

KÖMÜR ÇEVRE KAYAÇLARININ KAZI DURAYLILIĞI ARAŞTIRMALARI AMACI İLE LABORATUVARDA KAROT NUMUNELERİ HAZIRLANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

R.N. SINGH (*)

V. B. CASSAPI (*)

Çeviri : Seçkin Y. İNCEEFE (**)

ÖZET

Bildiri gene'de, kömür çevre kayaçlarına uygulanan bir dizi laboratuvar deney programından söz etmektedir. Deney programının ana amacı, İngiltere'de kömür kazı işlemleri sırasında ortaya çıkan arazi duraylılığı sorununa ışık tutmaya yönelik olup; uygulanan deney çeşitleri, numunelerde bulunması gereken özelliklerle birlikte bildiride sunulmaktadır. Deney sonuçlarının, kayacın gerçek karakterini yansıtabilecek doğrulukta olması için yeterli sayıda deneye gerek vardır; bu sayının en az değerde tutulabilmesi için kullanılan çeşitli tekniklerden söz edilmekte, ek olarak, kırılğan kayaç numunelerinin hazırlanmasında karşılaşılan güçlükler tartışılmaktadır. Ayrıca bildiri, bazı faktörlerin (örneğin; yıkama suyu basıncı, matkap dönme hızı ve basıncı, kullanılan aletlerin dizaynı gibi) karot alınmasına etkilerini ayrıntılı olarak araştırmaktadır.

(*) Department of Mining Engineering, Nottingham University, Nottingham, U.K.

(**) Maden Yük. Mühendisi, MTA Plan Koordinasyon Dairesi, ANKARA

ABSTRACT

The paper describes a laboratory testing programme of coal measures rock for stability evaluation of coal mining excavations in the U.K. Types of tests performed are described together with the requirements of test specimens. In order that the test results are truly representative of the rock mass behaviour, a sufficient number of tests should be performed. Various techniques used to decide the minimum number of specimens to be tested, are described. Some of the difficulties involved with the preparation of laboratory cored specimens from friable rocks are outlined. Details of a research programme investigating the influence of flush rates, bit loading, speed of rotation and tool design on the core recovery are also given.

1. GİRİŞ

Kayaların mekanik özellikleri, kaya yapılarının yük altındaki davranışlarının belirleyici etkenleri olarak önemlidir. Kaya yapılarının dizaynında, uygun ölçütler seçiminde, bu yapıların analitik yöntemlerle denge hesaplarında, katmanların mekanik davranışlarının bilinmesi için gerekli parametrelerin saptanmasında, kayaların mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Kayaların mekanik özellikleri, onların mineral bileşimlerine, petrografik yapı ve doku çeşitlerine bağlıdır. Bu nedenle, kuvvet parametreleri ile fiziksel parametreler arasında ilişki kurmak mantıksal bir girişimdir. Bu çalışmada da, İngiltere'deki kömürlü katmanlarda kuvvet ve deformasyon parametreleri hakkında tutarlı bilgiler elde etmek için uğraşılmıştır. Elde edilen veriler; jeoteknik monitor programlarının arazi sonuçları analizinde, matematik modellerin geliştirilmesi gibi analitik yaklaşımlarda ve kayaların gerilme özellikleri ile mineral bileşimlerinin korelasyonlarında kullanılabilir.

Numunelerin nitelik ve güvenilirliğini belirleyen ana etkenler, numunenin büyüklüğü ve şekli, kaya materyalinin durumu, karot alınırken oluşan etkilerdir. Bu nedenlerden dolayıdır ki silindirik numune hazırlama işlemi, aşağıda anlatılan deney kavramlarına uyumlu olması gerekmektedir.

2. KAYA MEKANİĞİ DENEYLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Genellikle bu tür deneyler üç ayrı kategori oluştururlar :

- Mühendislik dizayn özellikleri
- İç özellikleri
- İndeks deneyleri

2.1. Mühendislik Dizayn Parametreleri

Jeoteknik analizlerde önemli mühendislik dizayn parametreleri tek ve üç boyutlu sıkıştırma özellikleri ve kayalann deformasyon parametreleridir, önemli deneylerden bazıları Çizelge 1'de özetlenmiştir.

2.2. Kayalann iç özellikleri

Çizelge 2'de klasik kaya mekaniği deneylerinde belirlenen, kayaların değişik iç özellikleri gösterilmiştir.

2.3. İndeks Deneyleri

Çok değişik miktarda indeks deneyleri yürütülmektedir. Bunlardan bazıları tek eksenli sıkıştırma kuvvetleri değerleri ile korele edilebilmektedir. Bunlar :

- (i) Nokta Yükleme

$$I_s = \frac{P}{D^3}$$

I_s = Yükleme indeksi
 P = Basınç MPa
 D = Çap mm



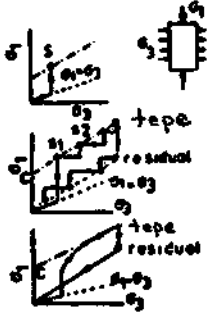
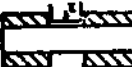

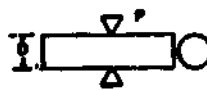
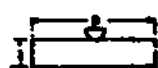
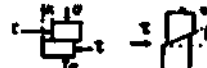

- (ii) Schmidt Hammer — geri itmeli yaylı piston; kaya sertliğinin göstergesi olarak kullanılır.

