

O.A.LBEYPAZARI BÖLGESİ KAYAÇLARININ KAZILABİLİR LÜK TAYİNİ

Naci BÖLÜKBAŞI(*)

ÖZET

Bu bildiri de, O.A.L. Beypazarı bölgesinden alınan kayaçların kazılabilirlikleri incelenmekte ve en uygun galeri açma makinası tipi ile kesme performansları tayin edilmektedir. Kesme hızı ve kesici uç sarfıyatı tahminleri verilmektedir

ABSTRACT

In Ütis paper the cuttability characteristics of rocks taken from O.A.L. Beypazarı district are studied and the type of roadheaders best suited and the cutting performance are determined. Estimates of excavation rates and tool consumption are given.

(*) Yard. Doçent Dr., ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü, ANKARA.

1. GİRİŞ

Herhangibir mekanize kazı programının önemli bir önşartı kesilecek olan kayacın mekanik olarak kesilebiime karakteristiklerinin (kazılabilirlik) bilinmesidir. Bu karakteristiklerin tayinindeki başarısızlık, plânlanan üretim seviyesine ulaşılmada başarısızlığa ve makinalarda masraflı yenilemeler gerektirecek bozulmalara yol açabilir. Galeri açma makinalarından beklenen kazı hızına ancak bu makinalar kazılacak olan kayacın özelliklerine uygun ise ulaşılabilir. Bu nedenle, pahalı galeri açma makinalarının seçimi ve uygulanmasından önce, kazılacak olan kayaçların kesilebiime karakteristiklerinin tayin edilmesi gereklidir. Laboratuvarında yapılacak deneyler sonucu kazılacak olan kayaca en uygun galeri açma makinası tipi, ulaşılabilir kazı hızları ve kesici uç sarfiyatları tahmin edilebilmektedir.

2. KAZILABİLİRLİK TAYİNİ

Kayaçların kazılabilirliklerinin tayini için çeşitli deneyler kullanılmaktadır. Bu deneylerin en genel olanları Çizelge 1'de sıralanmıştır.

Kazılabilirlik tayininde uzun yıllardır kullanılmakta olan basma dayanımı değerinin, tek başına, kayaç kazı makinası performansı ile güvenilir bir bağlantı sağlamadığı ortaya çıkarılmıştır (1). Bunun nedeni, basma dayanımının kazılacak olan kayanın aşındırıcılık, süreksizlik ve kırılmalık gibi özelliklerini içermemesidir.

Çizelge 1— Kazılabilirlik Tayini İçin Ölçülen Kayaç Özellikleri

Ölçülen Özellik	Deney	Birimi
Basma dayanımı	Hidrolik preste	MN/m ²
Çekme dayanımı	Brazilian deneyi	MN/m ²
Kesme dayanımı	Üç eksenli basma deneyi	MN/m ²
Darbe dayanımı	Darbe dayanım indeksi	%
Schmidt sertliği	Schmidt çekici deneyi	—
Shore Scleroscope sertliği	Shore Scleroscope deneyi	—
Koni delici değeri	Koni delici (Cone Indenter) deneyi	—
Kesme spesifik enerjisi	Karot veya blok kesme	MJ/m ³
Kesici uç aşınma miktarı	Karot veya blok kesme	mg/m
Cerchar aşınma değeri	Cerchar deneyi	—
Kuars miktarı	İnce kesit	%
Çimentolaşma derecesi	İnce kesit	—

Kayaçların kesici uçlar ile kesilmesini açıklamada kesme dayanım değerlerini esas olan modeller Merchant (2) ve Nishimatsu (3) tarafından ileri sürülmüşse de, Evans (5) tarafından kömürlerin kesilmesinde ileri sürülmüş ve çekme dayanım değerini esas alan model, kırılğan kayaçların kesilmesini açıklamada daha geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Evans teorisi Roxborough (6) tarafından geliştirilerek bazı kayaçlar için kesme kuvvetlerini tahminde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Ancak bu yaklaşım, sadece kayaçların çekme dayanımını ve kesici uç geometrisini içermesi nedeniyle kesilebilirle karakteristiklerini tümüyle ortaya koymamaktadır.

