

KAZILABİLİRLİK SINIFLAMA SİSTEMLERİNİN KAZI HIZI KESTİRİMİ AMACIYLA GLİ TUNÇBİLEK AÇIK OCAKLARINA UYGULANMASI

APPLICATION OF EXCAVABILITY CLASSIFICATION
SYSTEMS TO GLİ TUNÇBİLEK OPEN PITS FOR THE
PREDICTION OF EXCAVATION RATE

R.Mete GÖKTANC)
Can AYDAY(**)

ÖZET

Bu çalışmada, kazılabilirlik amaçları için geliştirilmiş üç ayrı sınıflama sisteminin, ele alınan bir kazı makinasına ait kazı hızının kestirimi amacıyla kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, GLİ Tunçbilek Bölgesi açık ocaklarında» kazı makinası olarak ele alınan sokucudozer ile deneme kazıları yapılmıştır. Kazı yapılan formasyonlardan elde edilen jeoteknik veriler kullanılarak sınıflama sistem değerleri bulunmuştur. Makma kazı hızı ile her bir sınıflama sistemi değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler incelenmiştir.

Ayrıca, sınıflama sistemleri arasındaki ilişkiler ve kazı işleminde rol oynayan etkin jeoteknik parametreler ayrıntılı olarak tartışılmış, bazı önerilere yer verilmiştir.

ABSTRACT

In this study, an attempt is made to investigate the applicability of three different diggability classification systems for the prediction of machine excavation rate. Trial excavations by ripping machines has been conducted in open pit mines of GLİ Tunçbilek region. Geotechnical findings obtained from the excavated rock formations have been evaluated for each classification system. The statistical relationships between values of machine excavation rate and total rating of each system have been analyzed.

The relationship between each classification system and efficient parameters which influence excavation works, have also been discussed in detail.

* Yrd.Doç.Dr., Anadolu Üniversitesi, Müh.Mim.Fak. Maden Müh.Bol.ESKİŞEHİR

*«Öğr.Gör., Anadolu Üniversitesi, Muh.Mim.Fak. Maden Müh.Bol. ESKİŞEHİR

1. Giriş

Açık işletmecilikte, kayaçların kazılabilirlik koşullarının arazi ve laboratuvarında kolay elde edilebilir jeoteknik veriler yardımıyla kestirilebilmesi, makina parkının kurulması ve birim kazı fiyatının belirlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda, kayaç kütlesi kazılabilirlik özelliklerinin sınıflama yöntemleriyle saptanması konusunda yeni yaklaşımlar izlenmektedir. Bu yöntemlerin ortak yanı, kayaç kütlesinin kazılabilirliğini etkilediği düşünülen en önemli jeoteknik parametreleri ele almaları ve bu parametreleri ağırlıklı puanlama sistemiyle değerlendirerek, kazılabilirlik sınıflama indisleri oluşturmalarıdır. Ancak, sınıflama sistemlerinin kazı hızı ile bağdaştırılması, üzerinde çok az araştırma yapılmış bir konudur.

Bu bildiriye, esas olarak kazı kolaylığının ve kazı aracının belirlenmesine yönelik olan üç sınıflama sistemi ele alınmış ve bu sınıflama sistemlerinin, Örtü kazı işlerinde kazı hızı kestirimi amacıyla kullanılabilirlikleri tartışılmıştır. Ayrıca, sınıflama sistemlerinin birbirleriyle olan ilişkileri ve kazılabilirliği etkileyen en önemli parametreler araştırılmıştır.

2. İNCELENEN KAZILABİLİRLİK SINIFLAMA SİSTEMLERİ

2.1. KPP-Sistemi

Kazılabilirlik Parametre Puanlama Sistemi (KPP), ayrışma derecesi, kayaç dayanımı (tek eksenli basma dayanımı veya nokta yük indeksi), çatlaklar arası mesafe ve katmanlaşma kalınlığı gibi dört temel parametreyi esas almaktadır (Müftüoğlu ve Scoble, 1985). Bu parametreler, ağırlıklı puanlama sistemiyle değerlendirilerek, yedi sınıftan oluşan bir kazılabilirlik sınıflama sistemi geliştirilmiştir. Her sınıf için, kullanılması önerilen kazı türü ve kazı makinalarına yer verilmiştir.

