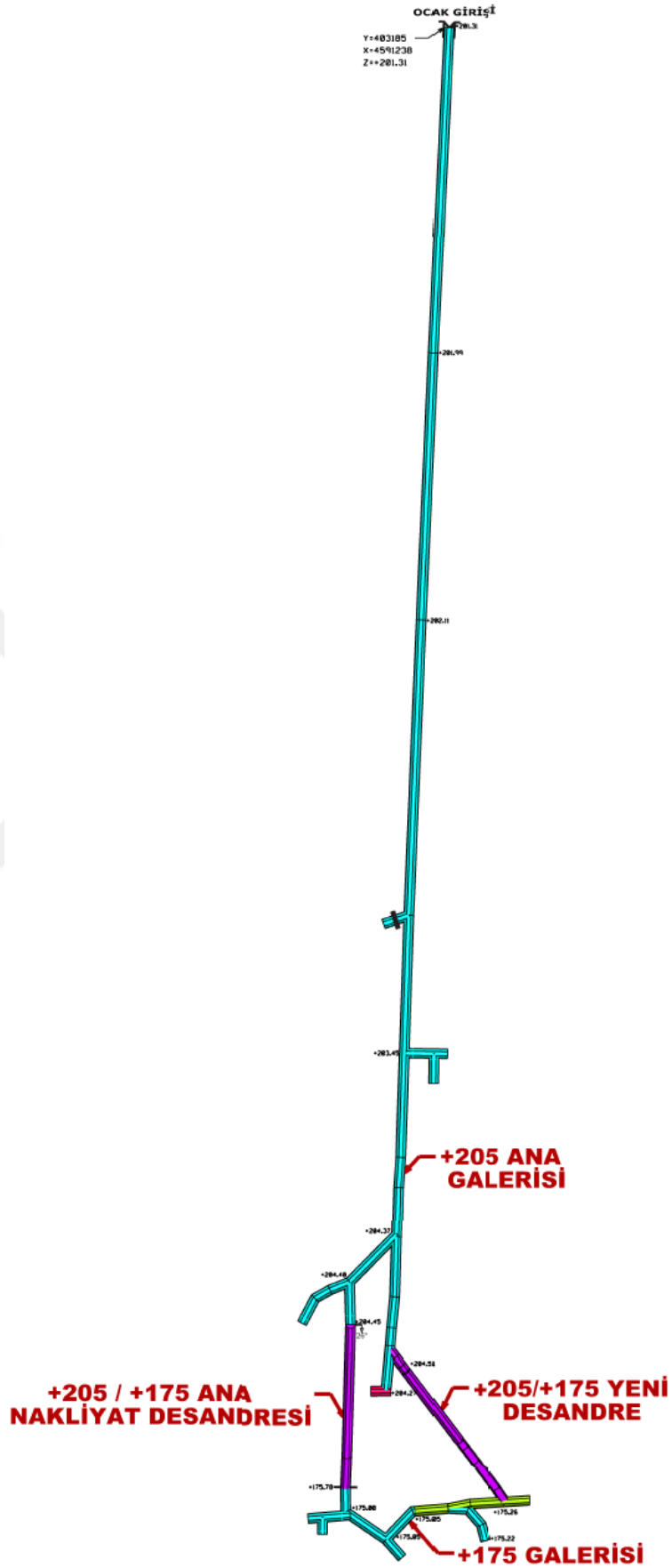
lejant Şekil 4.40’da verilmiştir. Yapısal bölgelerin sınıflandırılmasına SFH Madencilik ana nakliyat galerisinde yeraltında ayrıntılı olarak gerçekleştirilen ve Bölüm 4.1’de ayrıntılı olarak görsel unsurlar ile birlikte açıklanan gözlemler ve bulgulardan yararlanılmıştır. Yerinde yapılan incelemelerde F grubu kaya kütlesi bileşimi ve yapısı ile karşılaşılmaması nedeniyle lejantta gruplar A’dan E grubuna kadar devam etmektedir. SFH Madencilik İşletmesi’nde ana nakliyat galerileri ocak girişinden itibaren +205 ana galerisi, +205/+175 ana nakliyat desandresi, +175 galerisi ve +205/+175 yeni desandreden oluşmaktadır.

KAYA KÜTLESİ BİLEŞİM VE YAPI		SÜREKSİZLİKLERİN YÜZEY KOŞULLARI (özellikle tabakalanma düzlemleri)				
		Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf	Çok Zayıf
	A. Kalın tabakalı, çok bloklü kumtaşı, bazen konglomera, tabakalanma düzlemlerindeki dolgular kaya kütlesindeki yanal sıkıştırma etkisi ile sınırlanmakta	70 60	A			
	B. İnce silttaşı ara katmanlı kumtaşı ve ince kömür bantları		50	B	C	D
	C. Benzer miktarlarda kumtaşı ve silttaşı/kömür katmanları		40			E
	D. Kumtaşı ara katmanlı silttaşı, siltli şeyl veya kömür damarı					
	E. Kumtaşı ara katmanlı zayıf silttaşı killi veya kömürlü şeyl					
	F. Tektonik olarak deforme, yoğun kıvrımlı/faylı, makaslanmış killi şeyl veya silttaşı, karmaşık yapıli kırılmış ve deforme olmuş kumtaşı katmanları			30		F
	Tektonik deformasyon, faylanma ve devamlılığın yitirilmesi C-D-E yapı kategorilerini F yapı kategorisine dönüştürmekte					20

Şekil 4.39 Taşkömürü madenleri için Marinos ve Hoek (2001) orijinal GSI abağında ilave düzenlemeler içeren heterojen kaya kütlesi GSI abağı.

