

KAYA KÜTLESİ SINIFLAMA SİSTEMLERİNİN TTK KOZLU MÜESSESESİ OCAKLARINDA UYGULANMASI

APPLICATION OF THE ROCK MASS CLASSIFICATION SYSTEMS TO THE MINES OF TTK KOZLU ESTABLISHMENT

Kenan ÇOLAKf»
Yadigar V. MÜFTÜOĞLU(**)

ÖZET

Bu bildiriye, Türkiye Taş kömürleri Kurumu (TTK) Kozlu Müessesesi ocaklarında halen çalışan dokuz kömür damarının tavan kayaçlarının fiziksel, mekanik ve kütle özelliklerini, sistematik bir şekilde belirleyebilmek amacı ile yapılmış bir araştırmanın sonuçları sunulmaktadır. Bilindiği üzere, kaya mekaniği projelerinde tasarım işleminde kullanılmak üzere geliştirilmiş birçok kaya kütleli sınıflandırma sistemi vardır. Bu çalışmada, bu sistemlerden en yaygın olarak kullanılan, Q — Sistemi, RMR— Sistemi RSR— Sistemi'nden yararlanılmıştır. Ocaklarda yapılan gözlem ve ölçümler ile ,ratuvar deney sonuçları birlikte değerlendirilmiş ve üç ayrı sınıflandırma sistemi ; ' göre kaya kütleli kaliteleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, gözlenen » ;,-> a birimleri genelde orta ve zayıf kalitede kayaçlardır.

APPLICATION OF THE ROCK MASS CLASSIFICATION SYSTEMS TO THE MINES OF TTK KOZLU ESTABLISHMENT

ABSTRACT

This paper is based on a research project aimed at systematically determination of physical, mechanical and rock mass properties of the roof strata associated with the nine coal seams currently being mined at the mines of Kozlu Establishment of Turkish Hardcoal Enterprises (TTK). As known, a number of rock mass classification systems has been developed for design of rock mechanics projects. In this work the most widely used there systems namely the Q— System, RMR—System and RSR— System were utilized. The observations and measurements carried out in mines were evaluated together with the laboratory test results and the rock qualities were evaluated together with the laboratory test results and the rock qualities were defined according to those three different classification systems. According to the results derived from these evaluation, the observed rock units are generally categorized as fair or poor quality.

- Araştırma Görevlisi, H.Ü. Zonguldak Müh. Fak. Maden Müh. Böl., ZONGULDAK
- Doçent Doktor, H.Ü. Zonguldak NUh. Fak. Maden Müh. Böl., ZONGULDAK

1. GİRİŞ

Yeraltı kömür madenciliği tarihsel gelişimi itibari ile her zaman en riskli ve en zor madencilik faaliyetleri arasında yer almış olup, bu özelliği günümüzde de geçerlidir. Teknolojideki hızlı gelişmeler, ekonomik yapı, düşünceler ve tercihlerdeki değişimler, giderek artan üretim derinliği beraberinde çok değişik türde ve boyutlarda sorunlar getirmiştir. Bunlar arasında özellikle tahkimat ile ilgili sorunlar, yapılacak seçimde gerek güvenlik ve gerekse ekonomik düşüncelerin etken olması ve bunların karşılıklı etkileşimi nedeni ile büyük bir önem arz etmektedir. Diğer bilim dallarına kıyasla oldukça yeni bir bilim dalı olan kaya mekanizindeki gelişmeler ve bu bilim dalında faaliyet gösteren araştırmacıların çalışmaları bu tür sorunların çözümüne yönelmiştir.

Bazı araştırmacılar, bu konu ile ilgili sürdürdükleri çalışmalar sonucunda, yeraltında üretim faaliyetlerinin gereği olarak oluşturulan açıklıkların tahkimine yönelik uygun tahkimat yöntemi ve ekipmanın seçiminde kullanılmak üzere, değişik kaya kütlesi sınıflandırma sistemleri geliştirmişlerdir. Bu sınıflandırma sistemlerinde izlenen temel yaklaşım; kaya kütlelerinin mekanik davranışı üzerinde etkili olan yapısal, kütleli ve dayanım gibi değişik özelliklerin sayısal olarak değerlendirilmesine yöneliktir. Her bir durum için değişken olan bu tür parametrelerin ağırlıklı puanlandırılması ile açılmış olan boşluğun tahkimat gereksinimini sayısal olarak tanımlayan ve tasarım, ekipman seçimi v.b. gibi konularda bazı öneriler getiren farklı sınıflandırma sistemleri ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde, koklaşabilir özellikli taşkömür üretimini tek başına sürdürmesi açısından TTK oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu kuruma bağlı müesseseler arasında Kozlu Müessesesi, gerek üretim ve gerekse rezerv açısından küçümsenmeyecek bir dilimi oluşturmaktadır. Bu nedenle yukarıda değinilen sınıflandırma sistemleri arasından seçilen Uç ayrı sistem, öncelikle Kozlu Müessesesi ocaklarında uygulanmıştır. Bu amaçla sürdürülen bir araştırma projesinde, sınıflandırma sistemlerinin uygulanabilmesi için gerekli olan parametrelerin belirlenmesinin yanısıra,