McFeat-Smith ve Fowell tüm kayaç özelliklerini içeren geniş kapsamlı bir seri deney yapmışlar ve kayaçların kesilebilirlik tahmininde İngiliz Kömür İdaresi tarafından geliştirilmiş koni delici değerlerinin çok önemli olduğunu saptamışlardır (7). Herne kadar koni delici değerleri kayaçların kazılabilirliğini bir ölçüde belirliyorsa da, bazı sapmalara da rastlanmış, düşük delici değerine sahip bazı kayaçların yüksek kesme enerjisi gerektirebileceği görülmüştür (1).

Yukarıda belirtilen nedenlerle, kazılabilirlik tayinlerinin tek bir kayaç parametresi kullanılarak yapılmaması gerektiği anlaşılmıştır. Zira kesilebilirlik dayanım, aşınma ve kırılğanlık gibi birçok parametrelerin bir fonksiyonudur.

ölçme sistemleri ile donatılmış bir laboratuvar kesme deneyinde kayaç parametrelerinin çoğunun tesiri sonuca katılmış durumdadır. Kısmi cepheli galeri açma makinalarının yerinde performansı ile laboratuvarında kesici uç kullanılarak yapılan kesme deneyi sırasında ölçülen kesme spesifik enerjisi arasında iyi bir bağıntının mevcut olduğu saptanmıştır (1,8).

Bir kayaca ait kesme spesifik enerjisi, birim hacimdeki kayacın kazısı için gereken enerji miktarı (MJ/m^3) olarak tanımlanabilir. Laboratuvarında ölçülen bu spesifik enerjinin galeri açma makinası performansının iyi bir göstergesi olduğu saptanmıştır. Şekil 1, orta ağırlıkta ve ağır kısmi cepheli galeri açma makinalarının yerinde kazı hızı (m^3/h) ile laboratuvar kesme spesifik enerjisi (MJ/m^3) arasında bulunmuş bağıntıyı göstermektedir (8, 9). Çizelge 2 ise, laboratuvarında ölçülen kesme enerjisi ile orta ağırlıkta ve ağır kısmi cepheli galeri açma makinalarının kazı performansları arasındaki bağıntıyı göstermektedir (1).

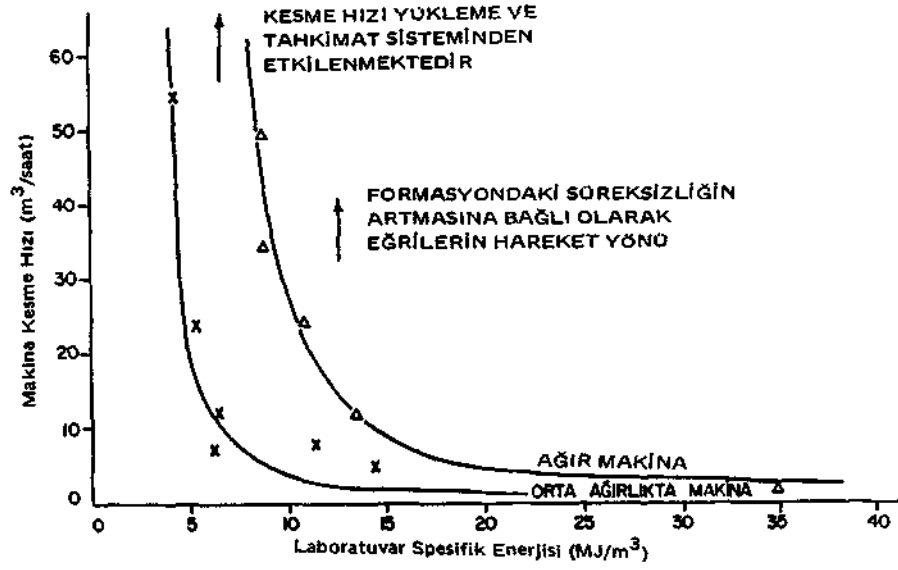
Kayaçların aşındırıcılık özelliği kazılabilirlik tayininde büyük rol oynamaktadır. Aşındırıcılık derecesi yüksek olan kayaçların kazısında galeri açma makinalarının kullanımı, kesici uç sarfiyatının yüksek olması nedeni ile ekonomik olmayabilir. Kayaçların aşındırıcılık derecesinin bir göstergesi laboratuvarında yapılan kesme deneyi sırasında elde edilebilir. Bunun için, kesici ucun kesme sırasında kaybettiği ağırlık ölç-