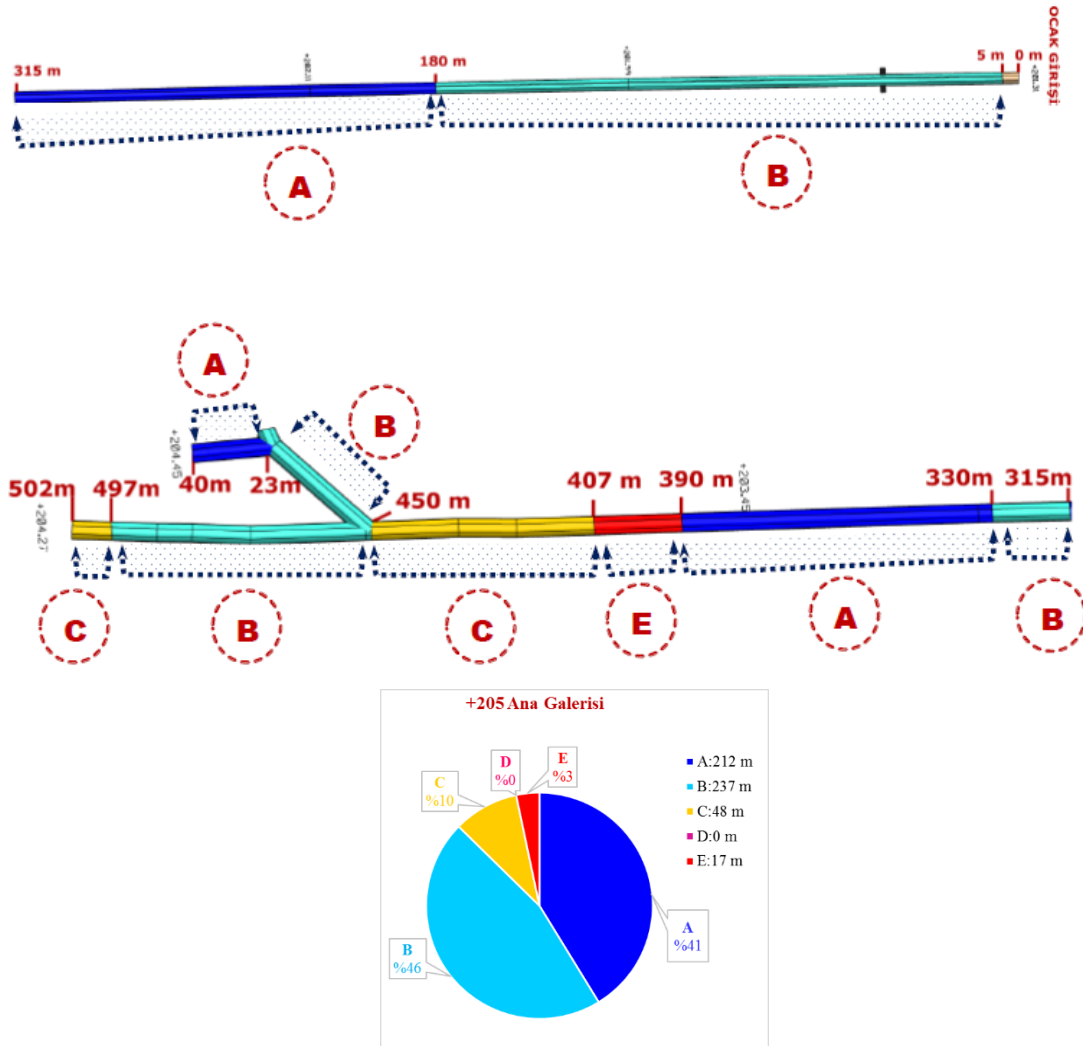


Şekil 4.40 Yapısal sınıflandırma gruplarına ait renkli lejant.



Şekil 4.41 SFH Madencilik ana nakliyat galerileri ve desandrelerin toplu görünümü.

SFH Madencilik İşletmesi'nde ocak girişinden itibaren desandre başına kadar +205 ana galerisi yapısal sınıflandırma bölgeleri Şekil 4.42'de verilmiştir. Ocak girişinden 180 m mesafedeki noktaya kadar yapısal bölge B sınıfı olarak belirlenmiştir. Bu bölgede bileşim ve yapı olarak kumtaşı tabakaları ince kömür ve silttaşı bantları ile bir arada yer almaktadır (B grubu). Süreksizlik yüzey koşulu iyi olarak tanımlanmış olup yapısal bölgede pürüzlü az bozunmuş tabakalanma ve eklem yüzeyleri hakimdir. İncelenen galeri güzergahı için yapısal kaya kütleleri ile süreksizlik yüzey koşulu grupları birleştirildiğinde ortalama GSI değeri 45 olarak belirlenmiştir. 180 m ile 315 m arasındaki galeri güzergahı ise A yapısal bölge sınıfı olarak belirlenmiştir. Bu bölgede bileşim ve yapı olarak kalın, bloklu kumtaşı tabakaları yer almaktadır (A grubu). Süreksizlik yüzey koşulu iyi olarak tanımlanmış olup yapısal bölgede pürüzlü az bozunmuş tabakalanma ve eklem yüzeyleri hakim olup, yapısal A bölgesinin ortalama GSI değeri 55 olarak belirlenmiştir.



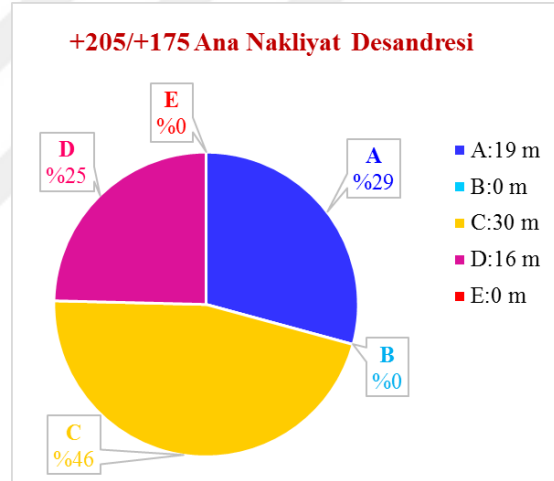
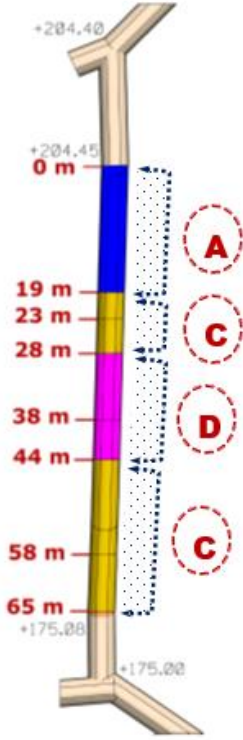
Şekil 4.42 +205 ana galerisi yapısal sınıflandırma bölgeleri.