- (iii) Koni Çentici — Koni Çentici nosu standardı

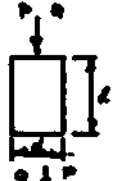

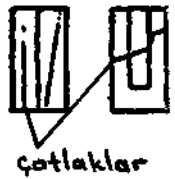
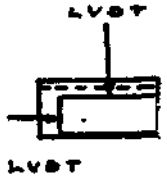
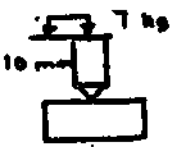
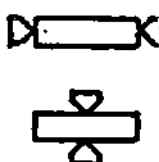
$$I_s = \frac{D}{P}$$

D = Sapma kuvveti
 P = Karotun penetrasyonu

Çizelge 1 — Kayalar üzerindeki Laboratuvar DeneYleri

No	Deney Tipi	Yükleme Geometrisi ya da Gerilme Şekli	Katsayılar	Kaya Numuneleri		
				(d) mm	h/d Oranı	Min. Sayı
1	Tek eksenli sıkıştırma		Sıkıştırma kuvveti $\sigma_c = \frac{P}{\frac{\pi}{4}d^2}$	AX ya da 20-76	2,5-3	10-30
2	Dolaylı çekme		Çekme kuvveti $\sigma_t = \frac{2P}{\pi dt}$	NX ya da 50	0,5-1	5
3	Üç boyutlu deney a) Tek numune b) σ_c ve σ_t ile ilgili üç boyutlu deney c) Batch deneyi d) Çok yönlü kırılma üç boyutlu deney e) Strain'i kontrollü deney		Kohezyon kuvveti - C İçsel sürtünme açısı - Φ_p Kırılma açısı - 2Θ C, Φ_p , Θ_p , σ_c , σ_t Φ_p , Φ_c - (granüle kaya)	AX ya da 25,4 50,8 25,4 50,8	2,5-3	1 3 10-30 3 (9-30) Kırılma aşaması 1
4	Dolaysız Shear Deneyi		Makaslama kav. $\tau_s = \frac{T}{A}$	25,4		10-30
	Punch Deneyi			50-150	0,2-0,25	10-20
5	Nokta yükleme deneyi (1) Silindir		Yükleme indeksi - I_s $I_s = \frac{P}{D^2}$	20-60	1,5	5-10
	(2) Disk		$I_s = K \frac{P}{d_i}$ $K = (0,7t/d)$	20-60	0,2-0,25	5-10
6	Joint deneyi		c, Φ , i, τ	25,4 50,8	2,5-3	5-10
7	Young modülü E Poisson Oranı ν		E = Gerilme/Deformasyon Oranı $\nu = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$	25-50 36	2,5-3	5

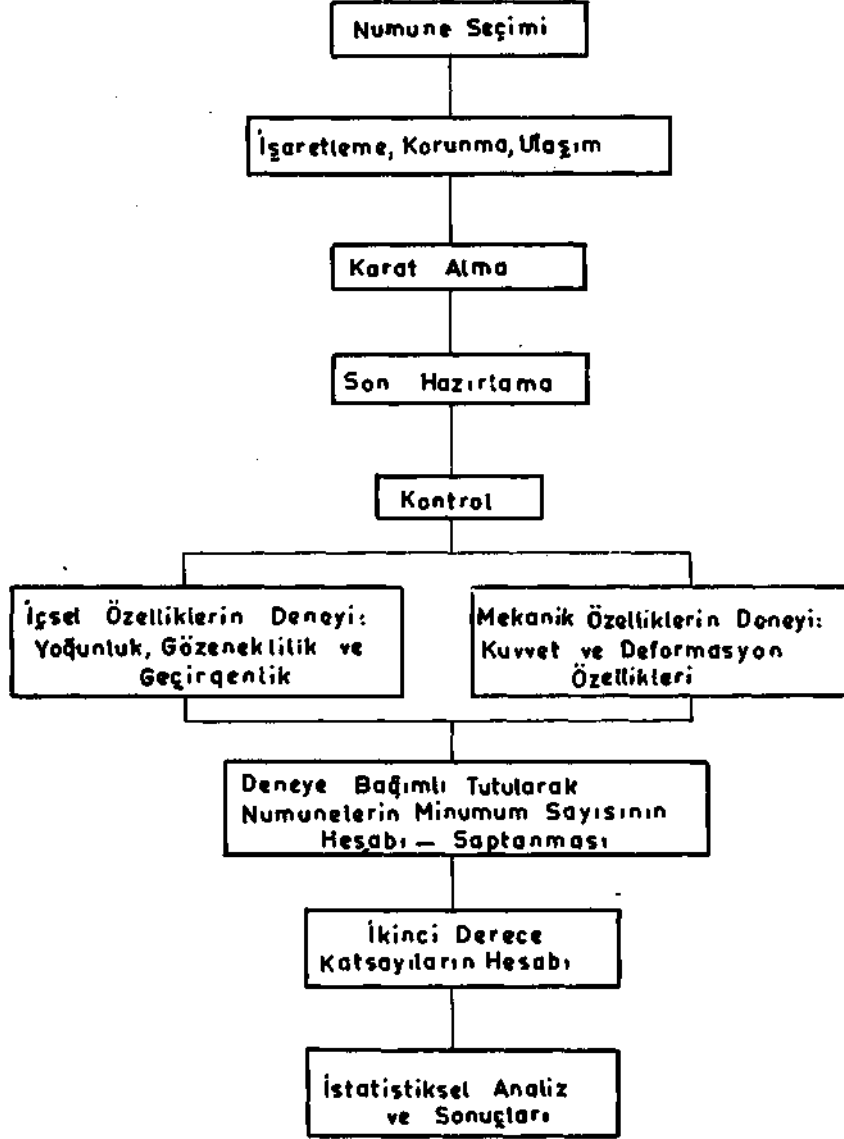
Çizelge 2 — Kayaların İçsel - Doğal (Intrinsic) özellikleri

No.	Deney Tipi	Yükleme Geometrisi	Katsayılar	Kaya Numunesi		
				d (mm)	h/d Oranı	Min. Sayı
1	Yoğunluk Gözeneklilik (Porosity) Su içeriği Absorbe		$\text{Yoğunluk} = \frac{W}{V}$ $\text{Gözeneklilik} = \frac{\text{Gözenek hacmi}}{\text{Toplam hacim}}$	25-50	25.3	10-30
2	Su geçirgenliği					
	a) Eksensel geçirgenlik		Geçirgenlik faktörü $K = \frac{QL}{pA}$	36-60	2-2,5	5-10
	b) Radyal geçirgenlik		$K = \frac{Q}{2\pi LP \log \frac{R_2}{R_1}}$	60	2-2,5	5
	c) Çatlak geçirgenliği					
3	Kabarma İndeksi		Kabarma indeksi $= \frac{\text{Hacim değişimi}}{\text{Orijinal hacim}} \times 100$	28	2 : 1	5
4	Aşındırıcı Cerchar Deneyi			25x25x50	2 : 1	10
5	Sonic Deneyi		1 - Uzunluğuna mine hızı 2 - Enlemesine mine hızı	38	5 : 1	1

3. LABORATUVARDA KAROTLARIN HAZIRLANMA PROGRAMININ PLANLANMASI

Şekil 1'de numune karot alımının çeşitli aşamaları gösterilmiştir.