Çizelge 2- Laboratuvar Kesme Spesifik Enerjisine Göre Orta Ağırlıkta ve Ağır Kısmı Cepheli Galeri Açma Makinalarının Uygulanabilirliği (1).

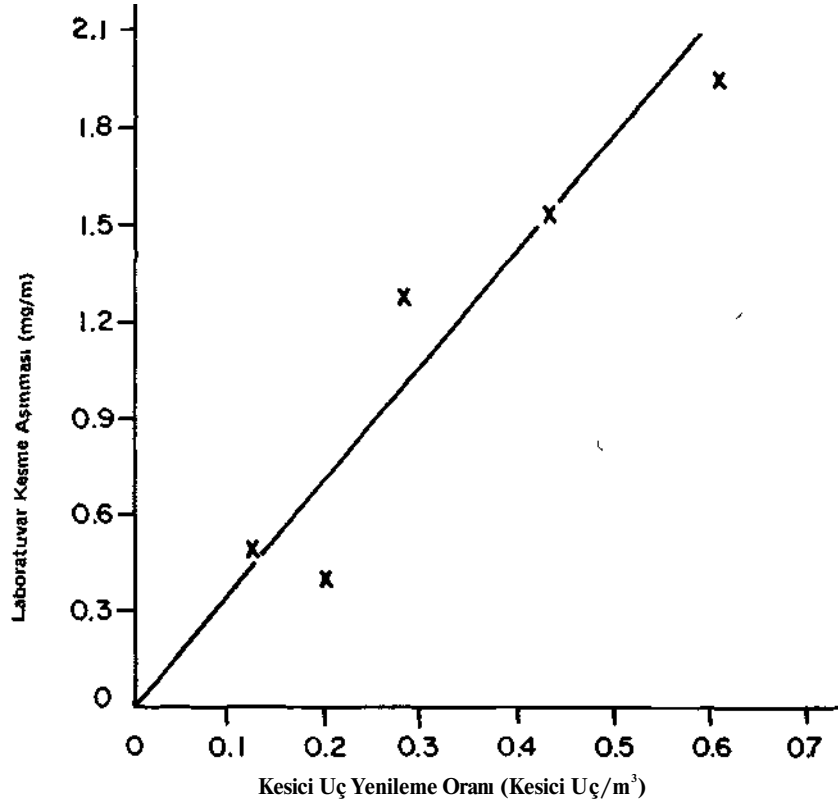
Lab. Spesifik Enerjisi (MJ/m ³)	Kesme Performansı Orta Ağırlıkta Makina	Lab. Spesifik Enerjisi (MJ/_3)	Kesme Performansı Ağır Makina
20	Makina bu tip kayaçları ancak 0.3 m den daha ince bant halinde ise ekonomik olarak kesebilir. Kesme sırasında oluşan aşırı titreşimler nedeni ile meydana gelen bozulma sonucu makina parçalarının kısa süre içinde yenilenmesi gerekebilir.	32	Makina bu tip kayaçları ancak ince bant halinde ise kesebilir ve kesici uç aşınma miktarı çok yüksektir. Makinada kısa sürede hasar beklenebilir.
15	Kesme performansı düşüktür. Galeri alınının üst kısmında patlatma yapılarak kazıya yardımcı olmak gerekebilir. Kesici uçlarda kırılmalar beklenmelidir. Aşınma görülen kesici uçların düzenli olarak değiştirilmesi enerji gereksinmesini ve makina parçalarında bozulmayı azaltacaktır. Kalem ucu tipindeki kesiciler daha yararlı olup düşük hızdaki kesme motorları makina dengesini artıracaktır. Bu tip kayaçlar makinanın ağırlıkça dengeli olarak kesebileceği üst sınırı oluşturur.	25	Kesme performansı özellikle masif kayaçlarda düşüktür. Kesici uç aşınması kritik derecede olup sık sık kontrol ve aşınan uçların değiştirilmesi kesme performansını artıracaktır. Kalem ucu tipindeki kesicilerin kullanılması gereklidir.
12	Kesme performansı orta ile düşük arasındadır. Kesici uçlarda kırılma daha az olmakla birlikte, yine beklenmelidir. Aşındırıcı kayaçlarda kesici uçlar sık sık kontrol edilerek yenileri ile değiştirilmelidir.	17	Kesme performansı orta ile iyi arasındadır. Kesici uçlar özellikle aşındırıcı kayaçlar kesilirken düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınanlar değiştirilmelidir.
8	Kesme performansı orta ile iyi arası olup, makina parçalarında yıpranma çok azdır. Kesici uçlar, özellikle aşındırıcı kayaçlar kesildiğinde, kontrol edilerek değiştirilmelidirler.	8	Makina bu tip kayaçlar için çok uygun olup, yüksek ilerleme hızlarına erişilebilir. Aşınan uçların düzenli olarak kontrolü ve değiştirilmesi avantaj sağlar.
5	Makina bu tip kayaçlar için çok uygun olup, yüksek ilerleme hızlarına erişebilir. Aşınan uçların değiştirilmesi avantaj sağlar.		

