

**TTK ASMA-DİLAVER KÖMÜR ÇEVRE KAYAÇLARININ  
CERCHAR AŞINDIRICILIK İNDEKS ÖZELLİKLERİNİN VE  
MEKANİK KAZILABİLİRLİKLERİNİN İRDELENEMİSİ**

**DETERMINATION OF CERCHAR ABRASIVITY INDEX  
PROPERTIES AND ASSESSMENT OF MECHANICAL CUTTABILITY  
OF COAL MEASURE ROCKS AT THE TTK ASMA-DİLAVER  
COLLIERY**

**Olgay YARALI**, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Müh. Fak., 67100 Zonguldak*  
**Ferit AVCI**, *TTK Üzülmöz Müessesesi, 67600, Zonguldak*

**ÖZET**

Bu çalışmada, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Üzülmöz Taşkömürü Müessesesi (ÜTİM) Asma-Dilaver İşletmesi kömür çevre kayaçlarının aşındırıcılık özellikleri araştırılmış ve mekanik olarak kesilebilirlikleri yorumlanmıştır.

Kayaç örneklerinin mekanik, indeks ve petrografik özelliklerini belirlemek için ZKÜ-ZEDEM Laboratuvarında deneyler yapılmıştır. Ayrıca, kayaçların aşındırıcılığını tespiti için bir Cerchar aşınma indeks deney düzeneği kurulmuştur. Kayaçların mekanik ve petrografik özellikleriyle Cerchar aşınma indeks (CAI) değerleri karşılaştırılmıştır.

**ABSTRACT**

In this study is to investigation the abrasivity properties of coal measure rocks at Asma-Dilaver Mine of Üzülmöz Hard Coal Institution (ÜTİM) of Turkish Hard Coal Enterprise (TTK) have been investigated and mechanical cuttabilities were interpreted.

An experimental study was carried out at the Laboratory of ZKÜ-ZEDEM in order to determination of the mechanical, index and petrographical features of the rock-samples. In addition, a special device for a Cerchar abrasivity index experiment device was developed in order to determine the abrasivity of rocks. Mechanical and petrographical properties of rocks have been compared with Cerchar abrasivity index (CAI) values.

## 1.GİRİŞ

Madencilik sektöründe montaj ve işletme kolaylıklarından dolayı, çoğunlukla manevra kabiliyeti yüksek olan ve çalışma şartlarına daha kolay uyum sağlayan, kollu tip galeri açma makineleri kullanılmaktadır. Kollu tip galeri açma makinelerinde kazı işlemi döner kafa üzerindeki kesici uçlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu uçlar makine gücünü kayaca doğrudan ileten elemanlar olarak önem kazanmaktadır. Bu sebeple, mekanize kazının başarılı olabilmesi tamamen kesici uçların performansına bağlıdır ve ekonomik başarısının anahtar faktörü kesici uç maliyetleri ile ilerleme hızlandır. Sert ve aşındırıcı kayalarda uç aşınmaları çok yüksek oranlara erişir, bu da önemli teknik ve ekonomik problemlere sebep olur (Altınoluk, 1989).

Daha hızlı ve daha fazla cevher üretiminde mekanik kazı sistemleri kaçınılmaz olmaktadır. Kayaçla devamlı temasta olan herhangi bir keski, bir süre sonra aşınmakta ve kullanılmaz hale gelmektedir. Keski masraflarının tüm kazı maliyetinin 1/3'üne vardığı durumlara da rastlanmaktadır. Diğer önemli bir hususta, keski korleştikçe gelen kuvvetlerin veya birim hacimdeki kayacı kesmek için gerekli enerjinin nasıl değiştiğinin anlaşılmasıdır. Bu nedenle, bir kazı sistemi tasarımılandırılmadan, kazı yapılacak formasyonların aşındırıcılık özellikleri tespit edilmeli ve ne kadar keski harcanacağı tahmin edilmelidir (Bilgin, 1982).

Havza'ya yönelik kömür çevre kayaçlarının aşındırıcılık özelliklerinin belirlenmesi konusunda yapılan araştırma sayısı oldukça sınırlıdır (Bilgin, 1982 , Cerman,1988 , Arı, 1990 , Eskikaya, et. all.,2000 , Avcı, 2001). Yapılan bu çalışma genel olarak Zonguldak Taşkömür Havzasının, özel olarak Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Üzülmüş Müessesesi Asma-Dilaver işletmesi kömür çevre kayaçlarının aşındırıcılık özelliklerinin belirlenmesine yöneliktir. Bu çalışma için Cerchar aşınma indeks deney aleti yaptırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Özel olarak yaptırılan Cerchar aşınma indeks deney aleti.