Şemadaki ilk adım olan numune seçimi, son ürüne istenilen bir biçimde ulaşılması için önem taşımaktadır.



Şekil 1. Laboratuvarda kaya karotlarının hazırlanması ve deneyi.

3.1. Numune Seçimi

Tüm deney programında başarılı olabilmek için başarılı bir numune seçimi işi fazla abartılmayabilür*. Kuvvet ya da deformasyon özelliklerinin saptanması için kullanılan deney numuneleri, yüksek kaliteli, dış koşullardan (atmosferik) etkilenmemiş, küçük çatlaklardan ya da zararlı etkilerden etkilenmemiş, uygun şekil ve ölçülerde olmalıdır. Oysa porozity ya da permeability (gözeneklilik ya da geçirgenlik) deneylerinde kullanılan numunelerin, yabancı maddelerin bulaşık (bulaşma) etkilerinden arındırılması gereklidir, örneğin; soğutmalı karot alımında (flush ortamda) kullanılan kimyasal maddelerin bulaşığı gibi. Ayrıca bu bulaşıklığın önlenmesinin yanında yukarıda sayılan özelliklere de numunelerin uygun olması gerekmektedir. Karotlar üzerinde laboratuvar deneyleri yapılan her durumda en önemli olgu deney sonuçlarının, arazi-deki kaya kütlelerinin özelliklerini yansıtmaması, onu temsil edici oimasıdır.

Numune toplama süresi de sonuçlara önemli etkilerde bulunabilecek bir etken olabilir. Bu sürenin, numunenin hazırlanması süresine uyumlu olmak zorunluluğu vardır. Uzun depolama ve gecikme önlenerek numunedeki istenmeyen etkilerden ve gereksiz maliyet artışlarından kaçınılmış olunur.

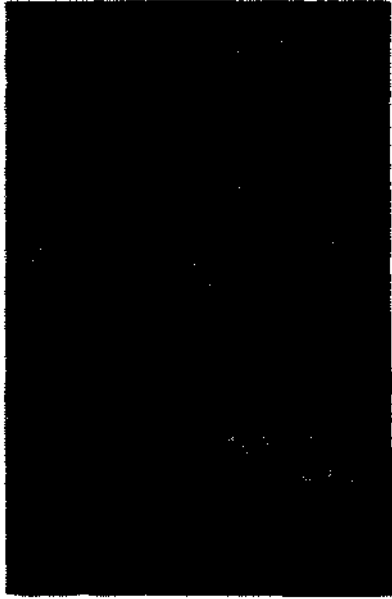
3.2. Karotların İşaretlenme, Korunma ve Taşınması

Karot numunelerinin işaretlenmesinin iki ayrı amacı vardır : öncelikle numunenin orijinini belirtir. Bölge, belirli bir kömür madeni ya da bir başka maden, yatak gibi. İkinci olarak saha hakkındaki önceden bilinen jeolojik bilgilerle numunenin arasındaki ilişkiyi kurabilmek amacını taşır.

Numunenin korunması ise alındığı yerde ya da laboratuvarda olabilir, önemli olan numunenin içindeki nemin kaybolmasını önlemektir. Bu iş için çeşitli yöntemler vardır :

- a — Hava sızdırmaz poliüretan vernikleme
- b — Foliten tabaka ile kaplama ve paketleme
- c — İnce cling kaplama
- d — Köpük içinde koruma

Bu yöntemler Şekil 2'de gösterilmiştir.



İşlenmemiş numune materyali



İnce kaplama koruması



Follüretten vertikleme



Köpükle koruma

Şekil 2

Numune materyalin taşınması çoğunlukla özel arabalarla yapılır. Mümkün olduğu zaman, örneğin; 100 kg.'lık materyal için normal bir otomobil yeterli olabilmektedir. Bu yöntem pratikliğinin yanısıra, bir araba kiralamaktan daha ekonomiktir. 100 kg.'lık materyalden % 60 karot randımanı ile 38 mm. çaplı yaklaşık 8-10 m. karot almak olanaklıdır. Bu değer 40 ile 60 arası deney numunesi demektir.

Çamurtaşı ya da silttaşı gibi materyallerde nem kaybına (ya da numuneye dışarıdan nem girmesine) dikkat edilmediği zamanlarda numunenin hızlı bir şekilde deformasyonu gibi bazı sorunlar olmaktadır.

4. NUMUNENİN HAZIRLANMASI

4.1. Kolayca Parçalanabilen Kayalardan Elde Edilen Karotların Randıman Sorunları

Kolaylıkla parçalanabilen örneklerden karot numune hazırlanması bir takım sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bu durum özellikle, katmanlaşmaya dik yönde karot alınırken söz konusudur. Bitümlü kömürlerin dışında benzer zorluklara, silttaşı, çamurtaşı ve seatearth (bir tür bantlı kil) gibi bantlı karboniferlerde de rastlanmaktadır. Bu durumlarda zayıf katmanlaşmadan ve katmanlaşma boyunca dağılımlardan dolayı zayıflıklar görülmektedir. Bu durum laboratuvarlarda, deney için gerekli boylarda karot alınmasını zorlaştırmaktadır. Nottingham üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'nde, çeşitli sondaj (karot alma) teknikleri ve karot randımanını artırmayı amaçlayan ekipman geliştirme çalışmaları, bir araştırma programı halinde başlatılmıştır. Böylelikle laboratuvarlarda karot numune alım ve hazırlama maliyetleri de düşürülecektir.

4.2. Sağlam Karot Alınmasına Etki Eden Faktörler

Kolaylıkla parçalanabilen malzemeden elde edilecek sağlam karot randımanı, makine karakteristikleri, uygulanan sondaj (delme) parametreleri, uygun karot matkabı seçimi ve materyalin cinsine ayn ayn bağlıdır. Araştırma sonuçları bu açıdan aşağıda özetlenmiştir.

