

KAYAÇLARIN AŞINDIRICILIKLARININ KESKİ DAVRANIŞLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Nuh BİLGİN*

ÖZET

Kayaçların aşındırıcılıklarının keskin davranışları üzerine etkileri, teorik düşüncelere ve laboratuvar deneylerine dayanarak izah edilmekte, kayacın hangi özelliklerinin aşınma mekanizmasını etkilediği tartışılmaktadır.

ABSTRACT

The paper summarises all the theoretical findings concerning bit wear and gives various laboratory wear measurement techniques. Also those characteristics of rocks which most affect bit wear are listed for reference

* Dr. Maden Yük. Müh.; Maden Fakültesi. İTÜ, İSTANBUL

1. GİRİŞ

Daha hızlı ve daha fazla cevher istihsalinde kazıcı sistemler 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 rastlanmaktadır. Diğer önemli bir husus da keski kolları kırıldıkça gelen kuvvetlerin ya da birim hacimdeki kayacı kesmek için gerekli enerjinin nasıl değiştiğinin anlaşılmasıdır.

2. KAYAÇLARIN AŞINDIRICILIKLARININ DEĞİŞİK ARAŞTIRMA MERKEZLERİNDE ÖLÇÜLMESİ

2.1. N.C.B. DENEYİ¹

1380 devir/dak. dönüş hızı, ufak laboratuvar tipi bir deliciye 623 Newton'lık bir kuvvet uygulanıp, 120° dip ve 7° temizleme açılı tungsten carbide bir uç ile 8 mm lik 10 delik delinir. Deliciye bağlı torkmetre ve komparatör yardımı ile spesifik enerjiyi ölçmek mümkündür. Spesifik enerji birim hacimdeki kayacı delmek için yapılan işi Kayacın aşındırıcılığı ise $y = mx + b$ bağıntısından bulunur. Burada (y) spesifik enerji, (m) aşındırma indeksi, (x) deney sayısı ve (b) sabittir.

2.2. CERCHAR DENEYİ²

90° sivriltilmiş 200 kg/mm lik çelik bir çubuğa, 7 kg'lık dikey bir kuvvetle 1 cm'lik yol kat ettirilir ve mikroskop altında aşınma yüzeyi ölçülür. 1/10 mm. 1 birim aşınma kabul edilir.

2.3. NEWCASTLE ÜNİVERSİTESİ AŞINMA DENEYİ I³

% 10 kobalt içeren 3.5 mikron nominal tane boyutlu -5° kesme açılı, 5° temizleme açılı ve 12.7 mm. genişliğinde tungsten carbide bir uçla *numune* 5 mm derinliğinde kesilir. Kesicinin birim uzunlukta ağırlığından kaybetmesi kayacın aşındırıcılığını verir.

2.4. NEWCASTLE ÜNİVERSİTESİ AŞINMA DENEYİ II⁴

0.39 m/s kesme hızı, 117 mm tesirli ve dakikada 100 kez gelip giden bir mekanik testere ile silindirik numuneler 10 kez değişik yerlerden kesilir. Her kesim 10 darbe ile yapılır. Testere sertliği 800 Vickers sertliğindedir ve santimetre başına 4 dişi vardır. Aşındırıcı kayaçlarda kesilen alan her kesimden sonra azalır. İlk ve son alan arasındaki fark kayacın aşındırıcılığını verir.

2.5. TARKOY AŞINMA DENEYİ⁵

Silindirik bir numune iki aşındırıcı disk arasında döndürülür. Numunenin ve aşındırıcı disklerin ağırlıkları deney öncesi ve sonrası ölçülür. Buradan, aşındırıcılık (A_R) ve aşınma dayanımı (H^{\wedge}) bulunur.

$$A_R = \frac{1}{\text{Dört aşındırıcı diskin ortalama ağırlıklarından kaybetmesi}}$$

$$H_A = \frac{1}{\text{İki numunenin ağırlığından kaybetmesi}}$$

2.6. SCHIMAZEK AŞINMA İNDEKSİ⁶

Schimazek'e göre keskinlerin aşınması, (F) aşınma indeksine bağlıdır.