Cerchar aşınma indeksi deneyi ilk olarak Fransa'da Cerchar Araştırma Enstitüsü'nde 1971 yılında (Research Institute Cerchar of the Charbonnages de France) bulunmuş ve sonuçlar Valantin (1974) tarafından yayınlanmıştır (Heiniö'den, 1999).

Cerchar aşınma indeksi deneyi; 160 kg/mm<sup>2</sup> çekme dayanımı olan 90° tepe açılı konik bir uç 7 kg bastırma kuvveti ile gayri muntazam örnek üzerinde yaklaşık bir saniye sürede 1 cm çekilmekle ve uçta oluşan aşındırma yüzeyi kayaç örneğinin aşındırıcılığı vermektir. Konik uç, En 24-25 çeliğinden 610±5 Vickers sertliğinde olmalıdır. Konik uç mikroskop altında incelenerek aşınması 1/10 mm hassasiyetinde ölçülür. Tespit edilen aşınma miktarı kayacın aşındırıcılığı olarak kabul edilir (Evenden, 1983).

Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği (International Society of Rock Mechanics), 3 Eylül 1987 yılında Montreal'de yaptığı toplantıda kaya mekaniğinde kayaçların kesilebilirliği, delinebilirliği ve kazılabilirliği konularında Cerchar aşınma ve Cerchar sertlik indeks deneylerinin standart kaya mekaniği deneyi olarak uygulanmasını önermiştir (ISRM, 1987; Bilgin, 1989).

Özel olarak yaptırılmış olan Cerchar aşınma deney aletinde kullanılan uçlar, TTK Maden Makinaları Fabrikası'nda imal edilmiştir. Uç malzemesi; EN 24-25 çeliği olup 10 mm çapında ısıtma işlemiyle 610 Vickers veya Rockwell C55 sertliğine getirilmiştir. Aşınma deneylerinde her kayaç örneği için 6 adet uç kullanılmıştır.

Yapılan bu çalışma, önümüzdeki yıllarda havzada mekanize kazı uygulamasına geçildiği takdirde gerekli ekipmanın (kollu galeri açma makinası, uç tipi vb.) seçiminde yardımcı olacaktır.

## 2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Bu çalışmada, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Üzümler Taşkömürü İşletme Müessesesi (ÜTİM) Asma-Dilaver işletmesi kömür çevre kayaçlarının aşındırıcılık özelliklerinin belirlenmesi amacıyla üç farklı lağımdan ve Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (ZKÜ) Hastanesinin bulunduğu mevkiinden kayaç örnekleri alınmıştır. Örneklerin alındığı yerler Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alım yerleri.

Örneklerin alındığı yer	Örnek adı
-170 4. Kuzey Kurul Geçiş Lağımı (Asma)	Sılttaş
-170 505 Desandre Lağımı (Asma)	iri taneli kumtaş
-170 3.5 Kuzey Lağımı (Asma)	ince taneli kumtaş
ZKÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Zemini	Kireçtaş

Örneklerin alınmasında ve laboratuvar çalışmalarında Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği (ISRM) standartlarına uyulmuştur. Dayanım ve indeks deneylerinde "NX" (s 54 mm) çapında karot örnekleri üzerinde çalışılmıştır.

## 2.1 Petrografik Tanımlamalar

Petrografik tanımlamalar olarak, kayaç türü, mineralojik bileşim, tane boyut dağılımı, kuvars oranı, kuvars tane boyutu, küresellik durumu (geometrisi) ve çimento maddesi gibi çeşitli parametreler belirlenmiştir. Bu parametrelerle ilgili değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kayaçlara ait petrografik tanımlama sonuçları (Buzkan, 2001 ; Avcı, 2001).