çülmekte ve aşınma miktarı, kayaçta yapılan her metre kesme için kesici uçta meydana gelen ağırlık kaybı (mg/m) cinsinden ifade edilmektedir. Şekil 2'de laboratuvar ortamında ölçülen kesme aşınması ile galeri açma makinası kesici uçlarının yenilenme oranları arasındaki ilişki gösterilmektedir (7).

Kesme spesifik enerjisinin ve aşınma miktarının tayini için laboratuvar ortamında ölçme sistemleri ile donatılmış bir kayaç kesme düzeni gerekmektedir. Bu düzenin sağlanmadığı durumlarda, kayaç mekanik özelliklerinden yararlanılarak kesme spesi-



Şekil 1. Masif formasyon için laboratuvar kesme spesifik enerjisinden galeri açma makinası kesme hızının tahmini (8,9).



Şekil 2. Laboratuvar kesme aşınması ile galeri açma makinası kesici uçlarının Yenilenme oranları arasındaki ilişki (7).

fik enerjisi ve aşınma miktarının tahmini için McFeat-Smith ve Fowell tarafından değişik kayaç özellikleri gözönüne alınarak bir seri deney yapılmıştır. Bu deneyler sonucu spesifik enerjiye etki eden en önemli faktörlerin koni delici değeri, basma dayanımı, shore sertliği ve çimentolaşma derecesinin olduğu, kesme aşınmasına etki eden en önemli faktörlerin ise shore sertliği, çimentolaşma derecesi ve kuvars yüzdesi olduğu saptanmış ve aşağıdaki bağıntılar bulunmuştur (7):

$$\begin{aligned} S.E. = & -4.38 + 0.14 \times C.I.^2 + 3.30 \times C.S.^{1/3} + 0.000018 \times S.H.^3 \\ & + 0.0057 \times C.C.^3 \end{aligned} \quad [1]$$

Burada;