ilk kez sistematik bir yaklaşımla üretimin sürdürüldüğü kömür damarlarının tavan kayaçlarının önemli bazı özellikleri tanımlanmaya çalışılmıştır (Çolak, 1988).

2. KOZLU MÜESSESİNİN TANITILMASI

Jeolojik açıdan çok karışık bir durum gösteren Zonguldak Taşkömür Havzasında, Hersiniyen orojenik hareketlerden etkilenmiş Paleozoik yaşlı ve Alpin orojenik hareketleri ile genel yapısını kazanmış Mesozoyik-Senozoyik yaşlı kaya birimleri bulunmaktadır. Havza, Üst Jura öncesi tektonik evrimini tamamlayarak kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmıştır.

Havzadaki kaya birimleri; temel birimler, kömürlü birimler ve örtü birimleri olmak üzere Üç grup altında toplanmaktadır. Temel birimler genelde kristalen seri, kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kömürlü birimler Alacağzı formasyonu ile başlar. Kılıç formasyonu, Kozlu formasyonu, Karadon formasyonu ve Çatakdere formasyonu ile devam eder. Formasyonlar litolojik olarak kömür, kıltaşı, silttaşı, şeyi, kumtaşı ve konglomera ardalanmasından oluşur. Bunların üzerine, Permian, Jura, Kretase ve Tersiyer yaşlı tortul kayalardan oluşan örtü tabakaları gelmektedir (Buzkan, 1988).

Çalışmanın yapıldığı Kozlu Müessesesi, Zonguldak İl Merkezinin, 5 km. batısında yer alır. +95/-560 kotları arasında, 7 ana katta üretim faaliyetleri sürdürülen müessesede, çalışmaya elverişli 22 kömür damarı vardır. Bu çalışmada, üretimin büyük bir bölümünün sağlandığı, dokuz damara ait tavan kayaçları incelenmiştir. Bu damarlar, Yiğit, Kesmeli, Domuzcu, Kurul, Hacımemiş, Sulu,, Özkan, Acılık ve Çay damarlarıdır.

Müessesede üretimin büyük bir bölümü, göçertmeli uzunayak üretim yöntemi ile sağlanmaktadır. Bazı yerlerde dolgulu uzunayak, kara tumba, dik damarlarda ise dişli ayak üretim yöntemi ile işletmecilik yapılmaktadır.

Müessesenin toplam rezerv miktarı 269.752.750 tondur. Bu rezerv TTK'nın toplam rezervin 3620'sini oluşturmaktadır. Yıllık üretim miktarı ise 820.625 ton ile TTK'nın toplam Üretiminin %26,14'ünü gerçekleştirilmektedir. Bu Üretimi sağlamak için açılan ana galeri uzunluğu ise 5986

m/yıl'dır. Bu miktar, TTK genelinin %31'ini oluşturmaktadır (İSTATİSTİK YILLIĞI 86).

3. ÇALIŞMADA İZLEMEN YAKLAŞIM

Kozlu Müessesesinde üretimin büyük bir bölümünün yapıldığı dokuz kömür damarının tavan kayaçlarının değişik sınıflandırma sistemleri uygulanarak, kaliteleri belirlenmiş ve herbir sınıflandırma sistemine göre uygulanacak tahkimat türü ve ağırlığı tesbit edilmiştir. Bu amaçla, kömür damarlarının görüldüğü, değişik katlardaki ana yollarda gözlem ve örnekleme yapılmıştır. Gözlemler sırasında dikkat edilen özellikler, sınıflandırma sistemlerinde, puanlama yapılan parametrelerdir. Alınan örnekler ise, kayaçların mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Örnekleme iki şekilde yapılmıştır. Birincisi, blok olarak örneklemedir. Burada en küçük boyutu 20 cm olan bloklardan laboratuvarında NX (54 mm) çapında karotiyerle, yeterli miktarda karot alınmıştır. Yiğit, Kesmeli, Kurul, Özkan, Domuzcu ve Acılık damarlarının tavan kayaçlarından bu şekilde örnek alınmıştır. Örneklemede kullanılan ikinci yol ise, kısa sondajlarla karot alınmasıdır. Ana yol üzerinde kurulan sondaj makinası ile galeri tavanında 2 m karotsuz ilerleme yapıldıktan sonra, 3-4 m uzunluğunda karot alınmıştır. Burada, sondajın tabakalanmaya dik olarak yapılmasına dikkat edilmiştir. Zira, sondajın *yönü* RQD ve mekanik özelliklerin doğru olarak belirlenmesinde önemli olmaktadır. Yapılan sondajların çapı BX (42 mm) dir. Hacımemiş, Sulu, Acılık ve Çay damarlarının tavan kayaçlarından bu şekilde örnek alınmış ve RQD değerleri karotların loglanmasıyla belirlenmiştir.