Kayaç Türü	Mineralojik Bileşim (%)	Küresellik (%)	Tane Dağılımı (µm) %	Ort K. T. Boyutu (µm)	Çimento Türü
W H J M O	Q : 73 F : - K : 17 M : 3 O : 7	A : 12 SA: 67 R : 3 SR: 18	20-60 :70 60-200 :28 200-600 :2	72	Karbonat
W Z S H A	Q : 70 F : - K : 20 M : 5 O : 5	A : 3 SA: 52 R : SR: 45	20-60 :7 60-200 :37 200-600 :56	205	Kil
J 2g H	Q : 73 F : - K : 24 M : O : 3	A : 12 SA: 49 R : SR: 39	20-60 :5 60-200 :65 200-600 :30	288	Kil
K I R E Ç H	Q : ** F : - K : M : O : - Ca : 100	A : SA: R : 85 SR : 15	- - - -	25*	-

\*Kuvars tane ebadı 0,035 mm den küçükse Ort. K. T. Boyutu 25 u kabul edilir (Bilgin, 1989)

\*\*Aşınma indekslerinin elde edilmesinde kullanılmak üzere kuvars miktan %12 alınmıştır (Buzkan, 1989; An, 1990).

Q: Kuvars, F: Feldspat, K: Kayaç parçası, M: Mika, O: Opak madde, Ca: Karbonat, A: Köşeli, SA: Yarı köşeli, R: Yuvarlak, SR: Yarı yuvarlak Ort.K.T : Ortalama Kuvars Tane Boyutu

## 2.2 Deneysel Çalışmalar

Arazide ve laboratuvarında yapılan deneysel çalışmaların sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Arazi çalışmalarında, Schmidt sertlik indeks deney aletiyle (N tipi) silttaşı, iri taneli kumtaşı ve ince taneli kumtaşı formasyonlarında ölçümler yapılmıştır.

Çizelge 3. Arazi ve laboratuvara ait deney sonuçları (Avcı,2001).

Kayaç Türü	KDK	»e (MPa)	«t (MPa)	Nokta Yüğü Dayanımı				**Schmidt Sertlik		Shore Sertlik		P (g/cm <sup>3</sup> )	CAI (ort.)	F N/mm	Suda Dağılma Dayanımı	
				Is//	Is(S0)//	IsI	Is(50)I.	Ort.	**c(sch) (MPa)	Ort.	Oc(sdı) (MPa)				Id-1 %	Id-2 %
Silttaşı	0,77	61,51 ± 22,76	8,63± 1,76	1,67 ± 0,46	1,73 ± 0,48	5,14 ± 1,35	5,08 ± 1,32	36,90	42,50	26,8 ± 4,60	52,39	2,69 ± 0,08	1,10	0,46	99,47	99,36
iri Taneli Kumtaşı	0,42	85,54± 7,19	7,93± 0,72	6,01 ± 0,54	6,21 ± 0,56	3,77 ± 0,98	3,79 ± 0,89	53,45	56,00	43,0 ± 5,62	109,74	2,66 ± 0,01	2,50	1,69	99,88	99,57
ince Taneli Kumtaşı	0,77	87,36± 20,76	8,71± 1,40	4,14 ± 0,54	4,27 ± 0,56	5,75 ± 2,17	5,86 ± 2,21	50,10	67,50	43,9 ± 6,62	112,93	2,63 ± 0,02	1,60	1,27	99,57	99,48
Kireçtaşı	0,73	120,4± 3,59	8,71± 1,40	4,82 ± 0,79	4,99 ± 0,82	7,56 ± 3,68	6,88 ± 2,62	-	-	44,3 ± 3,21	114,34	2,65 ± 0,04	0,90	0,03	99,52	99,28

KDK: Kayaç dayanım katsayısı o<sub>c</sub>: Tek eksenli basınç dayanımı p: Yoğunluk o<sub>c</sub>:Çekme dayanımı F : Schimazek aşınma indeksi CAI: Cerchar aşınma indeksi

\*\*Arazide yapılan deney sonuçlarını göstermektedir (N tipi Schmidt çekici ve tekrarlamak yöntem kullanılmıştır)

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çizelge 3'de verilen arazi ve laboratuvar sonuçları değerlendirilmiştir. Buna göre :

ISRM (1978)'e göre Schmidt sertlik ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde; silttaşının orta sertlikte, ince taneli kumtaşının oldukça sert ve iri taneli kumtaşının sert-oldukça sert olduğu görülmektedir.

Shore sertliği indeks deney sonuçları ISRM'ye (1977a) göre sınırlandırıldığında silttaşının orta dayanım sınıfında, diğerlerinin yüksek dayanım sınıfında yer almaktadır.

Suda dağılma dayanımı indeks verileri ISRM'ye (1977b) göre değerlendirildiğinde, incelenen kayaç türlerinin hepsinin çok yüksek sınıflamada olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin gerçek yoğunlukları ölçülmüştür. Bu değerler, Havza için yapılan önceki çalışmalarda bulunan sonuçlara benzer yakınlıktadır.