- S.E. : Laboratuvar kesme spesifik enerjisi, MJ/m³
C.I. : Koni delici değeri
C.S. : Basma dayanımı, MN/m²
S.H. : Shore sertliği
C.C. : Çimentolaşma derecesi

dir.

$$\begin{aligned} C.W. = & 0.55 + 4.25 \times S.H.^3 \times 10^{-5} - 1.88 \times S.H.^2 \times 10^{-3} \\ & + 1.98 \times C.C.^3 \times 10^{-3} + 1.2 \times Q.C.^3 \times 10^{-6} \end{aligned} \quad [2]$$

Burada;

- C.W. : Laboratuvar kesme aşınması, mg/m
S.H. : Shore sertliği
C.C. : Çimentolaşma derecesi
Q.C. : Kuvars yüzdesi

dir.

3 . ÖLÇÜMLER VE DENEY SONUÇLARI

O.A.L. Beypazarı bölgesinden alınan kayaçların kazılabilirliklerini tayin amacı ile kayaç numunelerinin basma ve çekme dayanımları, Koni delici (10), Schmidt çekiçi (11) ve Shore sertliği (11) değerleri ölçülmüş, ince kesitleri yaptırılarak kuvars yüzdeleri ve çimentolaşma dereceleri (7) bulunmuştur. Çizelge 3, deney sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 3— Beypazan Bölgesinden Alman Kayaç Numunelerine Uygulanan Deney Sonuçları

ÖLÇÜLEN ÖZELLİK	BİRİMİ	KAYAÇ TİPİ			
		Kuvars Kıvrımlı Sert Kalker	Killi Kalker	Kalkerli TUF	Tuf
Basma Dayanımı	Kg/cm ² + s.S.	1552+91	528 + 35	289 +16	196 +14
	MN/m ² + s.S.	152.2 + 8.9	51.8 + 3.4	28.3 + 1.6	19.2 +1.4
Çekme Dayanımı	Kg/cm ² + s.S.	71 + 5.5	52 + 5.6	22 + 4	14 +1.4
	MN/m ² + s.S.	6.96 + 0.54	5.1 ± 0.55	2.16 + 0.39	1.37 + 0.14
Koni Delici Değeri + s.S.	—	6.7 + 1.4	2.42 + 0.6	1.74 + 0.3	1.16 + 0.2
Schmidt Çekici Değeri + s.S.	—	42 + 4.6	31 + 2	26 + 4.6	12 + 2
Shore Sertliği Değeri + s.S.	—	56.90 + 7.40	38.75 + 8.95	14.45 + 3.93	10.1 + 2.25
Çimentolaşma Derecesi	—	6	5	5	4
Kuvars Miktarı	%	3	1	1	1
Birim Hacim Ağırlığı	g/cm ³	2.505	2.026	2.237	2.187

Çizelge 4— Kazılabilirlik ve Kazı Performansı Tahmini.

Kay aç Tipi	Kesme Enerjisi, (M J/m ³)	Aşınma Miktarı, (mg/m)	Kesme Hızı, (m ³ /h)		Kesici Uç Sarfiyatı (Uç/m ³)	Kazı Performansı	
			Orta Ağırlıkta Makina	Ağır Makina		Orta Ağırlıkta Makina (Örneğin: Dosco Mk2A)	Ağır Makina (örneğin: Dosco Mk3)
Kuvars Kırıntılı Sert kalker	24.1	2.29	1.0	3.5	0.64	Ekonomik olarak kesme mümkün değil.	Kesme performansı düşük. Kalem ucu tipi kesicilerin kullanılması gerekli.
Killi Kalker	10.5	0.45	3.5	24.0	0.13	Kesme performansı orta ile düşük arasında.	Kesme performansı iyi.
Kalkerli Tüf	6.9	0.53	9.3		0.15	Kesme performansı orta ile iyi arası.	Kesme performansı çok iyi. Yüksek ilerleme hızlarına erişilebilir.
Tüf	5.0	0.53	24.0		0.15	Kesme performansı çok iyi. Yüksek ilerleme tuzlarına erişilebilir.	