3.1. Ocaklarda Yapılan Ölçü ve Gözlemler

Yeraltında yapılan kazılar sonucu oluşturulan boşluğun çevresindeki kütlelerin duraylılığı, kayada mevcut olan süreksizlikler ve **ateşlemeler** sonucu oluşan ikincil çatlaklarla, açıklığın boyutuna bağlıdır.

Kaya kütlelerinin davranışını etkileyen ve bu nedenle sınıflandırma

sistemlerinin esasını oluşturan parametreler aşağıda sunulmuştur.

- Süreksizlik seti sayısı
- Süreksizliklerin konumu
- Süreksizlikler arası mesafe
- Süreksizliklerin açıklığı
- Süreksizlik duvarlarının pürüzlülüğü
- Dolgu maddesi
- Su durumu
- Ayırışma derecesi

Ocaklarda yapılan ölçüm ve gözlem sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Gözlemler sonucunda Sulu damarına ait tavan kayacının masif konglomera olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle herhangi bir yapısal süreksizlik tanımlaması yapmak mümkün olmamıştır. Kaya kütlelerinde, genellikle 3 adet süreksizlik sisteminin olduğu ve ateşlemeler sonucu yeni süreksizliklerin olduğu gözlenmiştir. Süreksizliklerin 0,2 ile 1,0 m aralıklarla bulunduğu, ayırışmanın ve dolgu maddesinin olmadığı görülmüştür. Süreksizlik duvarlarının pürüzlülüğü ise ISRM (1978 a) tanımlamalarına göre pürüzlü-düzlemsel ve pürüzlü dalgalı tanımlamasına uyduğu yine gözlemlerde anlaşılmıştır.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Sınıflandırma sistemlerinde yer alan, fakat laboratuvarında belirlenen tek parametre tek eksenli basınç dayanımıdır. Bu parametre belirlenirken ocaklardan alınan örnekler kullanılmıştır. ISRM önerilerine göre hazırlanan 7-10 adet örnek deneye tabi tutulmuş ve dayanımları belirlenmiştir (ISRM, 1978 b). Laboratuvarında ayrıca, tek eksenli basınç dayanımının, ocaklarda tahmin edilmesine yönelik olarak indeks deneyleri de uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Deney sonuçları, kayaçların tek eksenli basınç dayanımlarının 60-90 MPa arasında olduğunu göstermiştir. Bu kayaçlar, ISRM'e göre "Yüksek Dayanımlı" olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 1. TTK Kozlu Müessesesi Tavan Kayaçlarının Kütle Özellikleri