Nokta yükü dayanım sonuçları ISRM'ye (1985) göre dayanım anizotropileri bulunmuştur. Buna göre, silttaşının orta dayanımda ve anizotropik olduğu, diğer kayaç türlerinin yüksek dayanımda ve yarı anizotropik olduğu belirlenmiştir.

Kayaç dayanım katsayısının (KDK) tespiti için yapılan deney sonucu bulunan değerler Baş (1993)'ün bulduğu sonuçlarla benzerdir.

Kaya birimlerinin tek eksenli basınç dayanımlarının 60 MPa ile 120 MPa arasında değiştiği ve ISRM'e (1980) göre, bu formasyonların dayanımlarının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Formasyonların tek eksenli dolaylı çekme (Brazilian) dayanımlarının 8-9 MPa arasında değişmektedir. Kazı makinalarının randımanının, kayaçların kırılganlığına bağlı olduğu kanıtlanmıştır. Kayacın  $a_c / o_i$  oranı bunun bir ölçütü olarak kabul edilmektedir (Gehring, 1974: An'dan, 1990). Bu çalışmada kumtaşlarının  $a_c / a_t$  oranı 10 olarak bulunmuştur ve bu da formasyonların fazla kırılgan olmadığını, dolayısıyla kazı randımanının da yüksek olamayacağını göstermektedir. Silttaşında bu oran 7,13'dür ve 10 sayısından küçüktür. Bu durum, kayacın sünümlü olduğunu dolayısıyla kazı randımanının düşük olacağını göstermektedir. Kireçtaşı için  $o_c / o_i$  oranı 13,82'dir ve 10 sayısından büyüktür. Bu formasyon kırılgandır ve kazı randımanı diğerlerine göre yüksek olduğu saptanmıştır.

Bulunan CAI sonuçları; Becker ve Lemmes (1984) ile Heiniö (1999) tarafından çeşitli kaya birimleri için bulunan CAI değerleri ile uyumludur. Atkinson et al.'a (1986) kayaçların CAI sınıflamasına göre, iri taneli kumtaşının biraz aşındırcı, ince taneli kumtaşının az aşındırcı, kireçtaşı ve silttaşının ise çok az aşındırcı olduğu söylenebilmektedir.

Cerman (1988), Amasra Kömür Havzası için yapmış olduğu Cerchar aşınma indeks deney sonuçlarıyla bu çalışmadan elde edilen CAI değeri birbirine çok yakındır.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen değerler arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Çizelge 4'de birbirleriyle ilişki kurulmaya çalışılan büyüklükler gösterilmiştir.

Çizelge 4. İlişki kurulan büyüklükler (Avcı,2001).

	Schmidt	Shore	I <sub>s//</sub>	I <sub>sL</sub>	KDK	σ <sub>c</sub>	σ <sub>t</sub>	CAI
Schmidt	///	X	X	-	-	X	-	-
Shore		///	X	-	-	X	-	-
I <sub>s//</sub>			///	-	-	-	-	-
I <sub>sL</sub>				///	-	-	-	X
KDK					///	-	X	X
σ <sub>c</sub>						///	-	-
σ <sub>t</sub>							///	X
CAI								///

X : Uygun bir ilişki bulunmuştur. - : Uygun bir ilişki bulunamamıştır.

Eksenel nokta yük dayanımı ile Cerchar aşınma indeks değerleri arasında üssel bir ilişki bulunmuştur (Eşitlik 1).

$$CAI = 13,788 I_{s1}^{1,3537} \quad r = 0,87 \quad [1]$$

Kayaç dayanım katsayısı ile Cerchar aşınma indeks değerleri arasında azalan doğrusal ilişki bulunmuştur (Eşitlik2).

$$CAI = -6,6741KDK + 3,9958 \quad r = 0,87 \quad / \quad [2]$$

Dolaylı çekme dayanımı (Brazilian) ile Cerchar aşınma indeks değeri arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur (Eşitlik 3)