315 m ile 330 m arasında B yapısal bölge, 330 m ile 390 m arasında A yapısal bölge etkisi gözlenmiştir (Şekil 4.42). 390 m ile 407 m arasında ise E yapısal bölge sınıfı etkisi görülmektedir. Burada kumtaşı katmanlı zayıf kömürlü şeyl yapısı gözlenmekte olup süreksizlik yüzey koşulu zayıf olarak belirtilmektedir. Bu bölgede kullanılan tahkimatta hem tavanda hem de tavanda aşırı baskı etkisi gözlenmektedir. Su geliri gözlenmeyen bölgede GSI indeks puan değeri düşük olup 25-30 civarındadır. 407 m ile 450 m arasında kumtaşı-silttaşı-kömür bantları ardalanması ile yapısal grup C ve süreksizlik yüzey koşulu orta olarak gözlenmektedir. Tahkimatta sınırlı baskı gözlenmekte olup yapısal bölge sınıfı C'nin GSI değeri 35-40 aralığında alınabilmektedir. Kavşaktan sonra ana nakliyat galerisi eski desandre ve yeni desandre bağlantı galerileri olarak ikiye ayrılmaktadır. +205/+175 ana nakliyat desandre bağlantı galerisinde iyi koşullar mevcut olup ilk 23 m'de B ve 40 m'de kadar devan eden kısımda A yapısal bölge sınıfı hakimdir. Yeni desandre bağlantı güzergahında 450 m ile 497 m arasında B, 497 m ile 502 m arasındaki dar kısımda ise C yapısal bölge koşulları gözlenmektedir. +205 ana galerisinde su geliri ile karşılaşılması nedeniyle yapısal bölgelerde su etkisi ile GSI indeks puan değer kaybı oluşmamaktadır. +205 ana galerisi genel olarak incelendiğinde yapısal bölgelerin ağırlıklı olarak iyi koşulları temsil eden A ve B yapısal bölgelerden oluştuğu (%87) anlaşılmıştır. Bu bağlamda ana nakliyat galerisi uzun vadeli kullanım (nakliyat, havalandırma vb.) için uygun özellikler taşımaktadır.

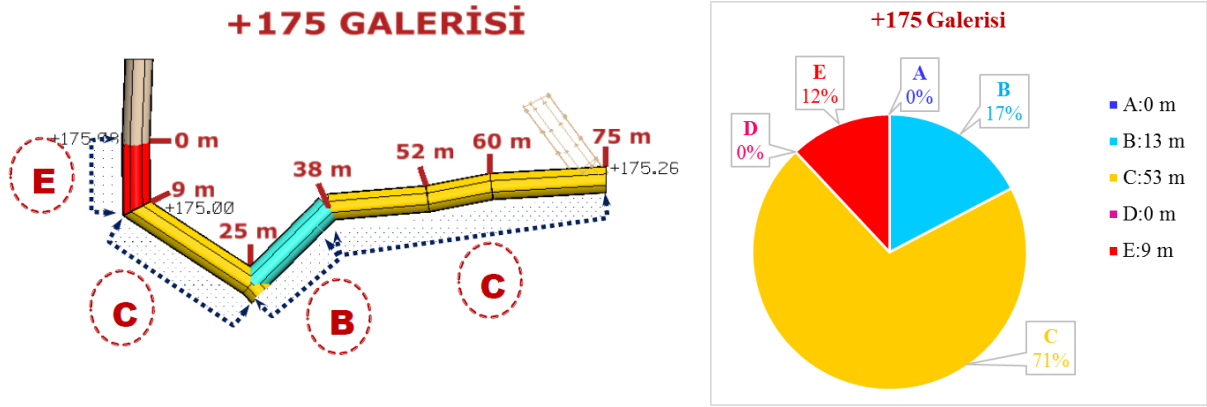
+205/+175 ana nakliyat desandresinin ilk 19 m'de sağlam koşullar mevcut olup yapısal bölge sınıfı A olarak belirlenmiştir (Şekil 4.43). 19 m ile 28 m arasında benzer miktarlarda silttaşı ve kömür katmanları ardalanmakta olup C yapısal grubunu temsil etmektedir. Orta süreksizlik yüzey koşullarında sahip olan yapısal bölgede 23 m ile 28 m arasında ayrıca bir miktar su geliri gözlenmektedir. Su geliri olmayan ortamda GSI 35-40 arasında olurken su geliri etkisi ile -5 GSI indeks değer puanı azalmasına gidilmelidir. 28 m ile 44 m arasında ise yer D yapısal bölgede GSI değeri 30-35 arasında olup, yine su etkisi ve süreksizlik yüzey koşulunun orta-zayıf arasında olması nedeniyle, su etkisi değer azalması yansıtılmalıdır. 28 m ile 38 m arasında az su geliri olup GSI değer azalması -5 puan, 38 m ile 44 m arasında ise fazla su geliri nedeniyle GSI değer azalması -10 puan olarak yansıtılmalıdır. 38 m ile 44 m arasında yer alan yapısal bölgede D sınıfı yerine su geliri etkisiyle daha ziyade zayıf E yapısal bölge sınıfı koşulları hakim durumdadır. 44 m ile 65 m arasında ise C yapısal bölge sınıfı koşulları geçerli olup su geliri gözlenmemiştir.