4.2.1. Makina Karakteristikleri

Sağlam karot elde edebilmek için etkin olan çeşitli makina karakteristikleri :

- Makinanın sağlamlığı, sarsılmazlığı ve titreşimli olmaması
- Hız kontrollü oluşu
- Baskı kolaylıkları
- Soğutma sistemi

4.2.1.1. Makinanın Sağlamlığı, Sarsılmazlığı ve Titreşimsizliği

En uygun ve sağlam sarsılmaz makina tipi (kitchen and wade radyal kollu sondaj makinası) dır. Bununla birlikte kolaylıkla parçalanabilir kayalardan sağlam karot çıkartmayı sağlayabilecek bir dizi modifikasyonlar yapılmıştır. Karot alınırken titreşimleri önleyebilecek vites değişiklikleri adı geçen modifikasyonlardandır.

4.2.1.2. Hız Kesici Kontrolü

Genellikle uygulanan Kitchen and Wade karot alma makinalarının hızları düşük kabul edildiğinden, modifikasyonlar içinde tamamen yeni bir hız sistemi getirilmesi de vardı. Bu yeni hız kontrol sistemiyle, orijinal vites kutusuna gerek duyulmamaktadır. Değiştirilebilir hızı kontrol eden yeni hız iletim sistemi, 7 kw D.A. motoru ile Thyrister hız kontrol ünitesinden oluşmuştur.

4.2.1.3. Matkap Baskı Kolaylıkları

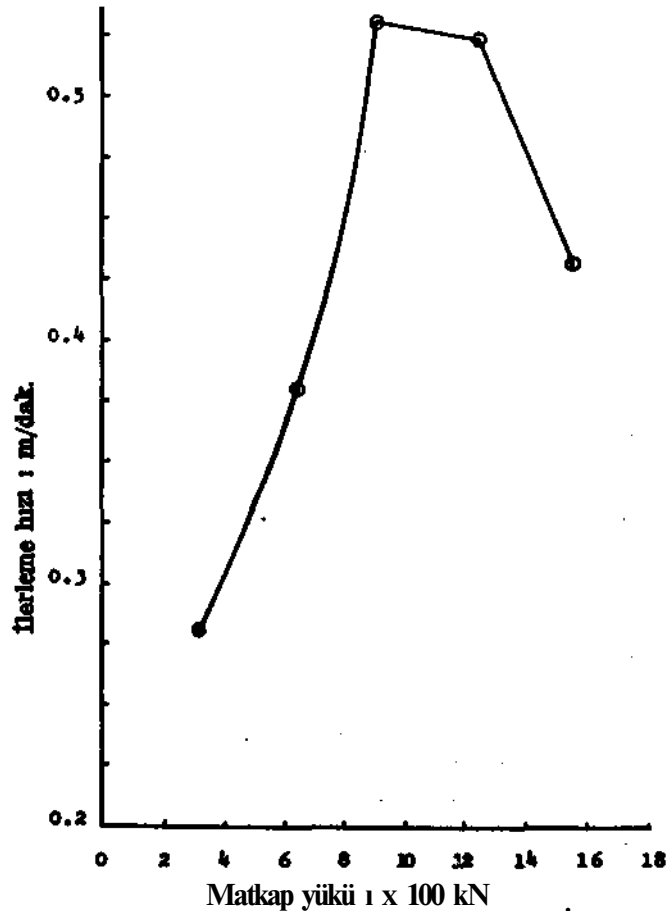
Karot alıcı matkap üreten firmalar, uygulanacak baskı için uyulması gereken önerilerde bulunurlar. Bu öneriler doğrudan kron üzerindeki elmasların sayısı, büyüklüğü ya da şekli ile ilişkilidir. Ya da matkabın içine gömülmüş elmasın kesme (kerf) alanı ile ilişkilidir. Orijinal hız sistemini aşamalı besleyen vites kutusu sisteme dahil edilir. İlerlemenin dönme hızı ile doğrudan ilişkili olduğu yerlerde bu sistem sondajın daha iyi ilerlemesini sağlar. Bununla birlikte, bu sistem; kayalardaki doğal bozukluklara karşın sabit itme kuvveti ile ilerlemeye sahip elmaslı sondaj sistemi ile karşılaştırılmamalıdır.

Bu nedenle basınçlı hava ile çalışan dört çelik topuk üzerinde delme miline doğrudan monte edilebilen sabit yükleme aleti imal edilmiştir. Hava silindirin piston mili ve delme mili, özel dizayn-

lı bir bağ ile birleştirilir. Milin aşağı ve yukarı hareketi 5 ayrı yönlü kontrol vanası ve basınç kontrollü yağlayıcı ve susturucularla donatılmış basınç ayarlayıcı ile sağlanır.

4.2.1.4. Soğutma Sistemi

Soğutma işlemi, ya hava ya da su ile sağlanmaktadır. Su ile soğutmada su 0-80 lt/dak.'lık bir sınıra sahip ayarlanmış bir rotametre ile 48 lt/dak.'lık bir hız ile su sisteminden sağlanır. Hava ile soğutmada ise hava, kapasitesi 3 m³/dak. olan bir kompresör ile 0,68 MPa'da hava püskürtmesi ile sağlanır. De'me işlemindaki püskürtülen hava oranı, mm - su bölmeli bir manometre ile gözlemlendi.

