

KÖMÜR AÇIK İŞLETMECİLİĞİNDE KAZILABİLİRLİĞİ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Y.V. MÜFTÜOĞLU(*)
M.J. SCOBLE(**)

ÖZET

Bu bildiri, kömür açık işletmeciliğinde önceden belirlenmesi çok güç olan kazılabilirlik konusu işlenmektedir. Kazılabilirliği etkileyen parametreler tanımlandıktan sonra, bunların özellikle kazı çalışmaları öncesi planlama safhasında belirlenmesinde yararlanılabilecek yöntemler gözden geçirilmektedir. İngiltere Ulusal Kömür Kurumu Açık İşletme Müdürlüğü'nün desteği ile yürütülmüş ve kömür açık işletmelerinde karşılaşılan kaya türlerinin kazı özelliklerinin saptanması ve etkin bir kazılabilirlik yöntemini belirlemeye yönelik bir araştırma sonucunda geliştirilmiş bir kazılabilirlik sınıflandırma sistemi tanıtılmaktadır.

ABSTRACT

This paper considers assesment of diggability which is very difficult to predict in surface coal mining. After the definition of the factors affecting diggability, it then reviews the methods that can be used during pre-planning stage. It introduces a diggability classification system which is based on research undertaken in cooperation with the N.C.B. Opencast Executive with the objectives of characterising digging conditions associated with the range of rock masses encountered in surface coal mines and thence deriving an effective diggability prediction technique.

(*) Yrd.Doç.Dr. Maden Müh. Böl., Tonguldak Müh. Fak., H.U., ZONGULDAK
(**) Prof .Dr. Maden ve Metali. Müh. Böl., MCGill unlv., Montreal, KANADA

1. GİRİŞ

Kömür açık işletmeciliğinde kazılabilirliğin planlama safhasında güvenilir bir şekilde belirlenmesi optimum kazı yöntemi ve aracının seçimi açısından çok önemlidir, örtü kazısı ve bunu takiben üretim başladıktan sonra zorunlu olarak karşılaşılan kazı hazırlığı ve aracı ile ilgili değişiklikler ek yatırım, üretimde bekleme ve gecikmelere yol açacaktır, örtü kazı işleminin tüm işletmecilik maliyeti içinde tek başına oldukça yüksek bir paya sahip oluşu konunun önemini açıkça vurgulamaktadır.

Diğer yönden kömür çevre kayaçlarını oluşturan birim kayaç ünitelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin düşey ve yatay yönlerde farklılaşma göstermesi kazılabilirliğin belirlenmesini hayli güçleştirmektedir. Bu Uç boyutlu karmaşık durum tortul kayaçların oluşum, ayrışma ve kayaç kütlelerinin kırılma, yataklanma ve faylanma sonucu oluşan yapısal süreksizlikler içermesinden kaynaklanmaktadır.

2. KAZILABİLİRLİĞİ ETKİLEYEN PARAMETRELER

Kazılabilirliği etkileyen parametreler genel olarak kayacın fiziksel ve yapısal özelliklerinin bir fonksiyonu olmaktadır. Bunlar:

1. Kazı direnci yönünden kayacın dayanım özellikleri.
2. Kayaç kütleindeki katmanlaşma düzlemleri ve çatlak türündeki süreksizliklerin konum ve dağılım aralıkları (dolayısıyla kayaç kütlelerini oluşturan blokların şekil ve boyutları),
3. Kayacı oluşturan minerallerin aşındırıcı özellikleri.
4. Kayaç nem içeriği ve dolayısıyla kazıcıya yapışma özelliği.

Yukarıda belirtilen parametrelerden herbirinin önem ve etkisinin kazıcı araca göre değişeceği şüphesizdir. Bunun dışında kazı kolaylığı ve kazıcı performansını etkilemesinden ötürü kazı öncesi yapılan hazırlık işlemlerinin tür ve etkinlikleri de ayrı bir parametre olarak nitelenebilir, örneğin; patlayıcı madde ile gevşetme ya da ripleme.

3. VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ VE KULLANIMI

Kazılabilirlik için veri toplama yöntemleri aşağıda gösterildiği gibi üç ana grupta sınıflandırılabilir:

1. Deneme Kazısı Yöntemi
2. Sondaj Yöntemi
3. Jeofiziksel Yöntemler

3.1. Deneme Kazısı Yöntemi

Bu yöntem, sözkonusu olan kayaç içinde açılacak yarma veya çukurlar içinde kullanılması düşünülen kazı aracının denenmesi ve performansının gözlenmesi sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Sığ derinliklerin dışında deneme amacıyla da olsa bile bu araştırma çukurlarının açılmasının hayli güç olacağı şüphesizdir. Ayrıca oldukça sınırlı bir kazı işleminden elde edilen bu verilerin tüm ruhsat sahası için geçerli olabilmesi için kayacın fiziksel ve yapısal özelliklerinin deneme kazısının yapıldığı yere kıyasla artan uzaklıkla nasıl bir değişme gösterdiğinin belirlenmesi şarttır.

3.2. Sondaj Yöntemi

Arama ve rezerv tesbiti çalışmaları için yapılan karotsuz sondaj işlemlerinde kullanılan sondaj makinalarının performansını sürekli kaydedici ölçme yöntemleri geliştirilmektedir. Bu yöndeki gelişmelerle kullanılan delici makina performansı ile delinen kayacın özelliklerinin korelasyonu imkanı sözkonusu olmaktadır. Bu konuya ilişkin laboratuvar düzeyinde birçok araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan tortul kayalar, üzerinde yapılmış bir araştırmada deliciye uygulanan yük ve delme hızı oranı ile kayacın tek eksenli basma dayanımı arasında doğrusal bir ilişki gözlenmiştir(1). Bir bakır açık işletme ocağında ateşleme deliklerinin açılmasında kullanılan döner matkap delicinin hidrolik baskı kuvveti ve ilerleme hızından yararlanılarak bir kayaç kalite indeksi geliştirilmiştir(2). Bu indeksten ateşleme ve kazı işlerinin planlanmasında etkin bir şekilde yararlanılmıştır. Döner yöntemle delik delme işleminde sondaj makinasının kullanımına ilişkin önemli değişkenler; deliciye uygulanan yük, delici devir sayısı, kullanılan su/çamur/hava besleme hızı, ilerleme hızı ve döndürme momenti olmaktadır. Günümüzde, bu parametreleri aynı anda ve sürekli olarak kaydedebilecek ölçme sistemleri ticari olarak geliştirilmiştir(3). Bu tür verilerin değerlendirilmesi sırasında unutulmaması gereken nokta, deliciye uygulanan yükün delici makinanın performansını etkileme durumudur. Delme işlemi sırasında elde edilen bu veriler kayacın fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde çok yararlı olabilir. Fakat diğer önemli bir etken olan çatlak ve tabaka türünden süreksizliklerin durum ve sayıları hakkında yeterli bilginin bu verilerin analizinden elde edilmesi çok güç görülmektedir.

Açık delik sondajlığı dışında sondajlardan elde edilen karotlar, kazılacak kayacın ilk fiziksel örnekleri olduğundan çok değerli olmaktadır. Karot loglarının düzenlenişi, karotlar üzerinde yapılan deneyler ve bunların sunulduğu tarzı kazılabilirliğin belirlenmesinde yararlanılabilecek jeoteknik veri açısından oldukça önemlidir. Bu konuya ilişkin farklı uygulamalardan kaynaklanan belirsizliklere çözüm getirmek ve bir standardizasyon sisteminin gelişmesi amacıyla birçok çalışma grupları oluşturulmuş ve bunlar yararlı birtakım önerilerde bulunmuşlardır(4,5,6).