$$F = \sigma_{\phi} \cdot l \cdot \% Kv.$$

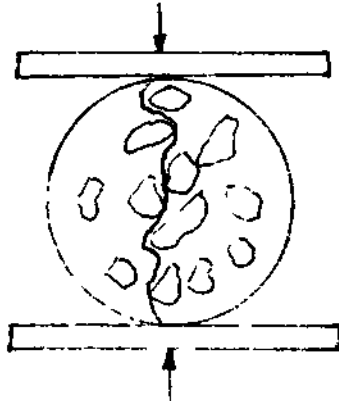
σ_{ϕ} = Kayacın çekme dayanımı

l = Kuvars tane boyutu

% Kv = Kuvars miktarı

3. KESİCİLERİN AŞINMALARI ÜZERİNE BAZI TEORİK DÜŞÜNCELER

Birçok kay aç ta taneler arası dayanım tanelerin kendi dayanımlarından daha azdır . Kuvars gibi bazı minerallerin nadiren klivaj ya da mikroskopik zayıflık düzlemleri olduklarından, kayaç kırılırken kırılma taneler arasında olacaktır , (Şekil 1)



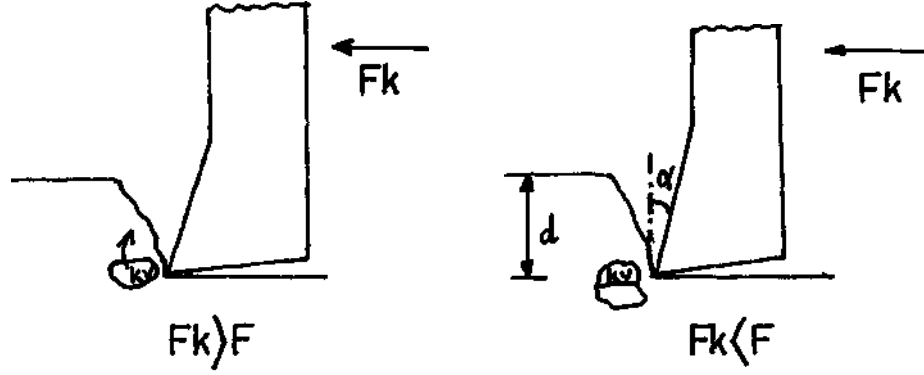
Şekil 1 — Kayacın kuvars tanelen arasından kırılması

Şayet σ_{TA} tane sınırları arasındaki dayanım ise, kayacın çekme dayanımı σ_{TA} ya şu şekilde bağlı olabilir:

$$\sigma_{TA} = k \cdot \sigma_{\zeta} \quad (1)$$

k , kayacın doku ya da sementasyon indeksi olup her kayaç için değişiktir.

Kayaç dokusundan bir kuvars tanesini koparmak için gerekli F kuvveti aşağıdaki yolla hesaplanabilir.



Şekil. 2 – Bir kuvars tanesinin teorik olarak kesilmesi.

$$F = \sigma_{TA} \cdot A \quad (2)$$

$$F = \sigma_{TA} \cdot k_i \cdot l \quad (3)$$

- A = kuvars tanesinin yüzey alanı
- k_i =kuvars tanesinin şekil indeksi
- l =kuvars tane boyutu.
- % Kv =kuvars yüzdesi

Dolayısıyla

$$\Sigma F = k \cdot k_i \cdot \sigma_{\zeta} \cdot l \cdot \% Kv \quad (4)$$

Şayet

$$Fk < F \text{ ise kuvars tanesi kesilir.} \quad (5)$$

$$Fk > F \text{ ise kuvars tanesi dokudan kopar} \quad (6)$$

Kuşkusuz ki, 5 numaralı denklemdeki durumda kesicinin aşınmadan dolayı ağırlığından kaybetmesi 6 ncı durumdakinden daha fazla olacaktır. Schimazek'in ufak bir matkap üzerinde yaptığı deneyler burğu aşınmasının a . I . % Kv ile orantılı olduğunu ortaya koymuştur . Kesme işlemi delme işleminden değişik olduğundan bu durum kesme işlemi için geçerli olmayabilir.