DAMAR ADI	SÜREKSİZLİK TİPİ	KONUMU Doğ./Eğim	DEVAMLILIK (m)		ARALIK (m)	YÜZÜY PÜRÜZLÜLÜĞÜ	DAMAR ADI	SÜREKSİZLİK TİPİ	KONUMU Doğ./Eğim	DEVAMLILIK (m)		ARALIK (m)	YÜZÜY PÜRÜZLÜLÜĞÜ
			Yatay	Düsey						Yatay	Düsey		
Yiğit	Katmanlaşım Düzlemi	N 26°W/50°	-	-	0.15-0.2	Pürüzlü Dalgalı	Hacimlenmiş	Katmanlaşım Düzlemi	N 15°W/26°	-	-	0.2-0.4	Düz Düzensel
	1.Ekleme Seti	N 28°E/66°	0.4	1.0	0.8-1.0	Pürüzlü Dalgalı		1.Ekleme Seti	N 20°E/60°	1	1	1	Pürüzlü Düzensel
	2.Ekleme Seti	N 65°E/40°	2.0	1.5	0.35-0.65	Pürüzlü Dalgalı		-	-	-	-	-	-
	Koyu gri Silttaşı, RQD %70, Çatlak frekansı 5, AÇIKLAMA: Ayrışma Yok, S2 Az							AÇIKLAMA: Koyu gri Silttaşı, RQD %82, Çatlak frekansı 3.3 Ayrışma Yok, Su Az					
Karameli	Katmanlaşım Düzlemi	N 80°W/25°	-	-	0.1-0.3	Düz Dalgalı	Özkan	Katmanlaşım Düzlemi	N 15°E/30°	-	-	0.1-0.4	Pürüzlü Düzensel
	1.Ekleme Seti	N 54°W/60°	0.4	0.3	0.2-0.4	Pürüzlü Dalgalı		1.Ekleme Seti	N 80°E/70°	1	1	0.2-0.3	Pürüzlü Dalgalı
	2.Ekleme Seti	N 66°E/55°	2	2	0.4-0.45	Pürüzlü Dalgalı		2.Ekleme Seti	N 50°W/50°	1	1	0.2-0.4	Pürüzlü Dalgalı
	Kiltaşı, RQD :45, Çatlak frekansı 8, AÇIKLAMA: Ayrışma Yok, Su Az							Açık gri Kumtaşı, RQD %60, Çatlak frekansı 6, AÇIKLAMA: Ayrışma yok, Su Az					
Domuzcu	Katmanlaşım Düzlemi	N 50°E/35°	-	-	0.3-0.75	Pürüzlü Düzensel	Acılık	Katmanlaşım Düzlemi	N 60°E/40°	-	-	0.2-0.5	Pürüzlü Dalgalı
	1.Ekleme Seti	N 60°W/70°	2	2	0.2-0.7	Pürüzlü Dalgalı		1.Ekleme Seti	N 20°W/60°	1	1	0.3-0.7	Pürüzlü Dalgalı
	2.Ekleme Seti	N 10°W/90°	2	2	0.2-0.5	Pürüzlü Dalgalı		2.Ekleme Seti	N 80°W/75°	1	1	0.4-0.6	Pürüzlü Dalgalı
	Açık gri Kumtaşı, RQD %86, Çatlak frekansı 3.5, AÇIKLAMA: Ayrışma Yok, Su Az							Açık gri Kumtaşı, RQD %81, Çatlak frekansı 5, AÇIKLAMA: Ayrışma Yok, Su Az					
Kurul	Katmanlaşım Düzlemi	N 50°W/35°	-	-	0.25-0.30	Pürüzlü Dalgalı	Çay	Katmanlaşım Düzlemi	N 65°E/32°	-	-	0.4-0.5	Pürüzlü Dalgalı
	1.Ekleme Seti	N 60°E/90°	2	2	0.25-0.30	Pürüzlü Dalgalı		1.Ekleme Seti	N 20°E/35°	2	2	0.3-0.5	Pürüzlü Dalgalı
	2.Ekleme Seti	N 24°E/48°	2	2	0.35-0.66	Pürüzlü Dalgalı		2.Ekleme Seti	N 25°W/55°	1	1	0.5-0.6	Pürüzlü Dalgalı
	Açık gri Kumtaşı, RQD %90, Çatlak frekansı 4, Ayrışma Yok, Su Az							Açık gri Kumtaşı, RQD %78, Çatlak frekansı 3.5, Ayrışma Yok, Su Az					

Çizelge 2. TTK Kozlu Müessesesi Tavan Kayaçları İndeks Deney Sonuçları

DAMAR ADI	KAYAÇ TÜRÜ	TEK EKSENLİ BASINÇ DAY. (MPa)	ÇEKME DAYANIMI (MPa)	KONİK UÇLU DELİCİ İNDEKS DEĞERİ	SCHMİDT ÇEKİCİ DEĞERİ	NOKTA-YÜK DAYANIMI İNDEKS DEĞERİ (I _{s50})	KURU YOĞUNLUK (kg/m ³)
Yiğit	Silttaşı	88	8.3	3.83	46	3.18	2632
Kesmeli	Kiltaşı	69	4.7	2.84	46	-	2584
Domuzcu	İnce taneli kumtaşı	59	6.4	3.68	44	2.50	2556
Kurul	İnce taneli kumtaşı	67	8.9	4.99	47	3.56	2544
Hacımeniş	Silttaşı	78	8.17	3.27	53	-	2545
Sulu	Konglomera	76	6.3	3.69	59	2.06	2538
Özkan	Orta taneli kumtaşı	58	5.3	4.84	48	2.88	2470
Acılık	İnce taneli kumtaşı	77	8.0	4.19	52	2.62	2606
Çay	İnce taneli kumtaşı	87	10.34	5.0	57	4.73	2621