2.2. N-Sistemi

Yeraltı yapıları ve tüneller için geliştirilmiş olan Q-Sistemi (Barton ve ark., 1974) bazı değişikliklerle kayaç kazılabilirliğine uyarlanmıştır (Kirsten, 1982), Bu sistemde kayaç dayanımı, blok boyutu, relatif zemin yapısı ve süreksizlik dayanımı parametreleri puanlama yöntemiyle değerlendirilerek, kazılabilirlik sınıflama belirteci (N) belirlenmektedir. Buna göre, toplam kazılabilirlik puanı

$$N = M_s \cdot (RQD/J_n) \cdot J_s \cdot (J_r/J_a) \quad [1]$$

bağmıyla tanımlanmaktadır.

Burada,

- M_s : Kayaç Dayanımı
- RQD/J_n : Ortalama Blok Boyutu
- J_s : Relatif Zemin Yapısı
- J_r/J_a : Süreksizlik Dayanımı

ile ilgili parametreler olup

- RQD : Kayaç Kalitesi Göstergesi
- J_n : Süreksizlik Takımı Adedi
- J_r : Süreksizlik Pürüzlülük Sayısı
- J_a : Süreksizlik Alterasyon Sayısı

dır.

Sonuçta, N değerlerine bağlı olarak sekiz sınıf oluşturulmakta ve her sınıf için kullanılacak kazı aracı, türü önerilmektedir.

2.3. RR-Sistemi

Kazı işlemlerini ve sökülebilirliği etkileyen parametreler RR-Sistemi'nde kayaç dayanımı, ayrışma, süreksizlik aralığı, süreksizlik devamlılığı, süreksizlik ayırımı, doğrultu ve eğim yönlenimi olarak seçilmiş-

tir (Smith, 1986). Bu parametreler ağırlıklı puanlama yöntemiyle değerlendirilerek, kayalar sökülebilirlik kolaylıklarına göre beş sınıfa ayrılmıştır. RR-Sistemi, Bieniawski (1973) tarafından geliştirilen jeomekanik Kaya Kütle Sınıflaması (RMR)'ni esas almaktadır. Sistem, daha önce Weaver (1975) tarafından da kayaların sökülebilirliğine uyarlanmış, fakat fazla ilgi görmemiştir (Bieniawski, 1980).

3. VERİ TOPLAMA İŞLEMLERİ

Sınıflama sistemlerinin irdelenmesinde kullanılacak olan veriler, GLİ Tunçbilek Bölgesi açık işletmelerinde, yüklenici firmalar tarafından çalışan İA, 43A ve Beye 12 A panolarından elde edilmiştir. Deneme kazısı uygulanan formasyonlarda genel olarak marn, marn-kil, marn-kalker, marnlı kil, kalkerli marn litolojileri hakimdir.

3.1. Jeoteknik Veriler

Kazı yapılan her formasyonda, incelenen üç sınıflama sistemi için gerekli tüm jeoteknik veriler International Society for Rock Mechanics Commission (1977, 1978), Fookes ve ark. (1971) tarafından önerilen yöntemlere uygun olarak kaydedilmiştir. N-sistemi'nde kullanılan RQD değerlerinin hesaplanmasında Priest ve Hudson (1976) tarafından önerilen teorik yöntem uygulanmıştır.

Bildirinin amacına yönelik olarak, jeoteknik verilerin Sınıflama sistemlerine uygulanış şekli ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmeyecek, uygulama sonuçları Üzerinde durulacaktır.

3.2. Makina Performans Verileri

Araştırmada 306 kW motor gücünde, tek sökücü bıçaklı tipte paletli sökücü-dozer kullanılmıştır. Uygulanan örtü kazı yöntemi, malzemenin sökücü makina (ripper) tarafından gevşetilip kürenmesi ve daha sonra yükleyici-kamyon sistemiyle taşınmasıdır.