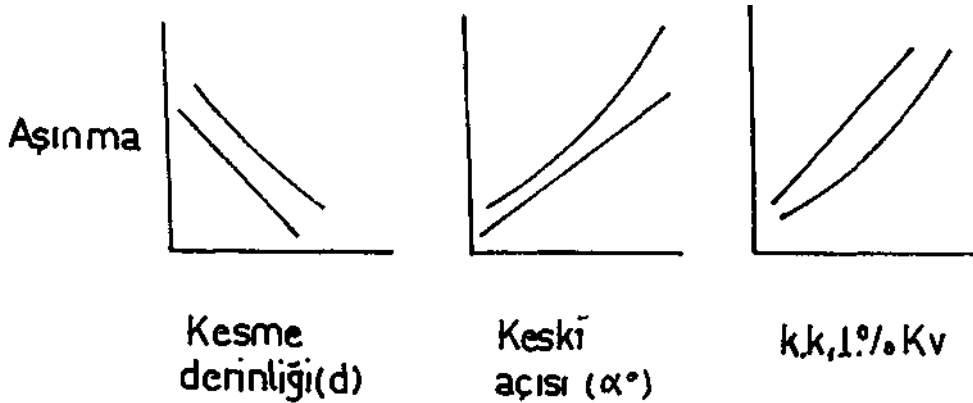
Evans kesme teorisine göre kesme kuvveti⁹

$$F_k = \frac{2 \cdot \sigma_c \cdot d \cdot \sin 1/2(\pi/2 - \alpha)}{1 - \sin 1/2(\pi/2 - \alpha)} \quad (7)$$

5 ile 7 nci denklem birleştirilirse;

$$\frac{2 \cdot \sigma_c \cdot d \cdot \sin 1/2(\pi/2 - \alpha)}{1 - \sin 1/2(\pi/2 - \alpha)} < k \cdot k_1 \cdot \sigma_c \cdot I \cdot \% Kv \quad (8)$$

Belirli bir kayaç için 8 numaralı denklemin ikinci kısmı sabit olacaktır. Şayet kesme derinliği d artarsa $F_k < F$ bağıntısı $F_k > F$ durumuna dönüşecektir. Aynı düşünce mantığıyla keski aşınmasının keski açısı ve k. ki. I . % Kv bağıntısı ile artacağı söylenebilir ve (3) nolu teorik eğriler çizilebilir. (8) no.lu denklemin a den bağımsız olduğu ilgi çekicidir.



Şekil 3 : Teorik aşınma eğrileri

4. LABORATUVAR DENEYLERİ

Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin keskinin aşınmalarını ne şekilde etkilediklerini incelemek için keski geometrisi ve diğer bazı parametreler sabit tutuldu; keski genişliği 10 mm, keski açısı $\alpha = -5^\circ$, kesme derinliği 2.5 mm., kesme hızı 210 m/dak. İncelenen kayaçlar, 3 değişik kurması, kalker, anidrit, grovak, granit idi. Her numune 100 m lineer olarak kesilip aşağıdaki değerler elde edildi (Tablo. 1).

Tablo. 1- Keski Davranışlarında Aşınmadan Dolayı Değişimler

KAYAÇ	İlk kesiş ve sonı kesiş arasındaki % artış					Keskinin ağırlığının kaybetmesi gm x 10 ⁻³	Aşınma yüzeyi genişliği (mm)
	F'k	Fk	F'N	FN	K.E.		
Kireçtaşı	0	1	25	60	3	0.90	0.100
M. Kumtaşı	22	55	98	126	42	1.40	0.228
Anidrit	6	15	82	190	10	1.80	0.160
Grovak	60	90	145	209	110	23.62	1.185
D.Kumtaşı	118	247	343	589	290	61.20	2.001
B. Kumtaşı	105	168	203	428	189	78.90	2.140
Granit	200	237	598	794	310	227.00	3.500

Burada;