Deney sonuçlarına göre, Brazilian çekme dayanımı 4,5 ile 10,5 MPa arasında değişmektedir. Basma dayanımı-Çekme dayanımı oranı ise ortalama 10,25 + 2,25 olarak bulunmuştur. Kayaçların kuru yoğunluklarının ise 2450 - 2650 kg/m³ arasında değiştiği görülmüştür. N- tipi Schmidt çekici ile alınan değerlerin 40-60 arasında olduğu ve basınç dayanımı ile arasında, korelasyon-katsayısı 0,81 olan, Eşitlik 1'deki ilişki gözlenmiştir.

$$\sigma_c = 1,5 \times R_n - 4,87 \quad (1)$$

Burada; σ_c = Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)

R_n = Schmidt çekici değeridir,

Schmidt çekici değerleri Poole ve Farmer (1980)'in tanımladıkları

tekrarlamalı yöntem uygulanarak belirlenmiştir.

4. SINIFLANDIRMA SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI

4.1. Q-Sistemi

Q- Sistemi Norveç'te geliştirilmiş galeri tahkimatının tasarımına imkan veren bir sistemdir. Sınıflamanın temeli altı parametreye dayanır.

- 1- Kaya kalitesi tanımı (RQD)
- 2- Eklem takım sayısı (Jn)
- 3- Eklem pürüzlülük değeri (Jr)
- 4- Eklem ayrışma sayısı (Ja)
- 5- Eklem suyu azaltma faktörü (Jw)
- 6- Gerilme azaltma faktörü (SRF)

Yukarıdaki parametrelerin yerinde gözlenmesi ve araştırmacılar tarafından önerildiği şekilde değerlendirilmesi ile Eşitlik 2 kullanılarak 0 değeri bulunur.

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

Tahkimatın belirlenmesinde Q değeri ile açıklığın eşdeğer boyutu değerlendirilir. Eşdeğer boyut Eşitlik 3'den hesaplanır.

$$De \text{ (Eşdeğer boyut)} = \frac{\text{Kazı genişliği veya yüksekliği}}{\text{Kazı tahkimat oranı (ESR)}} \quad (3)$$

Kazı tahkimat oranı, kalıcı maden açıklıkları (ör. ana yollar) için 1,6 olarak önerilmektedir. Yukarıdaki parametreler ve eşdeğer boyut birlikte değerlendirilerek, kayaç kalitesi ve tahkimat türü belirlenir (Barton et al.,1974).

4.2. Jeo mekanik Sınıflama (RMR)

Bieniawski (1973)'nin geliştirmiş olduğu sınıflandırma sisteminin yeraltı açıklıklarının tasarımında yetersiz olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından ileri sürülmüştür. Bu nedenle Laubscher (1977) kendi tecrübelerini de katarak RMR sistemini yeraltı açıklıkları için yeniden düzenlenmiştir. RMR sisteminde kullanılan parametreler şunlardır.

- Kaya kalitesi tanımı (RQD)
- Tek eksenli basınç dayanımı (1RS)
- Eklemler arası mesafe
- Eklem durumu
- Yeraltı suyunun durumu

Sistemde bu parametreler önerilen puanlamaya göre değerlendirilmekte ve kaya kalitesi sınıfı belirlenmektedir. Daha sonra bu parametreler, yeraltı gerilmeleri, oluşan blokların şekli, ateşleme tekniğine göre düzeltilmekte ve düzeltilmiş kaya sınıfı belirlenmektedir. Son olarak iki kalite sınıfının değerlendirilmesinden, tahkimat kategorisi belirlenmektedir (Laubscher, 1977).

4.3. Kaya Yapısı Puanı (RSR)

Wickham ve Tiedemann tarafından önerilen sınıflamada, jeoteknik ve kazı ile ilgili veriler değerlendirilir.

a- Jeoteknik veriler

- Jeolojik yapı
- Kaya türü
- Eklemlerin türü
- Eklemler arası mesafe
- Eklemlerin durumu
- Yeraltı suyu

b- Kazı ile ilgili veriler

- Galerinin boyutları
- Kazı ilerleme yönü
- Kazı metodu

Yukarıda sunulan parametrelerin araştırmacılar tarafından önerilen puanlamaya göre değerlendirilmesi ile RSR puanı elde edilir. 3, 6, 7 ve 10 m çapında açılan galeriler için hazırlanan abaklar kullanılarak, tahkimatın boyutlandırılması yapılır (Wickham and Tiedemann, 1974).