Karot numunelerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan iki indeks bulunmaktadır. Bunlar; çatlak frekansı (Fracture Frequency) ve kayaç kalite tanımı anlamına gelen RQD (Rock Quality Designation) olmaktadır. Çatlak frekansı; karot örneği üzerindeki doğal çatlak sayısını içermekte olup, 1 m uzunluğa düşen çatlak sayısını tanımlamaktadır. RQD ise; boyları 10 cm'nin üzerinde olan karot parçalarının toplam karot uzunluğuna olan oranının yüzde olarak ifadesidir. Bu iki indeksten özellikle çatlak frekansı, kazılabilirlik açısından büyük önemi olan, kayaç kütlelerini oluşturan blokların boyutlarının tahmininde yararlı olabilecek bir parametredir. Kömür çevre kayaları, yapısal olarak birtakım süreksizlikler içermektedir. Bunlardan en önemlileri katmanlaşma yüzeyleri ve genellikle bunlara dik bir açıyla oluşmuş çatlaklardır. Bu süreksizlik yüzeylerinin dağılımı, konumları ve kesişme aralıkları blokların boyut ve şekillerini belirlemektedir. Kazı aracının performansı açısından bu blokların boyut ve şekilleri temel etkenlerden birisi olmaktadır.

Kayaçların basma ve çekme dayanımları karot örnekleri üzerinde çeşitli deneylerle laboratuvarında belirlenebilir. Bunun dışında arazide kolaylıkla uygulanabilecek bazı pra-

tik deney araçlarından da yararlanılabilir. Bunlar nokta yükleme deney aygıtı, NCB iğne uçlu delicisi ve Shore Skleroskopu gibi aygıtlar olmaktadır(7). Bunlardan iğne uçlu delicisi ve Shore Skleroskopu ile küçük karot parçaları üzerinde yapılan deneyler sonucunda belirlenen sertlik değerlerinden yararlanarak tek eksenli basma dayanımlarını yaklaşık olarak tahmin etmek mümkündür.

3.3. Jeofiziksel Yöntemler

Kazılabilirlikle ilgili veri toplamada yararlanılabilecek jeofiziksel yöntemler, prensip olarak üç alt grup şeklinde ayrılabilirler:

1. Sismik Refraksiyon Yöntemi (Seismic Refraction)
2. Çapraz Delik Sismik Yöntemi (Crosshole Seismic)
3. Wireline Jeofiziksel Loglama Yöntemi (Wireline Geophysical Logging)

Sismik refraksiyon yöntemi, P-dalga hızlarının yeryüzünde belirli aralıklarla yerleştirilmiş jeofonlar aracılığıyla ölçülmesine dayanır. Arazide belirlenen kayaç kütlelerinin P-dalgalarını iletim hızından yararlanılarak dayanım, yoğunluk, ayrışma derecesi ve çatlak durumu yaklaşık da olsa tahmin edilebilmektedir. Kayaçın çatlak durumunu belirlemek amacıyla bir Hız Oranı İndeksi (Velocity Ratio Index) geliştirilmiştir(8). Bu indeks arazide ölçülen ses yayılma hızının aynı kayaçtan alınmış ve çatlak içermeyen örnekler üzerinde laboratuvarında ölçülmüş hıza olan oranıdır. Bu indeks ve yaklaştığında kayaçın yapısal olarak masif yapılı yani içinde fazla sayıda çatlak bulunmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Bu indeksten yararlanarak kömür çevre kayaçları içinde çatlak dağılımının yaklaşık olarak belirlenebileceği gösterilmiştir(7,9). Ayrıca P-dalga hızlarına göre bazı kayaç türleri ve ripperleme işleminde kullanılabilecek ripper türünü belirlemeye yarayan abaklar da geliştirilmiştir(10).