F'k = Pik kesme kuvveti

Fk = ortalama kesme kuvvet-

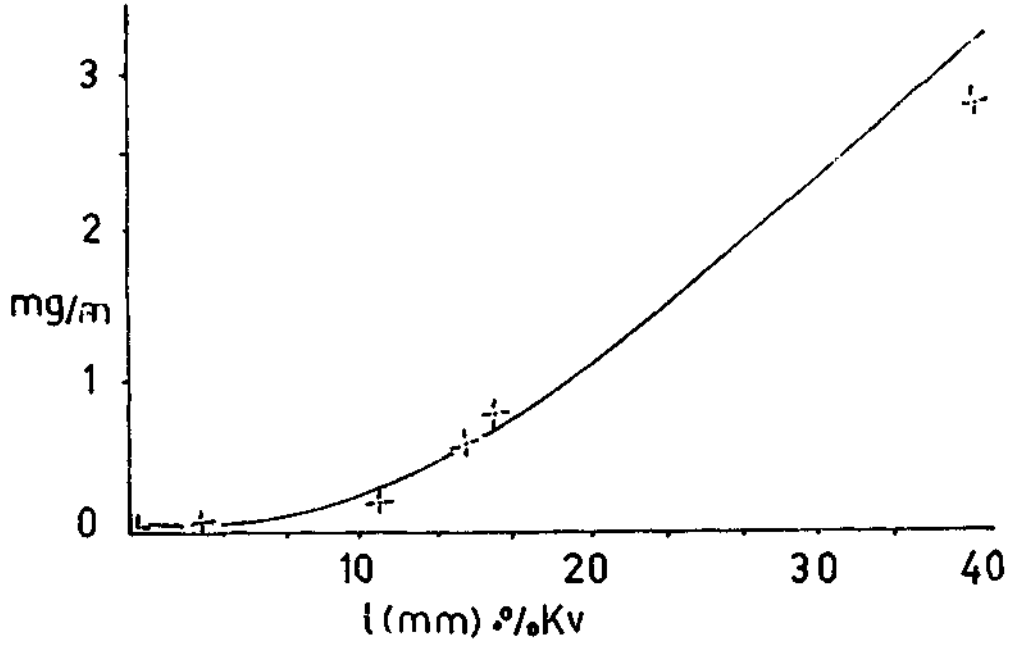
F'N = pik normal kuvveti

FN = Ortalama normal kuvveti

K.E = birim hacimdeki kayacı kesmek için gerekli enerji.

Keskinin ağırlığından kaybetmesi kesme mesafesi ile lineer artmakta dolayısıyla mg/m cinsinden her kayaç için ayrı bir aşındırma hızı belirlemek mümkün olmaktadır. Kesme mesafesi ve keski aşınma yüzey genişliği .arasında aynı bağıntı mevcut değıildir.

Her kayaç için saptanan fiziksel ve mekanik özelliklerin aşınma hızına etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde aşınma hızının (kuvars tane boyutu) x (kuvars yüzdesi) ile aniden arttığı görüldü (Şekil 4). Kazıcı bir sistemde keskinin ne kadar aşınacağı ve aşınma etkisinin önceden saptanmasında kayacın kuvars yüzdesinin ve kuvars tane boyutunun bilinmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4 — Aşınmanın kuvars tane boyutuna ve miktarına bağlı olması

5. SONUÇ

Teorik ve deneysel gözlemler keskinin aşınmalarının yalnız kayadaki kuvars miktarı ve kuvars tane boyutuna bağlı olduğu kayacın diğer mekanik ve fiziksel özelliklerine bağlı olmadığını göstermiştir. Ayrıca kesme derinliği arttıkça ve keski açısı ufaldıkça keski daha az aşınmaktadır.

KAYNAKLAR

- Szlavln, J.: "Relationships between some physical Properties of Rocks Determined by Laboratory Tests". Int. J. Rock. Mech. Min. Sel. and Geomech., Abst., Vol 11, pp. 57—66, 1974.
- Valantln, A.: "Examen des différents procédés classiques de détermination de la nocivité des roches vis—à—vis de l'abattage mécanique". Industrie Minerale — Mine pp. 134—140, November, 1974.
- McFeat—Smith, I.: "Correlation of Rock Properties and The Cutting Performance of Tunnelling Machines", Proc. on Rock Engineering, Newcastle upon Tyne, pp. 581—602, 4—7th April 1977.
- Coşkun, M.: "M. Sc. Dissertation, University of Newcastle upon Tyne, September 1969.
- Tarkoy, P.J.: "Rock Index Properties to Predict Tunnel Boring Machine Penetration Rates". Illinois Univ. Dept. of Civil Eng., p. 48, June 76.
- Schimazek, J.: "Der Einfluss des Gesteinsaufbaus auf die Schnittgeschwindigkeit und den Melsselver schleiss von Strecken vortriebsmaschinen. GIUkauf 106/6.

Savanick, G.A.; Johnson, D. . "Measurements of the Strength of Gram Boundrales In Rock". J Rock Mech. Min. Sei. and Geomech. Abs. Vol. 11, pp. 173—80, 1974.

Rzhvsky, V., Novik, G.: "The Physics of Rocks.". Mir Publishers, Moscow, p. 320, 1971.

Evans, I., Pomeroy, CO.: "The Strength, Fracture and Workability of Coal". Pergamon, London, p. 256, 1966.