Her bir formasyonda gerçekleştirilen üretim miktarı (V), yerinde m olarak, Caterpillar (1983) firması tarafından önerilen yöntem uygun olarak yapılmış olup, bu amaçla özel olarak tutulan kamyon raporlarına dayanmaktadır.

Kazı hızının saptanabilmesi amacıyla, makinenin her bir formasyondaki net kazı süresi (t) zaman etüdü yapılarak kaydedilmiştir. Jeoteknik parametrelerden bağımsız olan manevra-vites değiştirme, küreme ve duraklamalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Makinenin 1 kW gücü başına karşılık olan kazı hızı (Q)

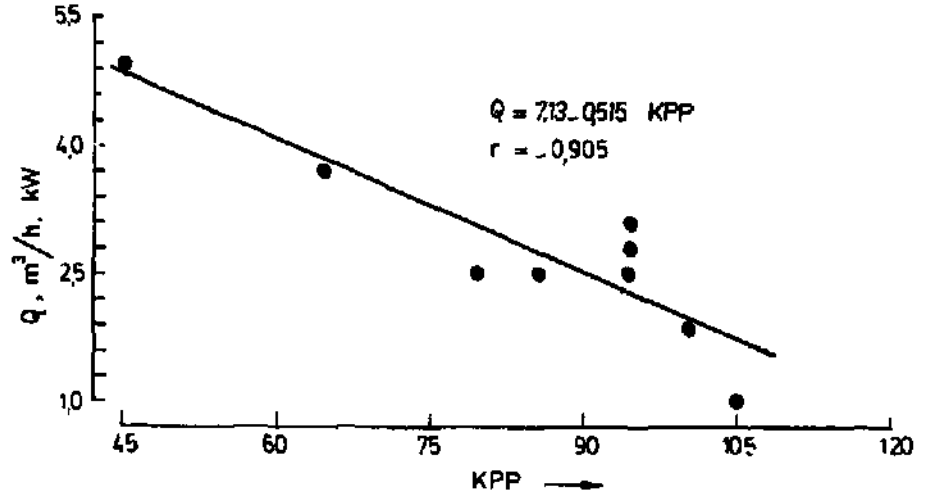
$$Q = V/t \cdot 306 \quad \text{m}^3/\text{h.kW} \quad [2]$$

bağıntısından hesaplanmıştır. Her bir formasyonda tekrarlanan üç kazı periyodunun ortalaması, o formasyona ait kazı hızı değeri olarak alınmıştır..

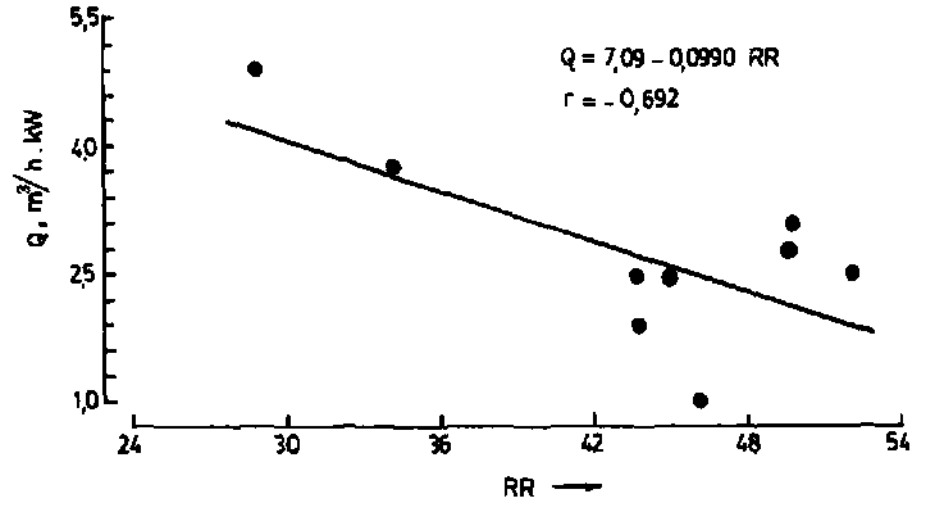
4. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kazı hızı ile sınıflama sistemleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde; kazı hızı ile KPP-Sistemi arasında oldukça güvenilir doğrusal bir ilişki bulunduğu anlaşılmaktadır (Şekil 1). Diğer sınıflama sistemleri ile kazı hızı arasında iyi bir ilişki elde edilememiştir.