+175 galerisi desandre dibinde killi ve kömürlü zayıf katmanların geçilmesi, zayıf süreksizlik koşullarının varlığı ve bir miktar su geliri etkisi nedeniyle yapısal bölge sınıfı E olarak tayin edilmiştir. Bu bölgede tahkimatta aşırı baskı etkileri ve akıcı formasyon koşulları gözlenmekte olup GSI değeri 25-30 arasında yer almaktadır. Su etkisi ile GSI değeri 15-20 aralığına kadar düşebilmektedir. +175 galerisinde 9 m ile 25 m arasında C, 25 m ile 38 m arasında B, 38 m ile 75 m arası ise C yapısal bölge sınıfı olarak belirlenmiş olup burada su geliri etkisi gözlenmemiştir. 38 m ile 75 m arasındaki bölmeler uygulanmakta olan farklı tahkimat türlerini ifade etmektedir.

**+205/+175 ANA
NAKLİYAT DESANDRESİ**



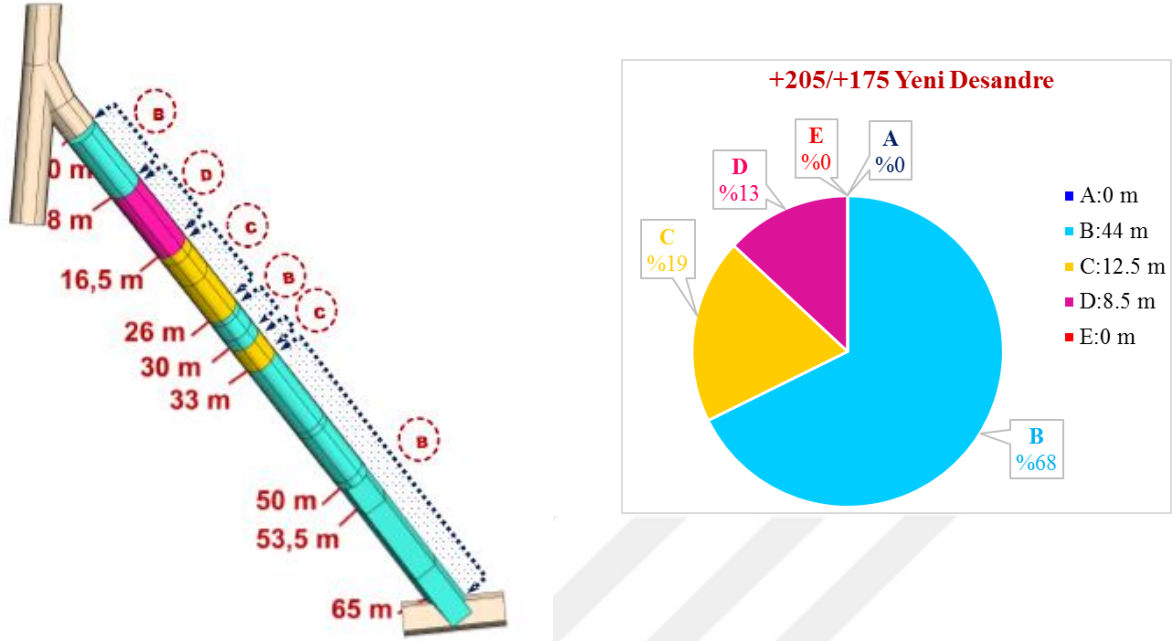
Şekil 4.43 +205/+175 ana nakliyat desandresi yapısal sınıflandırma bölgeleri.



Şekil 4.44 +175 galerisi yapısal sınıflandırma bölgeleri.

+205/+175 yeni desandrede 0 m ile 8 m arasında yapısal bölge sınıfı B olarak belirlenmiştir (Şekil 4.45). 8 m ile 16.5 m arasında silttaş, siltli şeyl ve ince kömür damarları ardalanmakta olup D yapısal grubunu temsil etmektedir. Orta-zayıf süreksizlik yüzey koşullarında sahip olan yapısal bölgede zayıf kömür katmanları karmaşık yapısından dolayı yeraltı açıklık çevresinde tavan ve yan duvar baskısı ile taban kabarmaları gözlenmektedir. Su geliri olmayan ortamda GSI değeri 30-35 arasında belirlenmektedir. Mesafe olarak nispeten kısa olan zayıf bölgede tahkimat elemanlarında baskı etkisi ile bozulmalar gözlenmekte ve zaman zaman tamir-tarama çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. 16.5 m ile 26 m arası C, 26 m ile 30 m arası B, 30 m ile 33 m arası C yapısal bölge sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Desandre alt kısmında uzun bir mesafede (33 m ile 65 m) B yapısal bölge sınıfı hakim olup duraylılık açısından iyi koşulları temsil etmektedir. Yapısal bölgede hem rijit çelik bağ hem de kısmen trapez ahşap tahkimat kullanılmakta olup tahkimat elemanlarına gözle görülür bozunma gözlenmemiştir. B yapısal bölge sınıfının GSI indeks değeri 45 olarak alınabilmektedir.

+205/+175 YENİ DESANDRE



Şekil 4.45 +205/+175 yeni nakliyat desandresi yapısal sınıflandırma bölgeleri.

+205/+175 ana nakliyat desandresinde maden nakli vinç-halat sistemi ile yapılmakta olup mevcut durumda sevkiyat ihtiyacını karşılayamamaktadır. Maden nakliyatını gerçekleştirmek üzere farklı bir yöntem veya alternatif güzergaha gereksinim duyulmuştur. Bu nedenle vinç-halat sistemindeki çekme-salma periyodunu ortadan kaldırmak üzere sürekli nakil işlemi için bank nakliyat sistemine geçilmesine karar verilmiştir. Mevcut nakliyat desandresini bant desandresine dönüştürmek yerine +205/+175 kotları arasında yeni bir desandre oluşturulmuştur. Bu tercihin en önemli nedeni +205/+175 ana nakliyat desandresinin 19 m ile 65 m arasında çok fazla sayıda ekonomik olmayan ince kömür damarı geçilmesi, zayıf formasyonlarla karşılaşılması ve yer yer su geliri olması nedeniyle sık sık tamir-tarım çalışması yapılmasından dolayı açıklığı çevreleyen birimlerin iyice bozularak akıcı bir ortam oluşturmasıdır. Diğer bir neden de mevcut desandre bant desandresine dönüştürülmek istenseydi bant konveyör için uygun açıklık kesiti oluşturma çalışmaları yapılacak ve bant kurulumu sırasında nakliyat işleri tamamen duracağından işletmeye ekonomik olarak daha fazla ilave maliyet yükü olacaktır. Bu şekilde bir çalışma yapılması belki de işletmede işlerin yetiştirilmesi konusunda kaygı oluşturup iş sağlığı ve güvenliği yönünden ilave sorunlar oluşturabilir.