Çapraz delik sismik yönteminde ses dalgalarının yayılma hızları sondaj delikleri arasında belirlenmektedir. Bu amaçla açılmış sondaj deliklerinden birine ses kaynağı, diğer delik ya da deliklere alıcılar indirilmekte ve her seferinde verici ve alıcıların seviyeleri birlikte değiştirilerek değişik seviyelerde sesin yayılma hızları ölçülmektedir(7/11,12).

Wireline jeofiziksel loglama yönteminde, sondaj deliği içerisine indirilmiş ve üzerinde çeşitli verici ve alıcılar bulunan bir ölçme borusunun düşük bir hızla yukarı doğru çekilmesi sırasında, kayaçtan yansıyan sinyallerin yeryüzünde bulunan aygıtlarla kaydedilmesine dayanmaktadır. Bu şekilde, kayaçların bazı fiziksel özellikleri ortalama olarak saptanmaktadır. Bu amaçla, belirlenmesi arzulanan fiziksel özelliklere göre değişik türde loğlar kullanılmaktadır(13). Kömür çevre kayaçları için litolojik ünitelerin belirlenmesi gama ve yoğunluk loğlarından yararlanmak suretiyle kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Wireline jeofiziksel loğlama yöntemiyle, kömür çevre kayaçlarının nokta yükleme dayanımlarının neutron-neutron loğlarından belirlenebileceği gösterilmiştir(14).

Sonuç olarak; kayaçların dayanım özellikleri, gerek karotlar üzerinde yapılacak deneylerle ve gerekse jeofiziksel yöntemlerle belirlenebilir. Ayrışma derecesinin saptanması ise karot örneklerinin dikkatle incelenmesiyle gerçekleştirilebilir. Katmanlaşma düzlemi süreksizliklerinin dağılımı karotlar üzerinde yapılacak gözlemlerden, eğer bu mümkün

değil ise akustik genlik loğlarından yararlanılarak ortalama olarak ölçülebilir. Gerek katman, gerekse yapraklanma (lamination) düzlemleri bu loğlarda sinyal genliğini belirgin olarak azaltıcı yönde etkifemektedirier(13). Belirlenmesi en güç olan parametre, katmanlaşma düzlemlerine dik olarak oluşan çatlaklar ve bunların dağılımlarıdır. Bunların tahmininde sismik refraksiyon ya da çapraz deik sismik yöntemiyle ölçülebilecek ses yayılma hızları ve hız oranı indekslerinden yararlanılabilir. Hız oranı indekslerinin oluşturulmasında sondaj delikleri içinde kayacın ses iletim hızını saptamak için sonik loğlar da düşünülebilir.

4. KAZILABİLİRLİK SINIFLANDIRMASI

Kömür açık işletmeciiğinde kazı işlerinde kullanılan araçlar, kazı mekaniği açısından genelde iki ana grupta değerlendirilebilirler. Bunlardan dönerkepçe yerkazarlar 1. grubu, geleneksel kazı araçları olarak nitelenebilecek kepçeli yerkazarlar, ripier ve çekmekepçeler (Dragline) 2. grubu oluşturmaktadır. 1. grubu oluşturan araçlarda kazı türü, kazıcı ünitenin dönme hareketi nedeniyle bir tür yontma şeklinde düşünülebilir. 2. grupta kazı türü baskı kuvveti yardımıyla kayacın daha küçük bloklara parçalanması şeklinde olmaktadır. Kazı türlerindeki farklılıktan ötürü, her iki grup için aynı parametreleri kullanarak tek bir kazılabilirlik sınıflandırma sisteminin önerilmesi gerçekçi bir yaklaşım şekli olmayacaktır.