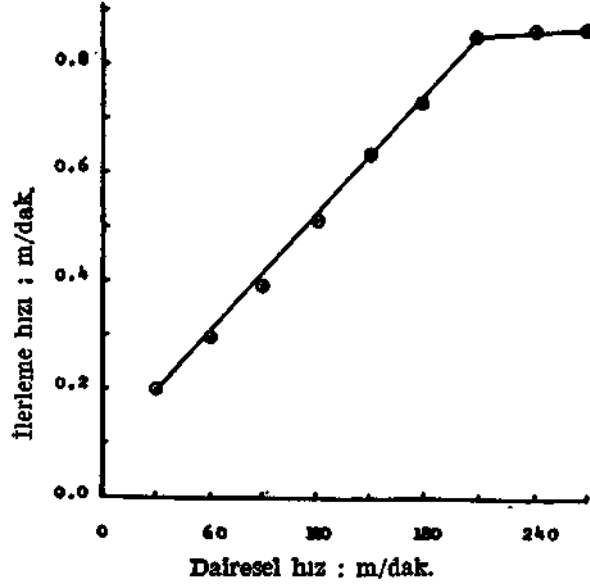


Şekil 3. Matkap yükünün fonksiyonu olarak İlerleme

4.22. Uygulanan Sondaj (Delme) Parametreleri

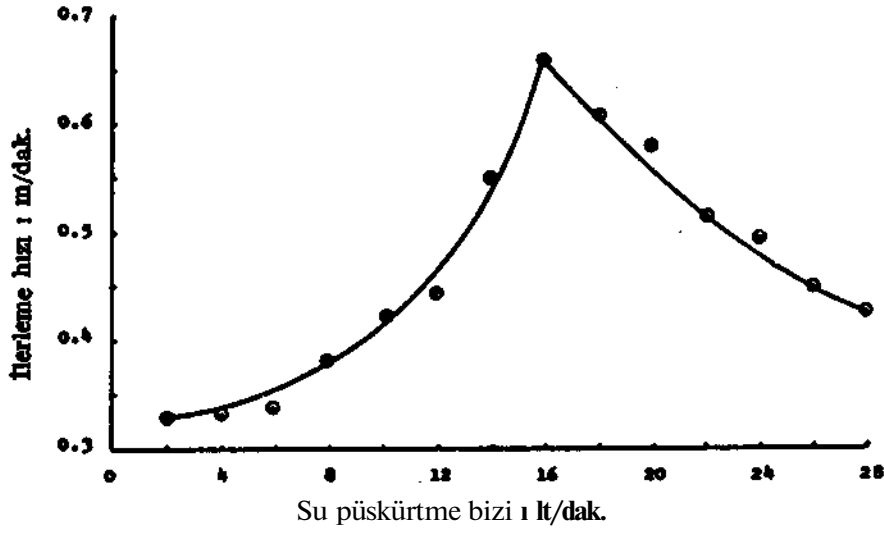
Elmas matkap ilerleme hızı, sediman (kırıntı) oluşum hızının, sedimanın taşınma hızına karşı durumu olarak kabul edilebilir. Bu açıdan bakılınca, ilerleme hızının matkap yüküne, matkabın dönme hızına ve soğutma hızına bağımlılığı söz konusu olmaktadır. Şekil 3'te soğutma sıvısı püskürtme hızı 16 lt/dak., dairesel kesme hızı 120 m/dak. olan delme işleminde, matkap üzerindeki yükün, ilerleme hızına etkisi gösterilmektedir. Performansın hızla düşmeye başladığı ana kadar ilerleme hızında; bu kritik noktaya ulaşıncaya dek hızlı bir yükseliş görülmektedir.

Şekil 4'te matkap yükü 1250 kN, soğutma (püskürtme) hızı 16 lt/dak. olarak sabit tutulan işlemde, matkabın ilerleme hızı ile dairesel hızı arasındaki ilişki gösterilmiştir. Burada ilerleme hızının kritik noktaya kadar doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Bu noktadan sonra performans artışı olmamaktadır. Daha da artan dairesel kesme hızı çok az bir ilerleme hızına neden olabilmektedir.



Şekil 4. Dairesel hızın fonksiyona olarak ilerleme

Sulu soğutma sisteminde püskürtme hızı ile ilerleme hızı arasındaki ilişki Şekil 5'te gösterilmiştir. Burada dairesel kesme hızı 120 m/dak. ve matkap yükü 1250 kN/m² olarak sabit tutulmuştur. Sonuçlar, deneysel bir performans eğrisini göstermektedir. Bu eğri, sedimanların atılma hızlarının en etkin olduğu noktaya kadar (yükselmektedir). Daha da artırılan püskürtme hızı, yalnız matkap yüküne etki eden zıt basıncın (back pressure) artmasına neden olmaktadır.