+205/+175 ana nakliyat desandresinin büyük bir kısmı kömür tabakaları ve zayıf birimlerden oluşurken +205/+175 yeni desandrenin çok az bir kısmında bu şekilde birimlerle karşılaşmıştır. Ayrıca +205/+175 yeni desandrede herhangi bir su gelirine rastlanmaması büyük bir avantaj sağlamıştır. Zira +205/+175 ana nakliyat desandresinin genelinde su geliri bulunmakla birlikte aşırı su geliri olan kısımlar mevcuttur. Bunlara ek olarak +205/+175 ana nakliyat desandresinin hemen dip kısmında bulunan +175 galerisinin 8 m'lik kısmında zayıf formasyonla birlikte aşırı su gelirine rastlanmakta olup +205/+175 yeni desandrede böyle bir durum söz konusu değildir. İlave olarak +205/+175 yeni desandre mevcut üretim bölgelerine ve planlanan hazırlık bölgelerine yakın bir konumda olması desandreye kadar olan nakliyat mesafesini kısaltmaktadır.

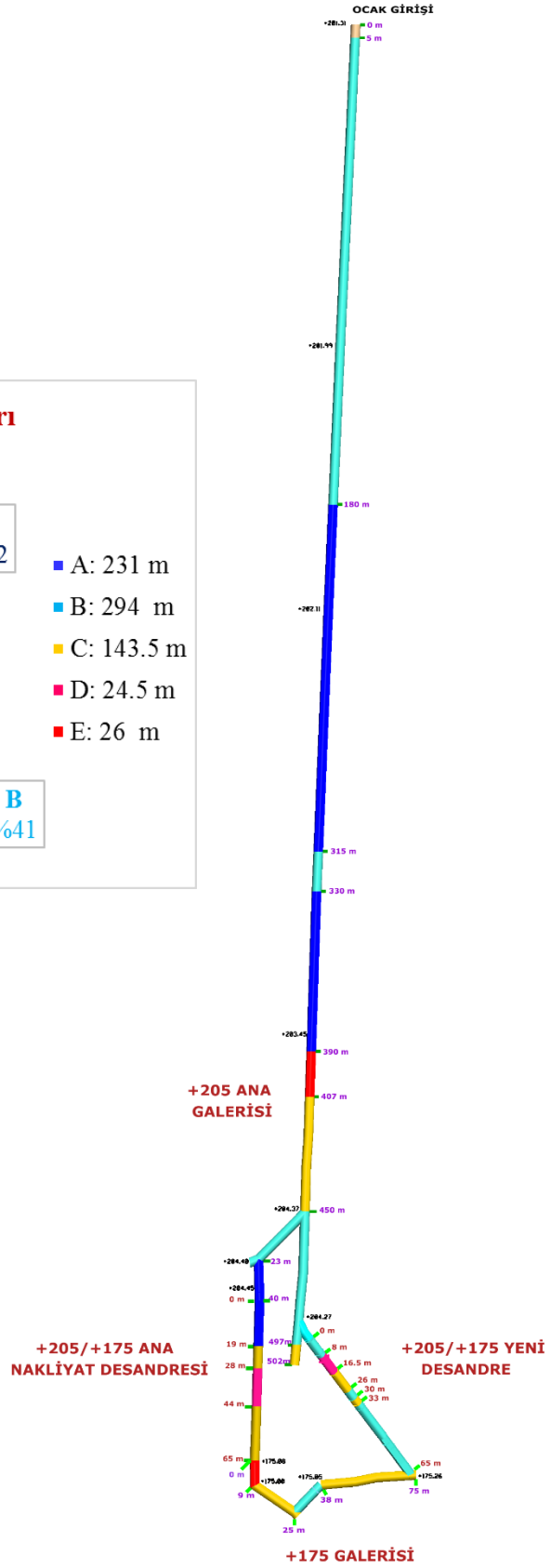
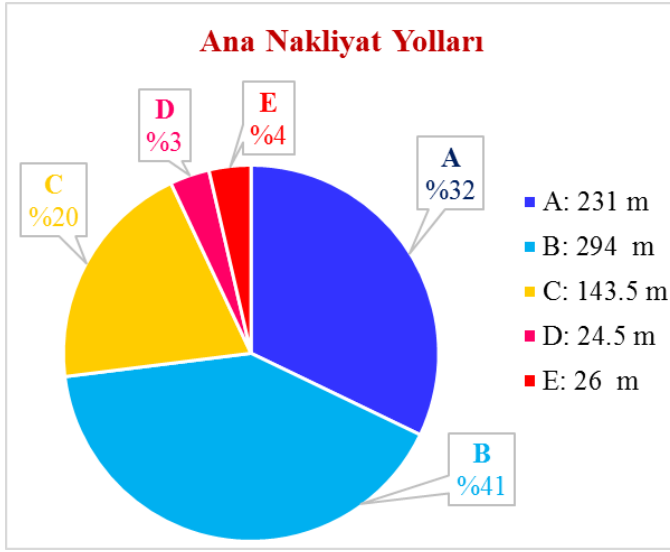
Desandreler yapısal bölge sınıfları açısından incelendiğinde +205/+175 ana nakliyat desandresinde yapısal zayıf bölgeleri temsil eden (C ve D bölgesi) oran %71 civarında olurken +205/+175 yeni desandrede bu oran %32'dir. Ayrıca, yeni desandre ağırlıklı olarak yapısal bölge açısından iyi koşulları temsil eden B bölgesinden (%68) oluşmaktadır. Diğer etkenler ile birlikte değerlendirildiğinde (su geliri yok, kısa nakliyat mesafesi) yeni desandrenin duraylılık koşulları açısından mevcut desandreye kıyasla oldukça avantajlı koşullara sahip olduğu belirlenmiştir.