RR-Sistemi'yle elde edilen görece zayıf korelasyonda (Şekil 2), bu sistemdeki puanlama tekniğinin gereği olarak, basma dayanımı 25-70 MPa arasında olan tüm kayaların aynı puanla değerlendirilmiş olmasının önemli bir rolü olabileceği düşünülmüştür. Diğer bir deyişle, bu sistemde, kayacın dayanım özelliğindeki değişimler toplam puanlamaya yeterli bir hassasiyette yansıtılamamaktadır. Diğer yandan, doğrultu ve eğim yönelimlerin kazı kolaylığına olan etkisinin, bütünüyle araştırmacının kendi yorumuna bırakılmış olması, bu sınıflama sisteminin uygulanmasında karşılaşılabilecek olası güçlüklerden bir diğeri olarak gözükmektedir.



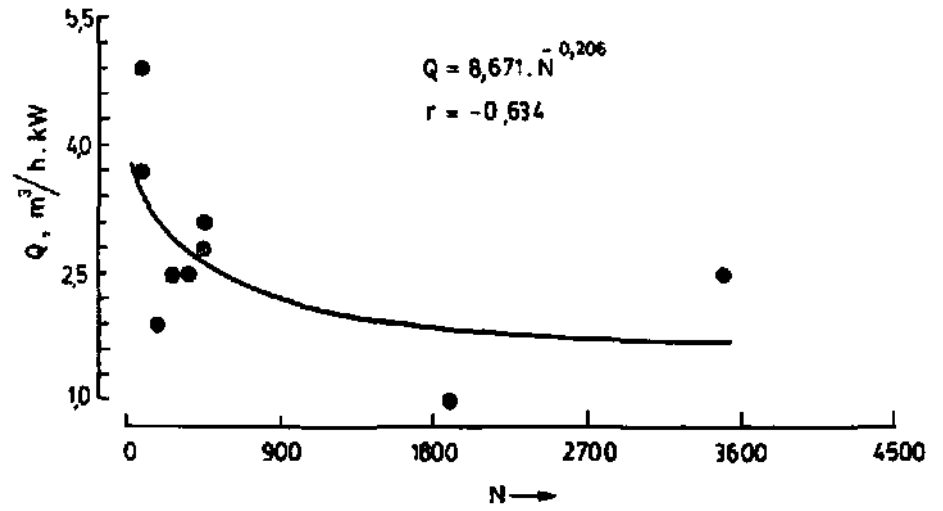
Şekil 1. KPP-Sistemi ile Kazı Hızı ilişkisi