Şekil 5. Püskürtme hızının ilerleme hızı ile ilişkisi

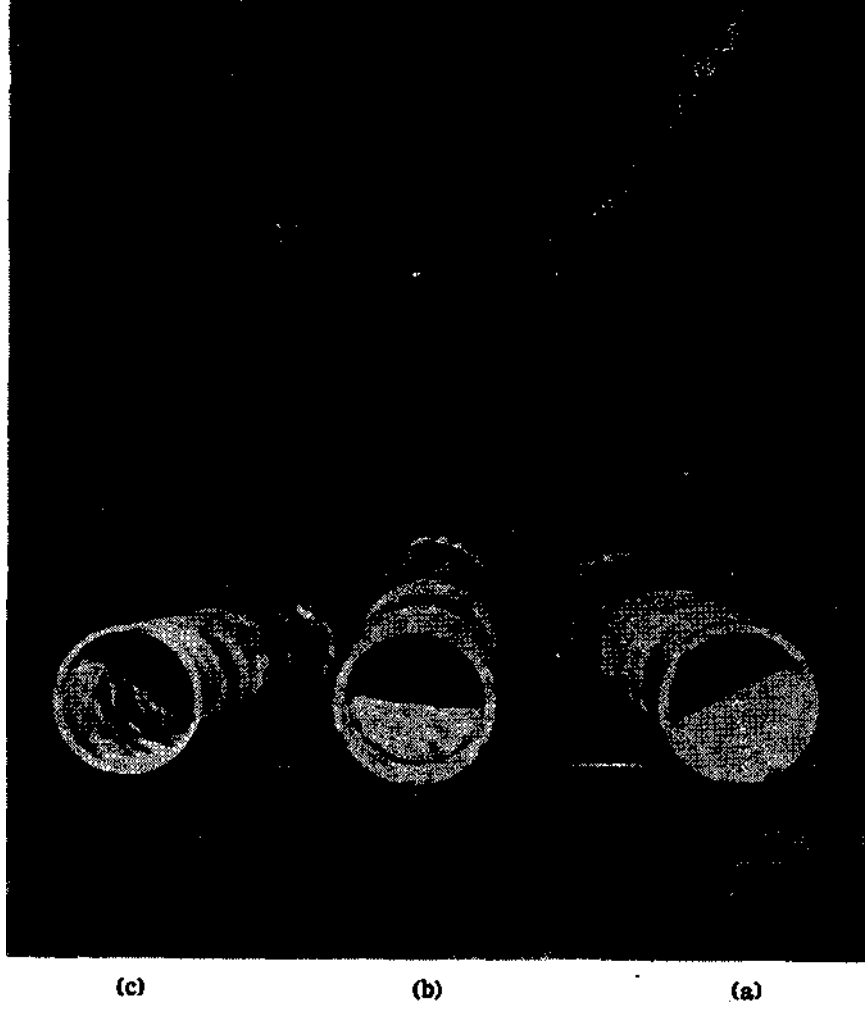
4.2.3. Karot Matkabı Seçimi

Aynı çaplı (38mm), değişik tip karotlu sondajlarla yapılan çeşitli deneylerden bir takım bilgiler aşağıdadır (Şekil 6).

Bunlar;

- Standart beton tipi empenye edilmiş elmas matkapları
- özel amaçlı diatüp matkaplar
- özel amaçlı çok ince et kalınlıklı empenye edilmiş matkaplar.

Standart tip karot alıcı matkaplar sert, sağlam kaya malzemeleri için uygundur. Hava ve su soğutmalı sistemlere uygundur. Bu tip matkaplar kolaylıkla kırılabilen, parçalanabilen kaya malzemeleri için iyi performans vermezler.



Şekil 6

Yüzey ayarlı matkap belirli bir tür çamurtası ve killi materyallerde kullanılmak üzere dizayn edilmiştir. Gözle görülmeyecek

kadar ince soğutma kanalları nedeniyle susuz çalışan soğutma sistemlerine daha uygun bir yapıdadır.

Emprenye elmaslı çok ince cidarlı karot matkabı ise kolaylıkla dağılabilen bitümlü kömür ve seatearth numuneleri için özel olarak yapılmıştır. Bu matkaplar yumuşak matris içinde oldukça büyük grit taşlarından oluşmuştur. Standart beton karot matkabında kullanılan basınçtan çok daha alt düzeylerde karot alımı bu sistemde kesme (kerf) alanının % 25 daha az olması nedeniyle mümkün olmaktadır.

Matkap basıncı burada her 100 elmas konsantrasyonu için $ft\ kg/cm^2$ kesme alanıdır. Çok ince cidarlı matkapta toplam kesme alanı $2513\ cm^2$ iken standart beton karot matkaplarında bu değer $3860\ cm^2$ dir. Dolayısıyla 50 elmas konsantrasyonu için matkap basıncı farkları daha da önemlidir. Bu konsantrasyon ince cidarlı matkapta, matkap yükü 114,3 kg. iken standart matkaplarda bu yük 175,6 kg dir (Cassapi 1982).

4.2.4. Karot Alırken ön Hazırlık

Güçlü, yüksek devirli bir makina ile düzensiz şekil ve büyüklükteki kırılğan kayaç numunelerinden karot alınması rizikolu bir uygulama olabilir. Bu nedenle kayaç numunesinin makinaya yerleştirilmesine ve bağlanmasına gerekli özen ve dikkatin gösterilmesi esastır.

Güvenlik kaygısı, bağlama kelepçelerinin ya da mengenelerinin aşırı sıkıştırılmasına ve böylelikle numuneye aşırı basınç yüklenmesine neden olabilmektedir.

Numuneye yüklenen bu basınç, kayanın fiziksel özelliklerini etkileyebilir. Bu da sağlam karot randımanını düşürür. Bu, kayaç materyalinin aşırı basınçla bağlanmasının zayıflatıcı etkilerinin sonucudur. Böyle bir bağlama, karot alırken kayacın parçalanmasına ve emniyetsiz, tehlikeli durumların oluşmasına neden olabilir.

Güvenli ve ekonomik karot kazanımı açısından, fiziksel tehlikelerden kaçınmak ve her tür kayaç numunesinin karot randıman potansiyelini arttırmak için yeni tekniklerin geliştirilmesi gereği açıkça bellidir.

Poli-üretan köpüğü ile kaplanmış seatearth kaya numuneleri üzerinde yapılan karot alma denemeleri göstermiştir ki buradaki karot randımanı normal kelepçe ya da mengene ile sıkıştırılan numunelerden elde edilen randımandan daha yüksektir. Kayaç numunelerinin makinaya bağlanmasında dirençleri ve uygunlukları açısından üç ayrı materyal araştırılmıştır. Bu materyeller; reçine, herkülit plaster ve betondur.

Numuneyi makinaya yerleştirmede en uygun, en dayanıklı ve en ucuz yol olarak, kaya materyalini beton içine yerleştirmek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradaki tek dezavantaj, çimentolamadan sonra en az yirmi dört saat karot alınamamasıdır. Çimentolamada son verilen karar 4 birim agregaya karşın 1 birim çimento oranıdır.

5. SON HAZIRLIK

5.1. Verilen Uzunlukta Kesme

Bu işlem normal olarak elmas çarklı elektrikli bir taş testeresinde yürütülmektedir. Güvenli tutuşu sağlamak için karot bir yuva içinde tutulmuş ve yüzeylerin son cilasına izin verecek bir uzunlukta kesilmiştir.

Karot materyallerin çok kırılğan olduğu bazı durumlarda vardır. Dikkatlice çalışıldığında dahi numunelerin parçalanması engellenememiştir. Böylesi durumlarda kesici hareketleri, elle verilen yüksek hızlı çelik vargel testere bıçağının kullanılması iyi sonuçlar vermiştir. Ancak burada numune kesilirken numunenin tutulmasına büyük özen ve dikkat gösterilmiştir.