Dönerkepçe yerkazarların kazı performansını etkileyen en önemli parametreler, kazılan malzemenin çekme ve basma dayanımları, minerallerin aşındırıcılık özellikleridir. Bu tür makineler için yapılan kazılabilirlik çalışmalarında ilk olarak kazılacak malzemenin kazı direnci belirlenmektedir. Bu amaçla karot ya da blok numuneleri üzerinde kama ile yükleme deneyleri yapılmaktadır(15). Malzemenin aşındırıcılık özellikleri içerdiği minerallerin tür, tane boyut ve şekillerine bağlı olarak değişmektedir. Tane boyutu küçüldükçe ve tane şekli de yuvarlak türden köşeliye dönüştükçe minerallerin aşındırıcılığı da artmaktadır(7). Dönerkepçe yerkazarların açık işletmecilikte uygulama alanları daha ziyade ayrışmaya uğramış, aşındırıcı olmayan zayıf kayalar veya toprağimsi malzemeler için sözkonusu olmaktadır.

Burada sunulacak olan kazılabilirlik sınıflandırma sistemi, dönerkepçe yerkazarların dışında diğer grubu oluşturan kazı araçları için geliştirilmiştir. Sınıflandırma sistemi İngiltere'de kömür açık işletmelerinde, kazılabilirliği belirlemek amacıyla yapılan bir araştırma projesinin sonucu olmaktadır(7). Bu amaçla arazi ve laboratuvarında yürütülen çalışmalarda kayaların fiziksel ve yapısal özelliklerinin kazı makinası performansı üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak en önemli parametrelerin;

1. Ayrışma derecesi
2. Tek eksenli basma dayanımı
3. Çatlaklar arası mesafe
4. Katmanlaşma kalınlığı

olduğu belirlenmiştir. Bu dört temel parametrenin kazıcı performansına etkileri ağırlıklı puanlama sistemiyle saptanarak bir kazılabilirlik sınıflandırması geliştirilmiştir. Parametrelerin değerlendirilmesinde uygulanan puanlama sistemi Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çi-

zelgede de görüleceği gibi, her parametre beş ayrı grupta değerlendirilmektedir. Puanlama sisteminde ağırlık, kayaçları oluşturan blokların boyutlarını belirleyen çatlaklar arası mesafe ve katmanlaşma kalınlığı üzerinde toplanmaktadır. İşletmelerde yapılan gözlem ve değerlendirmeler bu iki parametrenin kazılabilirlik üzerinde hayli etkili olduğu görüşünü doğrulamıştır. Ayrıca hidrolik kepçeli yerkazarlarda kazı sırasında karşılaşılan direnci belirlemek amacıyla yapılan, kazı için gerekli kuvveti kepçeye ileten kollardaki hidrolik basınç değişimini sürekli belirleyebilen veri kaydedicilerle elde edilen sonuçlar da bu görüşü bilimsel olarak kanıtlamaktadır(7).

Kayacın dayanım özelliği, tek eksenli basma ve nokta yükleme dayanımı şeklinde iki ayrı türde ifade edilmiştir. Değişik çaplı karotlar üzerinde yapılan nokta yükleme deney sonuçlarının çap farklılığını ortadan kaldırmak için 50 mm çapa karşı gelen değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için gerekli düzeltme abakları geliştirilmiştir(16). Basma dayanımını yaklaşık olarak belirlemek için NCB iğne uçlu delicisi ve Shore Skle-rooskopundan da yararlanılabilir^).

Çizelgede belirlenmesi en güç olan parametre katmanlaşma yüzeyine göre ortogonal düzlemlerdeki çatlaklar arası uzaklıktır. Karot sondajlarının genellikle düşey olarak yapıldığı ve katmanlaşma düzlemlerinin de genellikle yatay ya da yataya yakın durumda olduğu düşünülürse, karot yüzeylerinde görülen çatlakların katmanlaşma ile ilgili olacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır. Kayaç kütesinin içindeki çatlak dağılımını belirlemek için P-dalga hızları ve hız oranı indekslerinden yararlanmak gerekecektir(7). Katmanlaşma kalınlığı alınan karot örneklerinin dikkatle incelenmesiyle belirlenebilir.