Şekil 2. RR-Sistemi ile Kazı Hızı ilişkisi

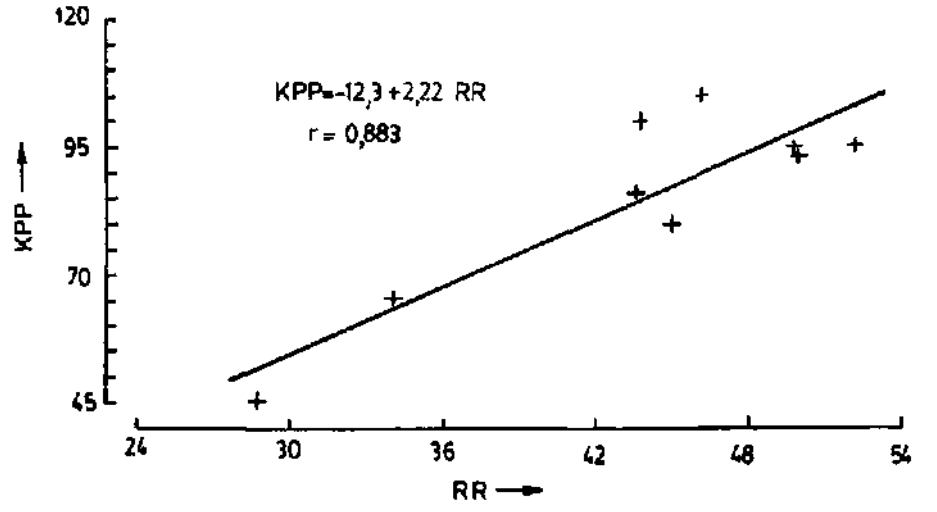
N-Sistemi'nin kazı hızı kestirimi amacıyla kullanılması, istatistiksel güvenilirliğin düşük olması bakımından (Şekil 3), uygun görülmemektedir. Bu sistemin önemli parametrelerinden RQD'nin belirlenmesi, uygu-

lanıada bazı zorluklar getirebilmektedir. Teorik yöntemle hesaplanan RQD değerleri kıllı, çok zayıf veya ayrıışmış kayaçlarda çok yüksektir (Famer, 1983). Sondaj yöntemi ise, özellikle tortul ve yapraksı başkalaşım kayaçlarında uygulamacının özel yorumunu gerektirmektedir (Özdoğan, 1985). Sistemi oluşturan diğler parametrelerden, süreksizlik pürüzlülüğü ve süreksizlik alterasyonu'nun sıhhatli olarak saptanabilmesi de, bu konuda oldukça deneyim gerektirmektedir. N-Sistemi üzerinde, bazı değışikliklere yönelik çalışmaların sürdürüldüğü bildirilmiştir (Kirsten 1984.1985J,