4.4. Sınıflandırma Sistemlerinden Elde Edilen Sonuçlar

Sınıflandırma sistemleri -500 m'de ve damar doğrultusuna dik konumda açılan, 6 m genişliğindeki bir galeride uygulanmıştır. Bu galeri üzerinde dokuz kömür damarının ard arda sıralandığı kabul edilerek, bu damarların tavan kayaçlarının kalitesi ve bu kayaçlar için uygulanacak tahkimatın kalitesi belirlenmiştir. Sınıflandırma sistemlerine göre kaya birimlerinin değerlendirilmesi Çizelge 3-5'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre Q- Sistem, RSR ve RMR sınıflamaları arasında oldukça iyi ilişkiler gözlenmiştir. Q- Sistem ile RMR arasında korelasyon katsayısı 0,87 olan ve eşitlik 4'de verilen ilişki gözlenmiştir.

Çizelge 3. Kayaçların Kaya Yapısı Puanı Sistemine Göre Değerlendirilmesi

DANAR ADI	KAYA TÜRÜ	PARAMETRE "A"	PARAMETRE "B"	PARAMETRE "C"	TOPLAM PUAN
Yığıt	Silttaşı	sedimenter sert orta süreksiz 13	doğr. dik ilerl. orta eklemlili eğimli 23	13 - 44 arası orta akış iyi 15	51
Kemali	Silttaşı	sedimenter orta sert çok süreksiz 7	doğr. dik ilerl. sıkışık ek. eğimli 14	13 - 44 arası orta akış orta 11	32
Düğünce	Kumtaşı	sedimenter orta sert orta süreksiz 12	doğr. dik ilerl. orta bloklu eğimli 28	13 - 44 arası orta akış iyi 15	55
Karui	Kumtaşı	sedimenter orta sert orta süreksiz 12	doğr. dik ilerl. orta eklemlili eğimli 23	13 - 44 arası orta akış iyi 15	50
Hacımemiş	Silttaşı	sedimenter sert orta süreksiz 13	doğr. dik ilerl. orta bloklu eğimli 28	13 - 44 arası orta akış iyi 15	56
Sulu	Konglomera	sedimenter sert masif 27	doğr. dik ilerl. masif --- 36	45 - 75 arası orta akış --- 21	84
Üskan	Kumtaşı	sedimenter orta sert orta süreksiz 12	doğr. dik ilerl. orta eklemlili eğimli 23	13 - 44 arası orta akış iyi 15	50
Acılık	Kumtaşı	sedimenter sert orta süreksiz 13	doğr. dik ilerl. orta bloklu eğimli 28	13 - 44 arası orta akış iyi 15	56
Çay	Kumtaşı	sedimenter sert orta süreksiz 13	doğr. dik ilerl. orta bloklu eğimli 28	13 - 44 arası orta akış iyi 15	56

Çizelge 4. Kayaçların Q- Sistemine Göre Değerlendirilmesi

DAMAR ADI	KAYA TÜRÜ	RQD/J_n	J_r/J_a	J_w/SRF	$D_e = B/ESR$	Q	TAHKİMAT KATEGORİSİ
Yiğit	Silttaşı	70/9	2/1	0.66/5	6/1.6	1.54	21
Kesmeli	Kiltası	45/12	2/2	0.66/5	6/1.6	0.495	26
Domuzcu	Kumtaşı	86/9	3/2	0.66/5	6/1.6	1.89	21
Kurul	Kumtaşı	90/9	3/2	0.66/5	6/1.6	3.00	21
Hacımemiş	Silttaşı	82/6	2/2	0.66/5	6/1.6	2.73	21
Sulu	Konglomera	100/1	4/1	0.66/5	6/1.6	80.0	-
Özkan	Kumtaşı	60/12	2/2	0.66/5	6/1.6	0.66	25
Acılık	Kumtaşı	81/9	3/1	0.66/5	6/1.6	3.56	21
Çay	Kumtaşı	78/9	3/1	0.66/5	6/1.6	3.42	21