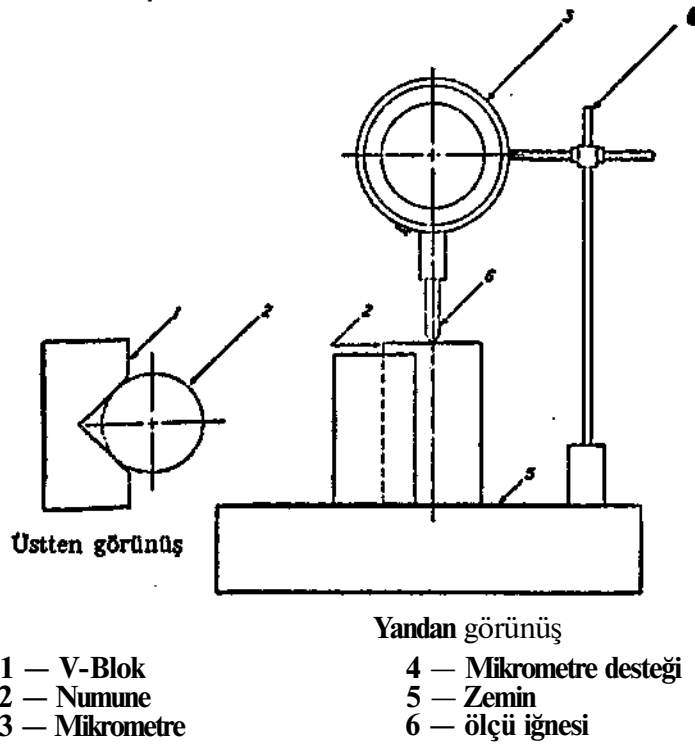
5.2. Yüzey Kenarlarının Törpülenmesi

Yüzey kenarlarının törpülenmesi, yalnız bu amaç için satınai man Adcock ve Shipley yüzey törpüleyici makinası ile yapılmıştır. Bu alet makina mühendislerinin kullandığı klasik bir yüzey törpüleme aletidir.

5.3. Kontrol

Numuneler gerekli uzunlukta hazırlandıktan sonra deneyden önce kontrole verilmiştir. Kontrolde numunelerin boyutlarının

ISRM (1972) koşullarına uyup uymadığı tekrar incelenmiştir. Uygulanacak deneylere numunelerin uygun olup olmadığı da kontrol edilmiştir. Daha sonra deney için bekletilen numuneler, özelliklerini en iyi şekilde korumaları için ince bir film içine dikkatlice sarılarak paketlenmiştir.



Şekil 7. Son eğim kontrol aleti

5.4. Silindirik Numunelerin Boyutlarındaki Toleranslar

Uluslararası Kaya Mekaniği Birliği (Derneği) 1972'de karot numunelerinin boyutları, nitelikleri ve toleransları hakkında bazı önerilerde bulunmuştur. Bunlar aşağıda sıralanmıştır :

- Numunenin yüzey kenarları törpülenecek ya da yüzey 0,02 mm toleransı ile düzleştirilecektir.
- Numunenin taban yüzeyleri eksene dik olacak. Buradaki tolerans 0,001 radyandır.

- Numunenin yan yüzleri düz olacak ve yüzey pürüzlülüğü taşımayacak, eksene paralel yan çizgi 0,3 mm tolerans ile doğrusal olacaktır.
- Numune hazırlanırken, kırılma başlangıcına neden olabilecek herhangi bir işlem (çekiçle şekil vermek gibi) geçirilmeyecektir.

Şekil 7 bu kontrolleri yapabilecek tipik bir kontrol ünitesini (ilgi) göstermektedir.

6. BİR DENEY SERİSİ İÇİN GEREK DUYULAN EN AZ NUMUNE SAYISI

Ana kayaçların özelliklerinin doğruya en yakın olarak bilenebilmesi için çok sayıda deney yapmak gereklidir.

Duyarlık ve güvenilirlikten ayrılmadan maliyetleri arttırmamak açısından gerek duyulan en az sayıda deney numunesinin saptanmasında kabul edilen üç yöntem vardır :

- i) Değişen derecelerde emniyet yöntemi, Protodyakanov (1939).
- ii) Sub-sampling tekniği, Yamaguchi (1976).
- iii) Değişimi sıralama yöntemi, Yang ve Hardy (1967).

Buradaki ilk yöntem yorucu hesaplamalar gerektirmektedir, elle yapılmaya uygun değildir. Üçüncü yöntem ise sonuçların dağılımına bağlı kalmakta ve bir dizi bilgisayar programına gerek duymaktadır. Sonuçlar Çizelge l'de özet halinde verilmiştir.

7. LABORATUVARDA KAROT NUMUNELERİNİN HAZIRLANMASININ EKONOMİSİ

Arazide gelişigüzel numune seçimi, sağlam karot alımını hem nitelik, hem nicelik yönünden etkilemektedir. Böylelikle yeterli sayıda hazır numunenin üretimi için daha çok malzeme alınacak, daha çok masraf yapılacak ve daha çok zaman harcanacaktır. Bu gereksiz harcamalar projede bazı kısıtlamalara gidilmesine yol açabilmektedir.

Kayaç karot numune maliyetleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir :

$$CT = \frac{C_1 + C_a + C_3 + C_4}{N}$$

Burada;

CT = Toplam birim maliyet

N = Tamamlanmış numune sayısı

C₁ = Numune toplama ve taşınma maliyeti

C₂ = Numunelerin saklanması ve karot almaya hazırlık işlemlerinin maliyeti

C₃ = Numune hazırlığı için işgücü saat maliyeti

C₄ = Matkap maliyetleri

$$C_4 = \frac{W L_1}{L_2}$$

Burada;

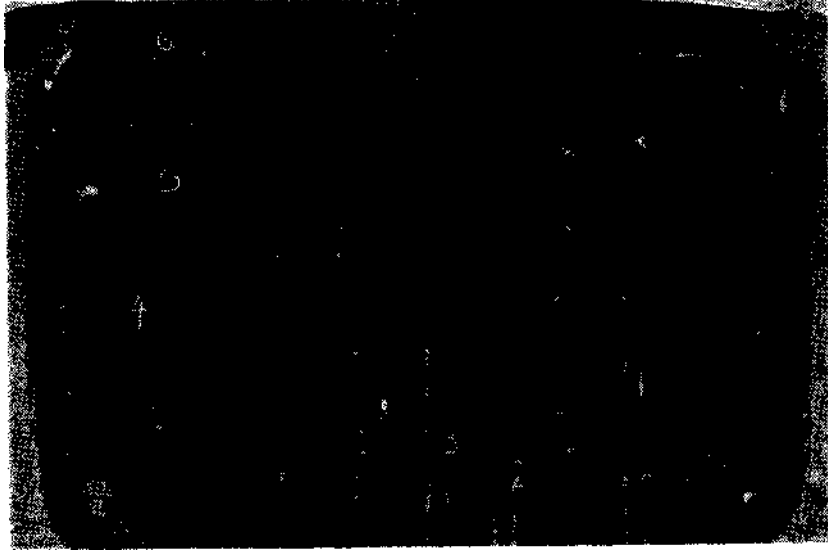
L₁ = Matkap ömrü (metre)