Çizelge 1— Kazılabilirlik parametre puanlama sistemi

Sınıf	1	II	III	IV	V
Ayrışma Derecesi	Tümüyle	Oldukça	Orta Derecede	Hafifçe	Ayrış- mamış
Puanlama (AD)	0	5	15	20	25
Tek Eksenli Basma Dayanımı (MP _a)	< 20	20-40	40-60	60-100	> 100
Nokta Yük. İndeksi I _s (50)	< 0.5	0.5-1.5	1.5-2	2-3.5	> 3.5
Puanlama (B Dn)	0	10	15	20	25
Çatlaklar Arası Mesafe (m)	< 0.3	0.34-0.6	0.6-1.6	1.5-2	> 2
Puanlama (Ç)	5	15	30	45	50
Katmanlaşma Kalınlığı (m)	< 0.1	0.1-0.3	0.3-0.6	0.6-1.5	> 1.5
Puanlama (K)	0	5	10	20	30

Sınıflandırma Sistemi

Kazılabilirlik sınıflandırma sisteminde değişik kazı türleri patlayıcı madde ile gevşetilme yapılmaksızın düşünülmüştür. Bunlar; riper-skraper, riper-kepçeli yerkazar/eklemlili kollu kepçeli yükleyici (front-end-loader), çekmekepçe ile kazı ve kepçeli yerkazar ile kazı türleri olmaktadır. Patlayıcı madde kullanılarak yapılan örtü kazı işleri sınıflandırma sistemini daha karmaşık bir şekle dönüştüreceği için dahil edilmemiştir. Ateşleme işlemi sonucunda arzulanan gevşetme derecesi, kazı ve yükleme araçlarının tür ve kapasitelerine göre farklılık arzedeceğinden ve ayrıca kullanılan patlayıcı madde cinsi, ateşleme sistemi ve delik düzeni de bu işlemi etkileyeceğinden bir genelleme yapmanın zorluğu takdir edilecektir.

Sınıflandırma sisteminde, kazılabilirlik 7 ayrı sınıfta değerlendirilmiştir. Kazılacak kazyacın hangi sınıfa dahil olacağı 4 temel parametrenin Çizelge 1 'e göre puanlaması yapılarak belirlenecektir. Her sınıf için uygun kazı türü ve kazı araçları Çizelge 2'de verilmiştir. Yararlanılabilecek riper türleri için işletmelerde en yaygın biçimde kullanılan modeller örnek olarak belirtilmiştir. Çekmekepçeler ve kepçeli yerkazarlar ise, kazılabilirlik açısından oldukça önemli olan kepçe kapasiteleri belirtilerek tanımlanmışlardır. Ayrıca örnek olabilecek bazı model türleri de sıralanmıştır.

Riper-skraper uygulamaları 1 ve 2. sınıflar için mümkün görülmektedir. Bunun da nedeni, riper tarafından kazılan malzemenin skapere doldurulup uzaklaştırılması için; yığındaki parça boyutunun bir hayli küçük olması zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde, hiçbir ön hazırlık işlemi olmaksızın çekmekepçe ile örtükazı yapılması yine 1 ve 2. sınıflar içinde sınırlanmıştır. Kepçe üzerine uygulanabilecek kazı kuvvetinin, çok düşük düzeyde olduğundan ötürü kazabilme etkinliği zayıf olan çekmekepçelerin iri bloklardan oluşan kayaçlar içinde gevşetilme yapılmaksızın kullanılmaları üretim açısından tatminkâr olmayacaktır. 3 ve 4. sınıflar için riperleme yaparak örtükazı hazırlığı mümkün görülmektedir. Bu işlem için, 1 ve 2. sınıflara kıyasla daha güçlü riperler önerilmiştir. Kazılabilirliğin daha zor olduğu 5,6 ve 7. sınıflar için yalnız hidrolik kepçeli yerkazarlar önerilmiştir. Bu sınıfları oluşturan kayaçlar, genellikle sağlam ve masif yapılı olacaklarından kazı açısından büyük bir direnç sözkonusudur. Bilindiği gibi bu tür yerkazarlar, diğer halatlı kollu tiplere kıyasla en büyük üstünlükleri olan, hidrolik sistemle konumu istenildiği şekilde ayarlanabilen kepçe üzerine, oldukça büyük kazı kuvvetleri uygulanabildiğinden, kazı işlemini daha kolay ve etkin bir şekilde yapabilme avantajına sahiptirler. Etkin kazı özelliklerinden ötürü hidrolik kepçeli yerkazarlar, açık işletmecilikte sürekli artan sayılarda kullanılmaktadır. 5, 6 ve 7. sınıflar için, riperlerin kullanımı uygun görülmemektedir. Bazı işletmelerde yapılan gözlemler de bu görüşü doğrulamıştır. Yapısal olarak geniş aralıklı süreksizlikler içeren, dolayısıyla iri bloklardan oluşan kayaçlarda en güçlü riperlerin bile kullanımı başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