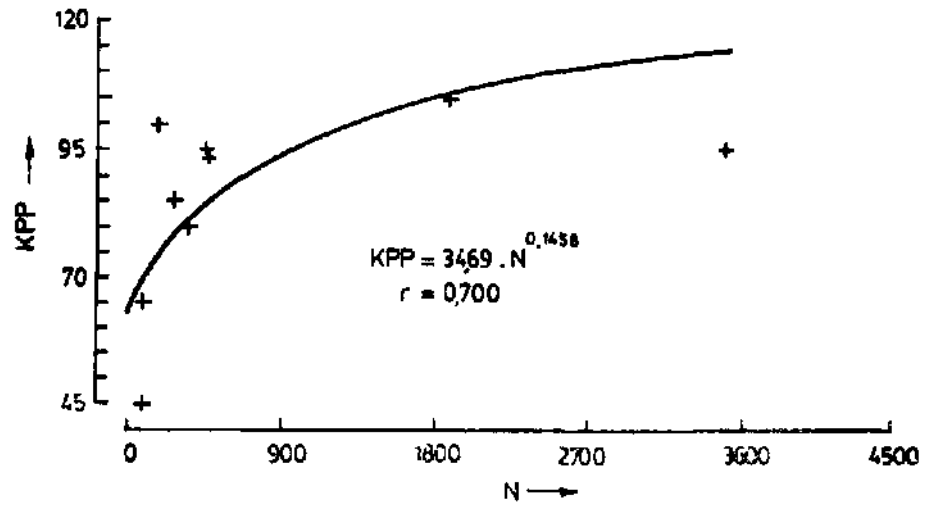


Şekil 3. N-Sistemi ile Kazı Hızı İlişkisi

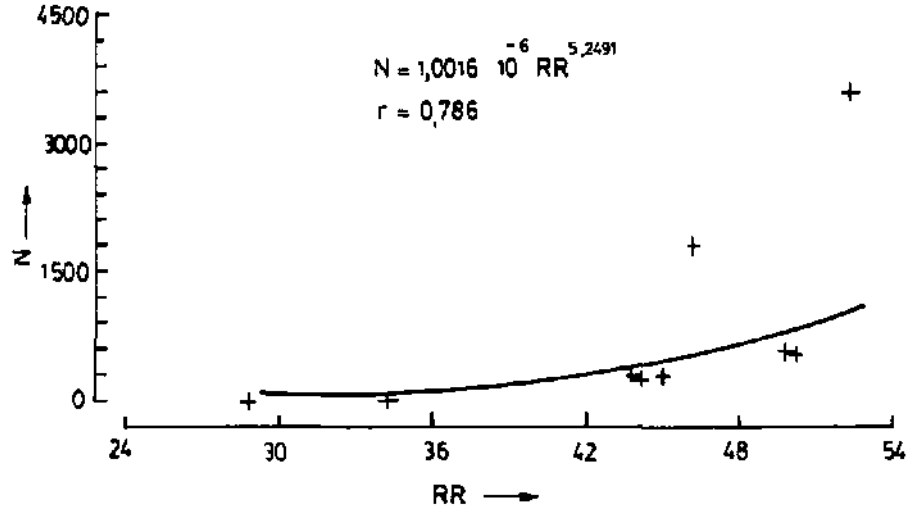
Kayaç kütlelerinin kazılabilirlik karakteristiklerini farklı jeoteknik parametrelerle tanımlamalarına rağmen, sınıflama sistemleri arasında uyumlu ilişkiler bulunduğu anlaşılmaktadır. Üç sınıflama sisteminin birbirleriyle olan ilişkileri incelendiğinde, KPP-Sistemi ile RR-Sistemi arasında daha anlamlı bir ilişkinin bulunduğu görülmektedir (Şekil 4, 5 ve 6).



Şekil 4. KPP-Sistemi ile RR Sistemi ilişkisi



Şekil 5. KPP-Sistemi ile N-Sistemi ilişkisi



Şekil 6. N-Sistemi ile RR-Sistemi ilişkisi

Her sınıflama sistemini oluşturan parametreler ile toplam puanlamaları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Buna göre, KPP-Sisteminin korelasyon matrisi oluşturulduğunda, bu sistemin en fazla çatlaklar arası mesafe, ÇA ($r = 0,927$) ve ayrışma derecesinden, AD ($r = 0,573$) etkilendiği anlaşılmıştır. Bu iki parametre kullanılarak, % 90,8 korelasyon katsayısı değeriyle elde edilen çoklu-regresyon denklemi

$$KPP = 30,9 + 1,09 \text{ ÇA} + 0,682 \text{ AD} \quad [3]$$

olmuştur.

Aynı yöntem N-Sistemi için uygulandığında, bu sistemin RQD/J ($r=0,8B3$) ve J_r/J_a ($r = 0,990$) parametreleriyle çok ıy bir şekilde temsil edilebileceği anlaşılmıştır. Çoklu-regresyon denklemi

$$N = 2 - 7,15 \text{ RQD/J}_n + 4219 \text{ J}_r / \text{J}_a$$

% 98,2 korelasyon değeriyle elde edilmiştir.

RR-Sistemimde, toplam puanlamayı etkileyen en önemli iki parametrenin süreksizlik aralığı, SA ($r = 0,871$) ve doğrultu-eğim yönlenimi, DEY ($r = 0,726$) olduğu görülmüştür. Regresyon denklemi

$$RR = 38,5 + 3,7 SA - 15,5 DEY \quad [S]$$

% 90,6 korelasyon katsayısı değeriyle bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kazı hızı ile sınıflama sistemleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde, en yüksek ilişkinin KPP-Sistemiyle elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Diğer sınıflama sistemleri ile kazı hızı arasındaki ilişkiler zayıftır. Bu nedenle, kazı hızı kestirimi amacıyla KPP-Sisteminin kullanılmasının özellikle verilerin toplandığı Tunçbilek bölgesi 1 A,43A ve Beye 12 A panolarında kayaç türleri için daha güvenli sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Elde edilen bağıntının geliştirilebilmesi için, değişik işletmelerden ve değişik litolojideki kayaçlardan daha çok sayıda uygulama sonuçlarına gerek vardır.