4.3 DEĞERLENDİRMELER

SFH Madencilikte ana nakliyat yollarının duraylılığının belirlenmesi amacıyla ocak içerisinde gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Ana nakliyat yollarında yapılan çalışma verilerin daha iyi değerlendirilmesi amacıyla ana nakliyatın yapıldığı bölge 4 kısıma ayrılarak +205 ana galerisi, +205/+175 ana nakliyat desandresi, +175 galerisi ve +205/+175 yeni desandre olarak ele alınmıştır. Her bir bölgede detaylı olarak incelemelerde bulunulmuştur.

Bu tez kapsamında ocak içinde tüm ana nakliyatın yapıldığı bölgelerde açıklığı çevreleyen yapının kayaç yapısı ve özellikleri, formasyonun yapısı (akıcı, bozuk, duraylı, sağlam, vb.), su geliri, tahkimat elamanları ve tahkimat elemanlarının farklı formasyon koşullarında davranışı gözlenmiş ve değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerle yapısal sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Şekil 4.46'da tez çalışması kapsamında incelenen galeriler ve desandrelerde tespit edilen yapısal bölge sınıfları ve dağılımları toplu olarak verilmiştir.

YAPISAL BÖLGELER



Şekil 4.46 SFH Madencilik ana nakliyat galerilerinde yapısal sınıflandırma bölgeleri.

Yapılan incelemelerde kömürlü birimlere, bozunmuş zonlara, kırıklı ve çatlaklı bölgelere yaklaşıldığında zayıf bir formasyonla karşılaşmakta ve yapının bozulduğu gözlenmiştir. Bu gibi bölgelerde bağlarda baskı ve taban kabarması sorunlarıyla karşılaşılabilir. Bu kısımlara ilave tahkimat yapılarak tahkimata daha fazla önem verilmesi gerekmektedir ve sürekli olarak kontrol altında tutulmalıdır. Ocak içerisinde, aynı birimlerin farklı bölgelerde farklı özellikler (duraylılık, sağlam, çatlaklı, kırıklı, vb.) gösterdiği belirlenmiştir. Yani aynı kayaç türünü gördüğümüz farklı bölgeleri tanımlarken yapı bakımından benzer şekildedir yorumunda bulunulamamıştır.

Ocak içerisinde yer yer su geliri olan bölgeler mevcuttur. Az miktarda su geliri olan bölgelerde açıklığı çevreleyen yapıda bir miktar bozulma görülse de tahkimat açısından çok büyük bir sorun oluşturmamaktadır. Su gelirinin fazla olduğu kısımlarda ise durum daha farklı olup bozuk ve akıcı bir ortam oluşmaktadır. Bu akıcı yapıyı tutmakta zorluklar yaşanmakta ve su geliri ilave olarak taban kabarması sorununu da beraberinde getirmektedir.

Gözlem ve incelemeler sonucunda elde edilen verilerle oluşturulacak yapısal bölge sınıflamalarında, Marinos and Hoek (2001) tarafından önerilen heterojen ve tabakalı kaya kütlesi koşulları için GSI abağı taşkömürü için ilave düzenlemeler yapılarak kullanılmıştır. A'dan F grubuna kadar olan 6 adet yapısal bölge sınıfından SFH Madencilik ana nakliyat galerileri için A'dan E'ye kadar bölge tanımlanmıştır. İncelenen kısımlarda F grubu özelliğine sahip bölge ile karşılaşılmamıştır. İlave olarak su gelirinin durumuna göre (az miktarda -5, aşırı miktarda -10 azaltılarak) GSI değerlerinde düzenleme yapılmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde ilgili GSI abağının taşkömürü madenlerinde yapısal bölge sınıflandırılmasında kullanılabileceği kanıtlanmıştır. Ayrıca, sınıflandırma neticesinde elde edilebilen Jeolojik Dayanım İndeksi değerleri aracılığıyla incelenen jeolojik ortamların kaya kütlesi özelliklerinin kestiriminde kullanılabilmektedir.



BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, SFH Madencilik ana nakliyat galerilerinde açıklık duraylılığının incelenerek yapısal sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında deney ve numerik modelleme yerine gözlem ve incelemelerden yararlanılmıştır.

Tez çalışmasında, öncelikle, kaya malzemesi ve kütlesi terimleri açıklanarak kömür madenlerinde uygulanan kaya kütlesi sınıflama sistemlerinden Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi (RMR), Yeniden Düzenlenen Kaya Kütle Puanlama Sistemi (M-RMR), Kömür Madeni Tavanı Puanlaması Sistemi (CMRR), Zonguldak Tavan Göçebilirlik Sınıflaması (ZTGS) ve Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) hakkında bilgiler verilmiştir.

SFH Madencilik işletme sahası hakkında bilgiler verilerek havzanın jeolojisinden ve işletme yöntemi genel olarak açıklanmıştır.

Ana nakliyat galerilerinde açıklık duraylılığının incelenmesi kapsamında ocak içerisinde yerinde gözlemler yapılmıştır. Yapılan bu gözlemlerde açıklığı çevreleyen birimler tanımlanmaya çalışılmıştır. İnceleme yapılan alan daha detaylı olarak gözlenebilmesi amacıyla +205 ana galerisi, +205/+175 ana nakliyat desandresi, +175 galerisi ve +205/+175 yeni desandre olarak 4 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelerde öncelikle yerinde gözlemler yapılarak veriler toplanmış daha sonra yapısal bölge sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Yapısal bölge sınıflandırması oluşturmak için, Marinos ve Hoek (2001) tarafından heterojen ve tabakalı kaya kütlesi koşulları için önerilen GSI abağında taşkömürü için ilave düzenlemeler yapılmıştır.