5. SONUÇ

Kazılabilirlik, açık işletmecilikte en az araştırılmış konulardan birisidir. Bunun nedeni, sorunun oldukça karmaşık ve önceden belirlenmesi hayli güç bir özellik arzemesinden kaynaklanmasıdır. İngiltere'de birçok kömür açık işletmesinde, konuya ilişkin yapılan araştırma sonucunda kazılabilirliğin ayrışma derecesi, basma dayanımı, çatlaklararası

Çizelge 2— Kazılabilirlik sınıflandırması

Sınıf	Kazı Tanımı	Toplam Kazılabilirlik Puanı (AD + BD _n + Ç+K)	Kazı Türü	Kazı Aracı (Patlayıcı Madde Kullanmaksızın)
1	Çok Kolay	5- 40	Riperleme	Riper-Skraper Caterpillar D 8 Riperi
			Çekmekepçe ile Kazı	Çekmekepçe > 5 _m 3 (*) Lima 2400
			Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Halatlı Kollu Yerkazar > 3 _m 3 (Rope Shovel) Ruston Bucyrus 71RB
2	Kolay	40- 5Ü	Riperleme	Riper-Skraper Caterpillar D9 Riperi
			Çekmekepçe ile Kazı	Çekmekepçe > 8 _m 3 Marion 195
			Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Halatlı Kollu Yerkazar > 5 _m 3 Ruston Bucyrus 150 RB
3	Biraz Zor	50- 60	Riperleme	Riper-Kep. Yrkz./Ek.Kol.Kep. Yük.Caterpillar D9 Riperi
			Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Hidrolik Kep. Yrkz. > 3 _m 3 Caterpillar 245
4	Zor	60- 70	Riperleme	Riper-Kep. Yrkz./Ek. Kol. Kep. Yük. Caterpillar D10 Riperi
			Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Hidrolik Kep. Yrkz. > 3 _m 3 Cat. 245 veya O &K RH40
5	Oldukça zor	70- 95	Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Hidrolik Kep. Yrkz. > 3 _m 3
6	Çok Zor	95-100	Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Hidrolik Kep. Yrkz. > 7 _m 3 Demag H111 Poclain OOCK P&H 1200 O &K RH75
7	Gevşetilme Olmaksızın Pek Zor	100-110	Kepçeli Yerkazar ile Kazı	Hidrolik Kep. Yrkz. > 10 _m 3 Demag H241 O &K RH300