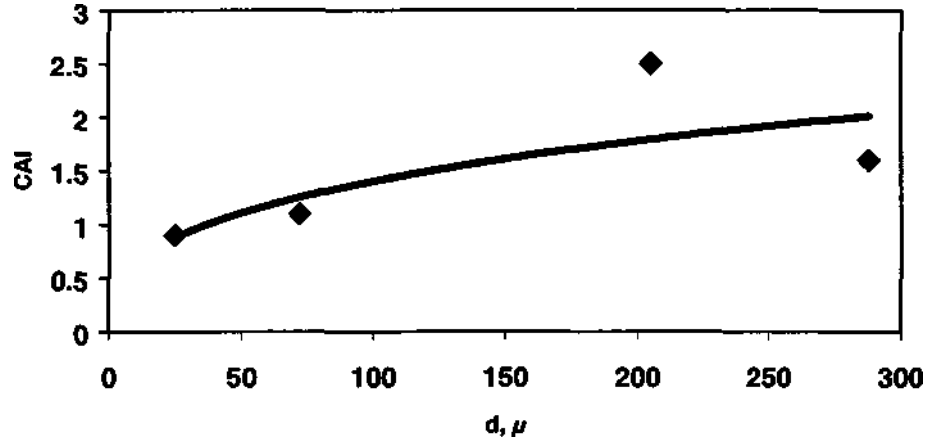
$$CAI = 1,689 a, + 15,881 \quad r = 0,90 \quad [3]$$

Petrografik özelliklerle Cerchar aşınma indeks verileri arasında ilişki araştırılmıştır. Buna göre ; CAI değerleri ile kayacın kuvars miktan arasında belirgin bir ilişki görülmemiştir. Benzer sonuç, Şuana ve Peters (1982) ile An (1990) tarafından da bulunmuştur. Ortalama kuvars tane boyutu ile CAI arasında Şekil 2'deki gibi üssel bir ilişki elde edilmiştir (Eşitlik 4). Ancak, bu iki büyüklük arasında tam anlamıyla uygun bir ilişki olduğu söylenememektedir. Bunun nedeni, kireçtaşının kuvars minerali içermemesi, silttaşının ise ortalama kuvars tane boyutunun düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Kayacın aşındırıcılığı, aşındırıcı mineralin miktarından ziyade aşındırıcı mineralin ortalama tane boyutuna bağlı olduğu söylenebilir.

$$CAI = 0,292d^{0,3409} \quad r = 0,84 \quad [4]$$

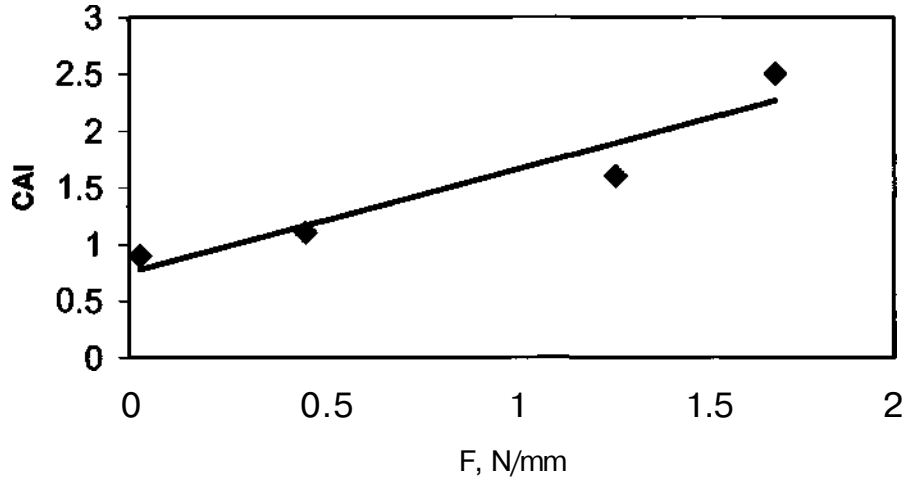
Burada;

d = ortalama kuvars tane boyutu, /\*



Şekil 2. Ortalama kuvars tane boyutu (d) ile Cerchar aşınma indeksi (CAI) arasındaki ilişki (Avcı,2001).

incelenen kayaç örneklerinin petrografik tanımlamalarına göre Schimazek (1970) aşınma indeksi (F) değerleri belirlenmiş ve Çizelge 3'de verilmiştir. Schimazek'e (1970) göre kollu galeri açma makinalarının uygulama sınırı  $F < 1 \text{ N/mm}$ 'dir (Bilgin, 1989). Bu sınırlamaya göre silttaşı ve kireçtaşı keski aşınmasını etkilememektedir. Ancak, bu durum kumtaşı örnekleri için geçerli değildir. Schimazek ile Cerchar aşınma indeksleri arasında Şekil 3'de gösterildiği gibi doğrusal bir ilişki elde edilmiştir (Eşitlik 5).