Düzenlenmiş GSI abağında A'dan F'ye kadar 6 grup yapısal bölge sınıflandırılması yapılmıştır. Süreksizlik yüzey koşuluna göre A grubu iyi olarak tanımlanmış olup GSI değeri 55, B grubu iyi olarak tanımlanmış olup GSI değeri 45, C grubu orta olarak tanımlanmış olup GSI değeri 35-40 arası, D grubu orta-zayıf olarak tanımlanmış olup GSI değeri 30-35 arası, E grubu zayıf

olarak tanımlanmış olup GSI değeri 25-30, F grubu zayıf olarak tanımlanmış olup GSI değeri 20 olarak ele alınmıştır. Su gelirinin durumuna göre bu değerlerde -5 ile -10 azaltma yapılarak GSI değerinde düzenleme yapılabilmektedir.

Daha önce sınıflandırılmış olan yapısal bölgelerde, herhangi bir su gelirinin varlığı ile söz konusu bölgede açıklığı çevreleyen birimler değişirse de GSI değerinde azalma olacaktır. Buradan hareketle ocak içerisinde de açıklığı çevreleyen yapı değişirse de su geliri nedeniyle daha kötü bir ortam koşulu ile karşılaşılacağı çıkarımı yapılabilmektedir.

SFH Madencilikte ana nakliyat galerilerinde yapılan gözlemler sonucu ile su gelirinin olduğu bölgeler de dikkate alınarak yapısal bölge sınıflamaları yapılmıştır. A'dan E grubuna kadar olan yapısal bölgeler tanımlanmış olup, F grubunu diyebileceğimiz herhangi bir bölge ile karşılaşılmamıştır.