(*) : Kepçe Kapasitesi

AD : Ayırışma Derecesi

Ç : Çatlaklararası Mesafe

BD_n : Basma Dayanımı

K : Katmanlaşma Kalınlığı

mesafe ve katmanlaşma kalınlığı gibi dört temel parametrenin fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Bu parametrelerin ağırlıklı puanlama sistemi ile değerlendirilip, kazı araçlarının tür ve özellikleri de dikkate alınarak yedi sınıftan oluşan bir kazılabilirlik sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir. Sınıflandırma sisteminin, farklı bir ülkede dolayısıyla farklı özellikler içerebilecek bir madencilik ortamında gerekli değişiklikler yapılmaksızın kullanımı önerilmemektedir. Sınıflandırma sisteminin oluşturulmasında izlenen yaklaşım, temel kabul edilerek geliştirilebilecek bir kazılabilirlik sınıflandırmasının o ülke madenciliği için çok yararlı sonuçlar vereceği kesindir.

KAYNAKLAR

1. FISH, B.G., The Basic Variables in Rotary Drilling; Mine and Quarry Engineering, Vol. 27, No. 1, pp. 29-34 and No. 2, PP 74-81, 1961
2. LEIGHTON, J.C., BRAWNER, CO. and STEWART, D., Development of a Correlation Between Rotary Drill Performance and Controlled Blasting Powder Factors, Canadian Inst. of Mining Bulletin, Vol. 75, No. 844, pp 67-73, 1982
3. LUTZ, J., Automatic Recorder of Drilling Parameters: General Presentation, Jean-Lutz S.A., Les Boeyme, Chemin Vignats, 64110 Jurançon, France, 1981
4. SOUTH AFRICAN CORE LOGGING COMMITTEE, A Guide to Core Logging for Rock Engineering, Proc. of the Symp. on Exploration for Rock Engineering, Johannesburg, pp. 71-96, 1976
5. GEOLOGICAL SOCIETY ENGINEERING GROUP WORKING PARTY, The Logging of Rock Cores for Engineering Purposes, Q. Jl. of Engineering Geology, Vo. 3, pp 1-24, 1970
6. INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS, Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests, Suggested Methods for the Quantative Description of Discontinuities in Rock Masses, Int. Jl Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 15, po 319-368, 1978
7. MUFTUOĞLU, Y.V., A Study of Factors Affecting Diggability in British Surface Coal Mines, Ph. D. Thesis, University of Nottingham, England, 1983
8. DEERE, D.U., Geological Considerations, In: Rock Mechanics in Engineering Practice, Ed. by Stagg and Zienkiewicz, Wiley, New York, pp 1-20, 1968
9. MUFTUOĞLU, Y.V. and SCOBLE, M.J., Assessment of Diggability in Surface Coal Mines, Second Surface Mining and Quarrying Symposium, Bristol, pp 225-233, 1983
10. CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK, A CAT Publication, 11 th Edition, Caterpillar Tractor Co., Peoria, Illinois, U.S.A., 1980
11. BUTLER, D.K. and CURRO, J.R., Crosshole Seismic Testing-procedures and Pitfalls, Geophysics, Vol. 46, No. 1, pp 23-29, 1981
12. McLAMORE, V.R., ANDERSON, D.G. and ESPANA, C, Crosshole Testing Using Explosive and Mechanical Energy Sources, In: Dynamic Geotechnical Testing, American Soc. for Testing and Materials, STP 654, Denver, Colorado, PP 30-55, 1977
13. TELFORD, W.M. and others, Applied Geophysics, Cambridge University Press, 1976
14. ELKINGTON, P.A.S., STOUTHAMER, P. and BROWN, J.R., Rock Strength Predictions From Wireline Logs, Int. Jl. Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 19, PP 91-97, 1982
15. RODGERS, H.C.G. and BRETT, J.R., Basic Design of the Bucket Wheel Excavator for the Goonyella Mine, Int. Conf. on Mining and Machinery, Brisbane, pp 159-167, 1979
16. HASSANI, F.P., SCOBLE, M.J. and WHITTAKER, B.N., Application of the Point Load Index Test to Strength Determination of Rock and Proposals for a New Size Correction Chart, 21 st U.S.Symp. on Rock Mechanics, Univ. Missouri, 1980