Şekil 3. Schimazek (F) ve Cerchar aşınma indeksi (CAI) değerleri arasındaki ilişki.

$$CAI = 0,8962F + 0,7521$$

$$r = 0,95$$

[5]



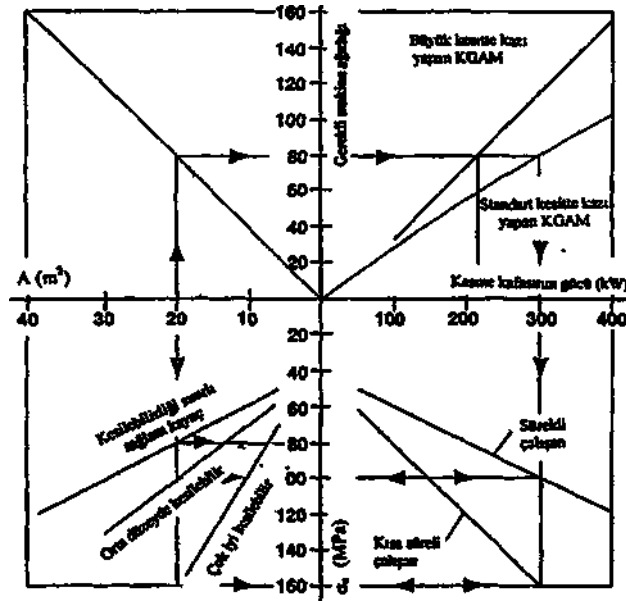
Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonuçları Şekil 4 ve Çizelge 5 kullanılarak TTK Asma-Dilaver İşletmesi'nde kullanılacak galeri açma makinasının özellikler deneysel çalışmalarda incelenen kaya birimleri için aşağıdaki gibi belirlenmiştir

Venler:

Mın galen kesiti	14-18 m <sup>2</sup> (standart kesit)
Kumtaşları için	: 90 MPa
Silttaşı için	: 62 MPa

Yukandaki verilere göre Şekil 4'deki grafik kullanılarak, gerekli makine ağırlığı 60-70 ton, kesme kafası gücü 220-250 kW olan kollu galen açma makinası seçilebilir Çizelge 5'e göre orta veya ağır tip kollu galeri açma makinası kullanılması uygun olacaktır. Benzer durum Eskikaya et. ali. (2000) tarafından da saptanmıştır.

Asma-Dilaver İşletmesi'nde kömür çevre kayaların tek eksenli basınç dayanımları 100 MPa'nın üzerinde olan formasyonlar vardır. Bu kayaların kazısı için çok ağır tip kollu galeri açma makinasının kullanılması durumunda, düşük bir performans ile kesilebileceğinden ekonomik olmayacaktır (ODTÜ, 1988).



Şekil 4 Kollu galeri açma makinası seçiminde kullanılan diyagram (Heiniö, 1999).

Literatürde değişik araştırmacıların yerinde yaptıkları araştırmalar sonucunda (Nizamoglu (1978), Johnson ve Fowell (1986), vd) galeri açma makamlarında uç sarfiyatının, formasyonların Cerchar aşınma indeksleriyle doğrudan ilgili olduğu belirtilmiştir (Bilgin'den, 1989).

Çizelge 5. Kollu galeri açma makinalarının sınıflaması (Heniniö, 1999).

KGAM Sınıfı	Ağırlık (Ton)	Kesme Kafası Gücü (kW)	Çalışma			
			Standart Kesitte kazı		Geniş kesitte kazı	
			Mak. Kesit (m <sup>2</sup> )	(MPa)	Mak. Kesit (m <sup>2</sup> )	Öc (MPa)
Hafif	8-40	50-170	- 2.5	60-80	- 40	20-40
Orta	40-70	160-230	- 30	80-100	- 60	40-60
Ağır	70-110	250-300	- 40	100-120	- 70	50-70
Çok ağır	>100	350-400	- 45	120-140	- 80	80-110

Kollu galeri açma makinalarının ekonomik ve verimli olarak kullanılabilmesi için seçilen makinanın tipine göre kayacın kesilebilirlik sınırında olması ve Schimazek aşınma değerinin 1 N/mm'den fazla olmaması gerekmektedir (Bilgin, 1989) Buna göre, siltaşı ve kireçtaşı için Schimazek aşınma değerleri  $F < 1$  N/mm olduğundan uç sarfiyatı az, kumtaşlarının ise  $F > 1$  N/mm olduğundan uç sarfiyatı fazla olacaktır.