Çizelge 5. Kayaçların Jeomekanik Sınıflama Sistemine Göre Değerlendirilmesi

DAMAR ADI	KAYA TÜRÜ	(RQD) PUANI	(IRS) PUANI	SEKİL HESAPLARI (n) PUANI	SEKİL DÜZLÜĞÜ PUANI	YERALTI SUYU PUANI	TOPLAM PUAN	ORJİNAL SINIF	DÜZELT. PUAN	DÜZELT. SINIF	TAKSİMAT KATEGORİSİ
Yığıt	Silttaşı	(70) 15	(68) 6	0.2,0.5,0.8 11	Pürüzlü Dalgalı 9	Biraz nemli 7	48	Orta 3B	35	Zayıf 4A	c,d e
Keseli	Silttaşı	(45) 9	(69) 5	0.2,0.3,0.4 6	Düzensiz Dalgalı 3.8	Biraz nemli 7	31	Zayıf 4A	22	Zayıf 4B	f,g j
Düzensiz	Kumtaşı	(66) 16	(59) 4	0.35,0.45,0.55 11	Pürüzlü Dalgalı 9	Biraz nemli 7	48	Orta 3B	35	Zayıf 4A	c,d e
İzolu	Kumtaşı	(80) 18	(67) 5	0.3,0.4,0.4 6	Pürüzlü Dalgalı 4.8	Orta basınçlı 4	38	Zayıf 4A	27	Zayıf 4B	f,g j
Hacimsiz	Silttaşı	(82) 19	(78) 5	0.3,1.0 19	Düzensiz Dalgalı 12	Orta basınçlı 4	58	Orta 3A	42	Orta 3B	b
Sulu	Konglomera	(100) 20	(76) 5	25	23	Orta basınçlı 4	77	İyi 2A	55	Orta 3A	a
Özkan	Kumtaşı	(60) 13	(58) 4	0.25,0.3,0.3 6	Pürüzlü Dalgalı 4.8	Orta basınçlı 4	32	Zayıf 4A	23	Zayıf 4B	f,g j
Acıkk	Kumtaşı	(81) 18	(77) 5	0.35,0.5,0.5 11	Pürüzlü Dalgalı 9	Orta basınçlı 4	47	Orta 3B	34	Zayıf 4A	c,d e
Çay	Kumtaşı	(78) 18	(87) 6	0.4,0.45,0.55 11	Pürüzlü Dalgalı 9	Orta basınçlı 4	48	Orta 3B	34	Zayıf 4A	c,d e

$$RMR= 27,52 \times Q^{0,267} \quad (4)$$

RMR ile RSR arasında gözlenen ilişkinin ise, elde edilen korelasyon katsayısının 0,94 olduğu dikkate alındığında daha iyi olduğu söylenebilir (Eşitlik 5).

$$RSR= 6,9 + 1,35 RMR \quad (5)$$

Sınıflandırma sistemleri arasında en iyi ilişki ise RSR ile Q- Sistemi arasındadır (Eşitlik 6). Bu durum için elde edilen korelasyon katsayısı 0,97 dir.

$$RSR= 9,491 \ln Q + 43,908 \quad (6)$$

4.5. Sınıflandırma Sistemleri Sonuçlarının Karşılaştırılması

Aynı koşullar için Uç ayrı sınıflandırma sisteminin önerdiği tahkimatlar belirlenerek Çizelge 6'da özetlenmiştir. Sınıflandırma sistemleri arasında iyi ilişkiler olmasına rağmen önerilen tahkimat kaliteleri arasında değişiklikler bulunmaktadır. Tahkimat açısından, RMR sisteminin daha tutucu ve ağır tahkimat önerdiği gözlenmiştir. RSR sistemi ise RMR'in tersine oldukça hafif tahkimat türü önermektedir. Q- Sistemi ise diğer iki sistemin önerdiği tahkimatların arasında öneriler getirmektedir.

S. SONUÇ

Kozlu Müessesesinde çalışılan dokuz kömür damarının, tavan kayaçları üzerinde, yerinde ve laboratuvarında yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek Uç ayrı sınıflandırma sistemine göre kaya ve tahkimat türleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sınıflandırma sistemleri arasında iyi bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Ancak 16 m² kesitli bir galeri için önerilen tahkimat tipleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre RMR sistemi diğerlerine

Çizelge 6. Sınıflandırma Sistemlerine Göre Herbir Kayaç İçin Önerilen Tahkimat Tipleri