Deney sonucu bulunan değerler [1] ve [2] No'lu eşitliklerde kullanılarak her kayaca ait laboratuvar kesme spesifik enerjisi (MJ/m^3) ve aşınma miktarı (mg/m) hesaplanmıştır. Kesme spesifik enerjisi Şekil 1 ve Çizelge 2 ile karşılaştırılarak galeri açma makinası tiplerinin yerinde kesme hızı ve performans tahminleri; laboratuvar kesme hızı ve performans tahminleri; laboratuvar kesme aşınması Şekil 2 ile karşılaştırılarak kesici uç sarfiyat miktarları tahmin edilmiştir. Çizelge 4 söz konusu kayalarda orta ağırlıkta ve ağır kısmi cepheli galeri açma makinalarının performans tahminlerini göstermektedir.

4. SONUÇ

Yapılan alışma sonucu sert kalkerin orta ağırlıkta galeri açma makinası ile kesilemeyeceği; killi kalker, kalkerli tf ve tfn ise, kazı performansını düşükten çok iyiye doğru değişerek, kesilebileceği saptanmıştır. Bulunan bu sonuçların uygulamada da geçerli olduğu, orta ağırlıkta bir makina olan Dosco Mk 2A galeri açma makinası ile sert kalkerin kesilemediği, diğer kayalardan ise kesilebildiği görülmüştür.

Sonuç olarak, laboratuvarda yapılacak deneyler ve değerlendirme sonucu, kayalardan kazılabilirlikleri ve en uygun kısmi cepheli galeri açma makinası tipi tayin edilebilir, kesme hızları ve kesici uç cins ve sarfiyatı tahmin edilebilir. Bu hususların önceden saptanması, kazı makinası seçimi ve uygulaması düşünüldüğünde kararların doğru alınmasına büyük lde yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. FOWELL, R.J. and PYCROFT, A.S., "Rock Machinability Studies for the Assessment of Selective Tunnelling Machine Performance", 21st. National Rock Mech. Symp., USA, Miss., 1980, p. 149-158.
2. MERCHANT, M.E., "Basic Mechanics of the Metal Cutting Process", J. Applied Mechanics, 11, 1945, p. 168.
3. NISHIMATSU, Y., "The Mechanics of Rock Cutting", Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 9, 1972, p. 251.
4. PHILLIPS, H.R., "Rock Cutting Mechanics Related to the Design of Primary Excavation Systems", Ph. D. Thesis, University of Newcastle upon Tyne, Oct. 1975.
5. EVANS, I., "A Theory of the Basic Mechanics of Coal Ploughing", Int. Symp. on Mining Research, Pergamon Press, Vol. 2, 1962, pp. 761-798.
6. ROXBOROUGH, F.F., "Cutting Rock with Picks.", The Mining Engineer, June 1973, p. 445.
7. McFEAT-SMITH, I. and FOWELL, R.J., "Correlation of Rock Properties and the Cutting Performance of Tunnelling Machines", Proceedings of a Conference on Rock Engineering, 4-7 April 1977, Newcastle upon Tyne, pp. 581-602.
8. FOWELL, R.J. and JOHNSON, S.T., "Rock Classification and Assessment for Rapid Excavation", Proceedings of the Symposium on Strata Mechanics, Newcastle upon Tyne, 1982, pp. 241-244.
9. McFEAT-SMITH, I. and FOWELL, R.J., "The Selection and Application of Roadheaders for Rock Tunnelling", 1979 RETC Proceedings, Vol. 1, pp. 261 - 279.
10. Mining Research and Development Establishment, "NCB Cone Indenter", MRDE Handbook 5, 1977, Burton-on-Trent, England.
11. BROWN, E.T., "Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods", Pergamon Press Ltd., 1981.