Cerchar aşınma indeks değerlerine göre TTK Asma-Dilaver İşletmesi'nde kollu galeri açma makinası kullanılması durumunda siltaşı için 0,30 Adet/m<sup>3</sup>, iri taneli kumtaşı için 0,65 Adet/m<sup>3</sup> ince taneli kumtaşı için 0,40 Adet/m<sup>3</sup>, kireçtaşı için 0,25 Adet/m<sup>3</sup> keski tüketimi olacaktır.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, TTK Asma Dilaver işletmesi kömür çevre kayaçlarından alınan örnekler üzerinde yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla kayaçların dayanım ve aşındırıcılık özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca Zonguldak Karaelmas Üniversite Hastanesi'nin olduğu bölgeden alınan kireçtaşı örneği de incelenmiştir.

Arazi çalışmalarında, kumtaşı (iri ve ince taneli) ve siltaşı kayaçlarının yerinde Schmidt çekici sertlik indeks değerleri belirlenmiştir. Laboratuvar aşamasında incelenen örneklerin tek eksenli basınç dayanımı  $\sigma_c$ , dolaylı çekme (Brazilian) dayanımı  $\sigma_t$ , nokta yük dayanım indeksi (çapsal ve eksenel), Shore sertlik indeksi, kayaç dayanım katsayısı deneyi (KDK), suya dayanım deneyi, yoğunluk, Cerchar aşınma indeksi deneyleri ile petrografik tanımlamalar yapılmıştır.

Kayaçların aşınma özelliklerini belirlemek için özel olarak tasarlanmış ve yaptırılmış olan Cerchar aşınma indeks deney aleti kullanılmıştır. Her bir kaya örneğinin CAT sini bulabilmek için 6 uçla deney yapılmıştır. Uçların, aşınma yüzeylerinin büyüklüğü mikroskopta incelenmiştir ve aşınan uç kısmının çapı ölçülmüştür.

Bulunan CAI sonuçları; Atkinson et al. (1986) sınıflamasına göre iri taneli kumtaşının biraz aşındırıcı, ince taneli kumtaşının az aşındırıcı, kireçtaşı ve siltaşının ise çok az aşındırıcı olduğu belirlenmiştir. Bulunan sonuçlara göre TTK Asma-Dilaver işletmesinde kollu galeri açma makinasının kullanılması durumunda 0,30 - 0,70 Adet/m<sup>3</sup> civarında keski sarfiyatı civarında olacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, Asma-Dilaver işletmesi'nde gerekli makine ağırlığı 60-70 ton, kesme kafası gücü 220-250 kW olan kollu galeri açma makinası kullanılması uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Asma-Dilaver İşletmesi'nde kömür çevre kayaçları tek eksenli basınç dayanımları 100 MPa'nın üzerinde olan formasyonlar vardır. ODTÜ (1988) tarafından yapılan çalışmaya göre, kayaçların kazısı için çok ağır tip kollu galeri açma makinasının kullanılması durumunda, düşük bir performans ile kesilebileceğinden ekonomik olmayacağı saptanmıştır.

Petrografik özelliklerle Cerchar aşınma indeks verileri arasında ilişki kurulmuştur. Buna göre; CAI değerleri ile kayacın kuvars miktarı arasında belirgin bir ilişki görülmemiştir. Ortalama kuvars tane boyutu ile CAI arasında üssel bir ilişki elde edilmiştir (Eşitlik 4). Ancak, bu iki büyüklük arasında tam anlamıyla uygun bir ilişki olduğu söylenememektedir. Bunun nedeni, kireçtaşının kuvars minerali içermemesi, silttaşının ise ortalama kuvars tane boyutunun düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Kayacın aşındırıcılığı, kayaç içindeki aşındırıcı mineralin miktarından ziyade aşındırıcı mineralin ortalama tane boyutuna bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Kayaçların dayanım değerleri ile CAI arasında ilişkiler kurulmuştur. Dolaylı çekme dayanımı ile CAI arasında dorusal bir ilişki (Eşitlik 3) olmasına karşılık tek eksenli basınç dayanımı ile CAI arasında uygun bir ilişki elde edilememiştir. Bu durum, kayaç aşındırıcılığının kayacın dayanımından çok içerdiği aşındırıcı mineralin türüne ve miktarına bağlı olduğunu göstermektedir.