DANAR ADI	KAYAÇ TÜRÜ	TAHKİMAT TİPİ		
		Q - SİSTEM	RMR	RFR
Yiğit	Silttaşı	1 m aralıklarla kaya splanması	0.75 m aralıklarla kaya splanması	1 m aralıklarla kaya splanması (25 mm) veya 1.2 m aralıklarla bağ (hafif)
Kesmeli	Kilttaşı	1 m aralıklarla kaya splanması + 75 mm püskürtme beton	0.75 m aralıklarla kaya splanması + 100 mm püskürtme beton	1 m aralıklarla 32 mm çapında kaya splanması veya 1 m aralıklarla bağ (ağır)
Kurul	Kumtaşı	1 m aralıklarla kaya splanması	0.75 m aralıklarla kaya splanması + 100 mm kalınlıkta püskürtme beton	1 m aralıklarla kaya splanması veya 1.2 m aralıklarla bağ (hafif)
Domuscu	Kumtaşı	1 m aralıklarla kaya splanması	0.75 m aralıklarla kaya splanması	1.25 m aralıklarla kaya splanması veya 1.5 m aralıklarla bağ (hafif)
Hacimsiz	Silttaşı	1 m aralıklarla kaya splanması	1 m aralıklarla kaya splanması	1.25 m aralıklarla kaya splanması veya 1.5 m aralıklarla bağ (hafif)
Sulu	Konglomera	Tahkimat gerekmez	Tahkimat gerekmez	Tahkimat gerekmez
Özken	Kumtaşı	1 m aralıklarla kaya splanması + 50 mm kalınlıkta püskürtme beton	0.75 m aralıklarla kaya splanması + 100 mm kalınlıkta püskürtme beton	1 m aralıklarla kaya splanması veya 1.2 m aralıklarla bağ (hafif)
Aozluk	Kumtaşı	1 m aralıklarla kaya splanması	0.75 m aralıklarla kaya splanması	1.25 m aralıklarla kaya splanması veya 1.5 m aralıklarla bağ (hafif)
Çay	Kumtaşı	1 m aralıklarla kaya splanması	0.75 m aralıklarla kaya splanması	1.25 m aralıklarla kaya splanması veya 1.5 m aralıklarla bağ (hafif)

göre oldukça ağır sayılabilecek tahkimatlar önermektedir.

Ocaklarda, GI 110 çelik bağların kullanıldığı ve bağ aralıklarının 0,7 ile 1,0m arasında olduğu gözlenmiştir. Sınıflandırma sistemlerine göre Kesmeli damarının tavan kayacı için, bu tahkimatın normal olduğu ancak diğer kaya birimleri için bu mesafenin 1,25 m'ye kadar çıkarılabileceği görülmektedir.

Galeri tahkimatı olarak kaya saplamalarının kullanılması durumunda ise, genellikle 1,0 m aralıklarla sistematik olarak yerleştirilen saplamaların yeterli olacağı ancak, bazı çok zayıf bölgelerde püskürtme beton ile takviye edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmanın yürütülmesi sırasında gösterdikleri yardım ve ilgi nedeniyle TTK Kozlu Müessesesi idari ve teknik personeline teşekkürü borç bilir.

KAYNAKLAR

- BARTON, N., LIEN, R. and LUNDE, J., 1974; "Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support", Rock Mechanics, Vol. 6/4, pp. 189-236.
- BIENIAWSKI, Z.T., 1973; "Engineering Classification of Jointed Rock Masses", Trans. S. Afr. Instn. Civ. Engrs, Vol. 15, pp. 335-344.
- BUZKAN, İ., 1988; "Kuzçy-Batı Anadolu Taşkömür Havzası Karadon Bölgesinde Bazı Kömür Damar Kalınlıklarının Jeostatistiksel İrdelenmesi", Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak, Cilt 1, S. 481-495.
- ÇOLAK, K., 1988; "TTK Kozlu Müessesesi Kömür Çevre Kayaçlarının Mühendislik Özelliklerinin Etüdü", H.Ü. Zonguldak MUH. Fak. Maden MUH.BölümU Zonguldak, 111 s.
- _____, İstatistik Yıllığı, 1986; Türkiye TaşkömürU Kurumu Genel Müdürlüğü, Zonguldak.
- ISRM, 1978 a; " Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses", Int. J. Rock Mech. Min. Sei. and

Geomech. Abstr. Vol. 15, pp. 319-368.

ISRM, 1978 b; "Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials", Int. J. Rock Mech. Min. Sei. and Geomech. Abstr., Vol. 16, pp. 135-140.

LAUBSCHER, D.H., 1977; "Geomechanics Classification of Jointed Rock Masses - Mining Applications", Trans. Inst. of Min. and Metal., Vol.86, pp. A 1-8.

POOLE, R.W. and FARMER, I.W., 1980; "Consistency and Repeatability of Schmidt Hammer Rebound Data During Field Testing", Int. J. Rock Mech. and Min. Sei. and Geomech. Abstr., Vol. 17. pp. 167-171.

WICKHAM, G.E. and TIEDEMANN, H.R., 1974; "Ground Support Prediction Model (RSR Concept)", Report to the Advanced Research Project Agency, Dept. of Defense, Contract No. Bu. of Mines H 0220075, NTIS N. AD 773 018.