İncelenen üç sınıflama sisteminde de, kazı hızıyla en yakın ilişkili jeoteknik parametrenin, kayaç türündeki süreksizliklerle ilgili olduğu belirlenmiştir.

Sınıflama sistemlerini oluşturan bazı parametrelerin, araştırmacıların yorumlarına bağlı olarak farklılıklar göstermesi *saz* konusudur. Bu nedenle, kişisel yorumlara en az yer veren, kolay uygulanabilir sınıflama sistemlerinin tercih edilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen ön bilgiler, sınıflama sistemlerinin açık işletmecilikte kullanılan diğer kazı araçlarının kazı hızı kestirimi amacıyla da kullanılabilirliği konusunda umut vericidir. Hidrolik yer-kazar, döner kepçeli yer-kazar ve halatlı yer-kazar gibi makinelerin ilkemiz madenciliğinde yoğun bir uygulama alanı bulmuş olması, bu konuda ayrıntılı çalışmaların yapılmasını teşvik edici diğer bir husustur.

KAYMAKLAR

1. BARTON,N., LIEN.R., LUNDE.J., 1974; "Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support", Rock Mechanics, Vol.6, No.4, pp. 189-236
2. BIENIAWSKI.Z.T., 1973; "Engineering Classification of Jointed Rock Masses", The Civil Engineer in South Africa, pp. 335-343.
3. BIENIAWSKI, Z. T., 1980; "Rock Classifications: State of the Art and Prospects for Standardization", Transportation Research Board National Academy of Sciences, pp. 1-9
- 4- FARMER,I., 1983; "Engineering Behaviour of Rocks", 2nd Edition, p. 171
5. FOOKES.G.P., DEARMAN.R.W., FRANKLIN,J.A., 1971; "Some Engineering Aspects of Rock Weathering With Field Examples from Dartmoor and Elsewhere", O.jl.Engng.Geol. Vol.4, pp. 139-185.
6. International Society for Rock Mechanics Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests, 1977; Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses« Int.J. Rock Mech.Min.Sci.and Geomech.Abstr., Vol.15, pp. 319-368
7. International Society for Rock Mechanics Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests, 1978; Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Material, Int.J.Rock Mech.Min.Sci. and Geomech, Abstr., Vol.16, pp. 135-140
8. KIRSTEN, H.A.D., 1982; "A Classification System for Excavation in Natural Materials", Die siviele Ingemeu- in Suid-Afrika, pp.293-307
9. KIRSTEN, H.A.D., 1984-, Kişisel yazışma, Johannesburg, S.Africa
- 10- KIRSTEN, H.A.D., 1985; Kişisel yazışma, Johannesburg, S.Africa

11. MUFTUOĞLU.Y.V., SCOBLE,M.J., 1985; "Komur Açık işletmeciliğinde Kazılabilirliği Belirleme Yöntemleri", Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, s. 29-37
12. ÖZDOĞAN.M-, 1985; "Kayaçların Esneklik Özelliklerinin Saptanması ve Buna Göre Kayaçların Mühendislik Açısından Dizelenmesi", Madencilik TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayın Organı, Ankara, Cilt 24, Sayı 1, s. 41-48
13. İAÛbST.S.D., HUDSON,J.A., 1976; "Discontinuity Spacing in Rock", In':.J.Hock Mech.Mın.Sci. , Vol. 13, pp. 135-116
14. SMITH,II.J. , 1986; "Estimating Rippabil^y by Rock *Oias*% Classification", 22ⁿd Int.Rock Mech.Cong., pp. 443-44"?
15. WEAWEP.J.M., 1975; "Geological Factors Significant in the Assesment of Rippability", Die Siviele Ingenieur in Suid-Afrika, pp. 313-316
- 16..1983; "Handbook of Ripping", Caterpillar Tractor Co. Peoria, Illinois, 30 p.