Havza'ya yönelik olarak kömür çevre kayaçlarının aşındırıcılık özelliklerinin belirlenmesi konusunda sınırlı sayıda araştırma mevcuttur. Yapılan araştırmalarda, Cerman (1988) hariç Cerchar aşınma indeks deney aleti kullanılmamıştır. Uç sarfiyatının önceden belirlenmesinde Cerchar aşınma indeks deneyi tavsiye edilmektedir. Havza'ya yönelik olarak kömür çevre kayaçlarının aşındırıcılık özellikleri ile tüketilecek uç sarfiyatının önceden belirlenmesi için bu tarzda çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## **KAYNAKLAR**

- Altınoluk, S.** (1989) Tünel açma makinalarında kazıcı uçların aşınmalanna etki eden faktörler. *11. Türkiye Madencilik ve Bilimsel Kongresi Bildiriler kitabı*JMMOB Maden Müh. Odası Yayını, Ankara, s. 285-303.
- An, H.** (1990) *TTK Asma işletmesi Komur Çevre Kayaçlarının Kazılabilirliğinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, HÜ Fen Bilimleri Enst., Zonguldak, s. 37-39
- Atkinson, T., Cassapy, V.B. and Singh, I.** (1986) *Assesment of Abrasive Wear Resistance Potential in Rock Excavation Machinery*.
- Avcı, F.** (2001) *TTK Asma-Dilaver işletmesi Komur Çevre Kayaçlarının Aşındırıcılık Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enst., Zonuldak, 100 s.

- Baş, N. (1993) *Elektro-Hidrolik Delicilerin Delme Performanslarının incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, HÜ Fen Bilimleri Enst., Zonguldak, 141 s.
- Becker, H. And Lemmes, F. (1984) Rock- physical examinations in roadway drivage. *Tunnel*, Vol. 2184, pp. 71-76.
- Bilgin, N. (1982) Zonguldak kömür havzasındaki formasyonlarm jeomekamk özelliklerinin burgu davranışlarına etkisi. *Türkiye 3. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, TMMOB Maden Müh. Odası Yayım, Zonguldak, s.95-111.
- Bilgin, N. (1989) *inşaat ve Maden Mühendisleri için Uygulamalı Kazı Mekaniği*, Birsen Yayınevi İstanbul, 192 s.
- Cerman, T. (1988) *Investigation Into the Applctation of Cerchar Hardnes and Abrasivity Tests in Different Rock Formations of Ankara Coalfield and Eyüp Tunnel*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enst, İstanbul, 92 p.
- Eskikaya, Ş., Bilgin, N. ve Acaroğlu, Ö. (2000) Study of selecting most economical roadway drivages method for Zonguldak Hard Coal Mining area. *Word Tunnel Congress-Tunnels Under Pressure*, Durban, S.A., ss.140-153.
- Evennden, M. , (1983) *Methods of Determining Rock Hardness and Abrasivity*; University of Nothinggam.
- Heiniö, M. (1999) *Rock Excavation Handbook*, Tamrock Corp. 305 p.
- ISRM, (1977a) Suggested method for determining hardness and abrasivness of rock. *Int. J. RockMech. Min. Sei. & Geomech. Abstr.*, Vol. 15, pp. 89-97.
- ISRM, (1977b) Committee on laboratory test, Document No:2, Suggested method for determining water contend, porosity, density, absortion and related praperties and swelling and slake-durability index praperties. *Int. J. RockMech. Min. Sei. & Geomech. Abstr.*, Vol. 15,13p.
- ISRM, (1978) Suggested method for quantitative description of discontmuties in rock masses. *Int. J. RockMech. Mm. Sei. & Geo. Abstr.* ,Vol. 15,pp. 319-368.
- ISRM, (1985) Suggested Method for Determining Point Load Strength. *Int. J. RockMech. Min. Sei. & Geomech. Abstr.*, Vol. 22, No. 2, pp. 51-60.
- ODTÜ, (1988) *TTK Asma işletmesi Komur ve Kayalarının Kaya Mekaniği ve Dizayn Parametrelerinin Çıkartılmasının Araştırılması*, 2. Ara Rapor, Proje Kod No: 88-03-05-01-04, ODTÜ Maden Müh. Böl., Ankara, 94 s.
- Şuana, M. and Peters, Tj. (1982) The Cerchar abrasivity index and its relation to rock mineralogy and petrography. *Rock Mechanics*, Vol. 15/1, pp. 1-7.