Sonuç olarak, gözlem yapılarak incelemelerde bulunan bir yeraltı taşkömürü işletmesinde Marinos ve Hoek (2001) tarafından önerilen heterojen ve tabakalı kaya kütleleri koşulları için geçerli olan GSI abağında ilave düzenlemeler yapılarak söz konusu sahaya uygun yapısal bölge sınıfları ve GSI değerleri belirlenmesinde kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında incelenen ocağın geçmiş zamanda sürülmüş olması; kömür ve kömür çevre kayaçlarının zayıf birimlerden oluşmasından dolayı numune alınmasında zorluk yaşanmıştır. Gelecekte tez çalışması kapsamında uygun deneylerin yapılması ve nümerik modellerle çalışmanın geliştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Baltaş A** (2014) Kayaçların Sedimantolojik Yapılarının Kömür Madenciliğinde Değerlendirilmesi, *19. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, 21–23 Mayıs 2014, Zonguldak, 193–204.
- Bieniawski Z T** (1973) Engineering classification of jointed rock masses. *Trans. South African Inst. of Civil Eng.*, 15 (12): 335–344.
- Bieniawski Z T** (1989) Engineering Rock Mass Classifications, Wiley, New York. Bureau of Mines, IC: 9387. *Classification for Coal Mines*, Pittsburgh, Pa: U.S. Department of The Interior, 249 pp.
- Fişne A** (2002) Yeraltı Madenlerinde Radon Gazı Konsantrasyon Sevilерinin Belirlenmesi ve İşçi Sağlığı Üzerine Etkilerinin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 81 s.
- Gerçek H and Müftüoğlu Y V** (1993) Failure characteristics of coal measure rocks, *Proc.Int. Symp. on Assessment and Prevention of Failure Phenomena in Rock Eng.*, İstanbul, 329–334.
- Hoek E** (1995) Strength of rock and rock masses. *ISRM News Journal*, 2 (2): 4–16.
- Hoek E** (1999) Putting numbers to geology an engineer’s viewport. *Quart. J. Eng. Geology.*, 32: 1–19.
- Hoek E** (2007) Practical rock engineering. <http://www.rocscience.com>, 342 pp.
- Hoek E and Brown E T** (1980) *Underground Excavations in Rock*. Institution of Mining and Metallurgy, Stephen Austin and Sons, London, 527 pp.
- Hoek E and Brown E T** (2019) The Hoek–Brown failure criterion and GSI–2018 edition. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11 (3): 445–463.
- Hoek E and Diederichs M S** (2006) Empirical estimation of rock mass modulus. *Int. J. Rock Mech. and Mining Sci.*, 43: 203–215.
- Hoek E, Carranza–Torres C and Corkum B** (2002) Hoek–Brown failure criterion–2002 edition. *Proceedings of North American Rock Mechanics Society Meeting*, Toronto, 267–273.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hoek E, Kaiser P K and Bawden W F** (1995) *Support of Underground Excavations in Hard Rock*. Balkema, Rotterdam, 214 pp.
- Hoek E, Marinos P and Benissi M** (1998) Applicability of the Geological Strength Index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses. The case of the Athens Schist Formation. *Bull. Eng. Geol. Env.*, 57: 151–160.
- Hudson J A** (1989) *Rock Mechanics Principles in Rock Engineering Practice*. Butterworth, 72 pp.
- ISRM** (1981) *ISRM Suggested Methods: Rock Characterization, Testing and Monitoring*. Brown E T (Ed.), Pergamon Press, London, 211 pp.
- Junker M** (Ed.) (2009) *Strata control in in-seam roadways*. VGE Verlag, Essen, 2009.
- Karmis M and Kane W** (1984) An analysis of the Geomechanical Factors Influencing Coal Mine Roof Stability in Appalachia, *Proc. Sec. Int. Conf. on Stability in Underground Mining*, 6–8 August 1984, Lexington, Australia, 311–328.
- Karpuz C ve Hindistan M A** (2008) *Kaya Mekaniği İlkeleri, Uygulamaları*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Yayın No: 116, Ümit Ofset, 2. Baskı, Ankara, 346 s.
- Köken E** (2013) Zonguldak Havzası Uzunayakları için Bir Göçebilirlik Sınıflamasının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), BEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 205 s.
- Köken E** (2014) Zonguldak Taşkömürü Havzası Uzunayakları için Bir Göçebilirlik Sınıflamasının Geliştirilmesi, *Madencilik*, 53 (1–2): 3–20.
- Marinos P and Hoek E** (2000) GSI: A Geologicaly friendly tool for rock mass strength estimation, *Proceedings of the International Conferences on Geotechnical and Geological Engineering GEOENG 2000*, 19–24 November 2000, Melbourne, Australia, 1422–1440.
- Marinos P and Hoek E** (2001) Estimating the geotechnical properties of heterogeneous rock masses such as flysch, *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 60: 82–92.
- Marinos V, Marinos P and Hoek E** (2005) The geological strength index: applications and limitations, *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 64: 55–65.
- Marinos V** (2019) A revised, geotechnical classification GSI system for tectonically disturbed heterogeneous rock masses, such as flysch, *Bull. Eng. Geol. Env.*, 78: 899–912.
- Mark C and Molinda G M** (2003) The Coal Mine Roof Rating in Mining Engineering Practice, *Proc. of the Fourth Under. Coal Operators Conf.*, 12–14 February 2003, Wollongong, Australia, Aziz N (Ed.), 50–62.
- Molinda G M and Mark C** (1994) Coal Mine Roof Rating (CMRR), *A Practical Rock Mass Classification for Coal Mines*, Pittsburgh, PA: U.S. Department of The Interior, Bureau of Mines, IC: 9387, 90 pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ocakoğlu F, Şahin N ve Pulat O** (2013) *Zonguldak Taşkömürü Havzası Arazi Gezisi*, <http://jeoloji.ogu.edu.tr/Storage/Jeoloji/Uploads/Zonguldak-gezi-Dokuman%C4%B1-2013.pdf>, Ziyaret tarihi: 08.06.2018.
- Özarslan A and Köken E** (2015) Effect of water on the mechanical properties of sandstone and siltstone rocks. *Proc. Int. Mineral Resources and Mine Development Symp.*, 27-28 May 2015, Aachen, Germany, 279–293.
- Özkan İ ve Ünal E** (1996) Kaya kütleli sınıflama sistemleri üzerine kritik bir değerlendirme. *3. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 15–16 Şubat 1996, Türk Ulusal Kaya Mekaniği Derneği, Ankara, 181–193.
- Özkan İ ve Ünal E** (2012) *M – RMR (Modified - RMR) Sınıflama Sistemi (yayımlanmamış)*, Selçuk Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Konya, 23 s.
- Özkan İ, Ünal E and Ulusay R** (2012) Weak rock mass characterization by RMR and MRMR systems: A comparative study based on the cases from mines in Turkey, *EUROCK 2012 - The 2012 ISRM International Symposium - Rock Engineering and Technology for Sustainable Underground Construction*, 28–30 May 2012, Stockholm, Sweden, 68–80.
- Paşamehmetoğlu A G ve Bilgin H A** (1989) Ara rapor 1: Galerilerde Optimum patlatma düzeninin saptanması, TTK Genel Müdürlüğü Asma İşletmesi Kömür ve Kayalarının Kaya Mekaniği ve Dizayn Parametrelerinin Çıkartılmasının Araştırılması, Proje No. 88-03-05-01-04, Ankara
- Sönmez H and Ulusay R** (1999) Modifications to the geological strength index (GSI) and their applicability to stability of slopes. *Int. J. Rock Mech. and Mining Sci.*, 43: 671–676.
- TTK Karadon TİM** (2019a) *Üzülmez ve Karadon Müessesesi Rödavanslı Sahalar Sınırı Planı*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi Plan Bürosu.
- TTK Karadon TİM** (2019b) *Zonguldak Jeoloji Haritası*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi Plan Bürosu.
- TTK Karadon TİM** (2019c) *Kozlu Serisi Damar Stampları*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi Plan Bürosu.
- TTK Karadon TİM** (2019d) *SFH Madencilik 1 Nolu Ocak'ta Çalışılan Kömür Damarları*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi Plan Bürosu.
- TTK Karadon TİM** (2019e) *B8 ve B5 Kesitli Rijit Çelik Bağ Ebatları*, Türkiye Taşkömürü Kurumu Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi Plan Bürosu.
- Ulusay R** (2001) *Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler*. 4. basım, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 38, Ankara, 385 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Ulusay R ve Sönmez H (2007) *Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri*. Genişletilmiş 2. baskı, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları: 60, Kozan Ofset Matbaacılık, Ankara, 292 s.

Ünal E ve Özkan İ (1990) Determination of classification parameters for clay – bearing and stratified rock mass. *Proceedings of the 9th International Conference on Ground Control in Mining*, 4-6 June 1990, West Virginia University, Morgantown, United States, 250–259.

Ünal E, Özkan İ and Ulusay R (1992) Characterization of weak, stratified and clay – bearing rock masses, *ISRM Symposium: EUROCK '92 Rock Characterization*, 14–17 September 1992, Chester, United Kingdom, Hudson J A (Ed.), 330–335.

ZEDEM (1994) Establishment of an Industrial Support Centre in Zonguldak, Final Report, 104 pp.

BİBLİYOGRAFYA

Orhan E (1995) *Zonguldak Taşkömürü Havzası Genel Jeolojisi ve Kozlu K20/G Sondaj Kuyusu Stratigrafisi*, TUBİTAK MAM Özel Yayını, 45–66.

Şahin A N (1997) *Zonguldak Kömürlerinin Biriketlenmesi*, *Yüksek Mühendislik Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.





ÖZGEÇMİŞ

İlyas DEMİRAL 1987 yılında Giresun ilinin Tirebolu ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Tirebolu'da tamamladı. Tirebolu Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2005 yılında Zonguldak BEÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2010 yılında mezun olduktan sonra 2011 yılında BEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansı'na başladı; halen aynı Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres: Bahçelievler Mahallesi Ergenekon Sokak
No: 8 Daire: 6 Merkez/Zonguldak

Tel: 0 544 931 44 45

E-posta: demiral.ilyas@hotmail.com