1/2 = Delinen karotun uzunluğu (metre)

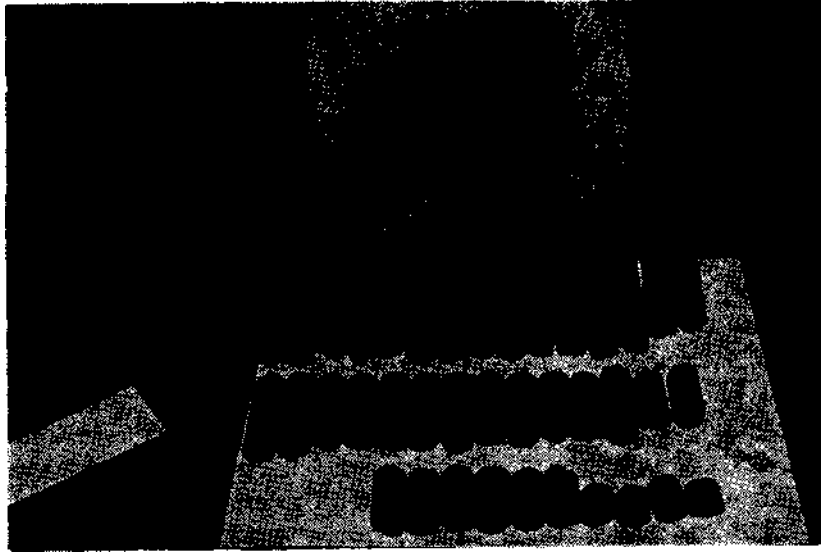
W = Elde edilen sağlam karot uzunluğu (metre)

Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta şudur; elde edilen toplam karot uzunluğu L₂ ile aynı olabilir. Ayrıca numune sayısı N, ne elde edilen toplam karot uzunluğu ile ne de delinen karot uzunluğu ile bir ilişki içinde olmayabilir. Şekil 8 (a) da bitümlü kömür numunelerinden çıkartılan 38 mm. çaplı, 2,88 metre uzunluğundaki karotları göstermektedir. Bunlardan yalnız 6 parça son hazırlığa gönderilebilmiştir. Bunlardan da deneylere uygun yalnız 4 parça üretilmiştir. Kömür, özellikle kırılğan bir yapı göstermektedir. Ayrıca tabakalarına düzlemleri hemen ayrılmakta idiler. İşaretli numunelerde tabakalanma ayrımları (deformasyonları) ancak 24 saat sonra oluşmuştur. Toplam işe yarar uzunluk böylelikle 30,4 cm'ye inmiş, karot randımanı da %10,5 olmuştur. Proje başlangıcında numune üretiminin bu düzeyde oluşu kabul

edilebilir olarak degerlendirilebilinirdi. Halbuki Őimdi % 50-60 'lık karot randımanına ulaŐılma beklenebilir. Çünkü pek çok durumda Şekil 8 (b)'de verilen tipte benzer kırılğan materyalden kazanım oranı % 70-80'den fazladır.



Şekil 8 (a)



Şekil 8 (b)

8. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kırılğan materyallerin karot numunelerinin hazırlığı pahalıdır. Maksimum yararda deney verisi elde etmek için numunelerin ekonomik **kullanımına önem** verilmelidir, **öyle ki** sınırlı numune materyalinden ve makina ile çalışma olanaklarından maksimum bilgi çıkarılabilsin. Bu - ek olarak - kırılğan materyalden numune hazırlığının temel ekonomisine de büyük ölçüde katkıda bulunacaktır.

Kırılğan materyalden kaya karotu çıkarmak için kullanılan delme makinası uygun yapı sağlamlığına, kapasitesine ve matkaba sabit yük verme sistemi ile son derecede değişken hız sistemine sahip olmalıdır. Bu istemlerin her biri kullanılan karot matkap büyüklüklerine ve tiplerine uygun olmalıdır. Ayrıca, su ve hava püskürtme sistemlerine ve uygulanan delme parametrelerini (yani kullanılan püskürtmenin hız, yük ve oranları) ölçmek için yeterli alet donanımına önem verilmelidir.

Uygulanan delme parametrelerinin karşılıklı karmaşık bir yapıya sahip oldukları gösterilmiştir. Artan ilerleme hızının, artan baskı kuvveti ve artan dairesel kesme hızlarıyla başarılabilceği saptanmıştır. Her durumda, artan perfonmansın durduğu kritik bir fonksiyonu olarak ele alınmasıdır. Deneyler kesilen parçaların sini hesaba katmamaktadır ve ilerleme, alet aşınmasının bir fonksiyonu olarak ele alındığı kapsamlı çalışmalarla başarılı ve ekonomik çözümler getirecektir.

Dikkat çeken bir başka etmen ilerlemenin püskürtme hızının bir fonksiyonu olarak ele alınmasıdır. Deneyler kesilen parçaların atılmasının parça kesme oranına karşı geldiği ve uygulanan hız ve itme kuvveti için ilerlemenin optimum duruma ulaştığı optimum püskürtme hızlarının olduğunu göstermiştir. Bunun üstündeki herhangi bir püskürtme hızı artışı performansın düşmesine neden olmaktadır. Bu durum püskürtmenin aşırı hızının yarattığı geri basınç oluşumuna bağlanabilir. Son olarak, ilerleme hızının en önemli kriter olmadığı; birim numunedeki bozulmamış karot kazanımının miktar ve niteliğinin daha önemli olduğu vurgulanmalıdır.

9. ÖNERİLER

özel amaçlı karot matkaplarının dizaynı için daha ileri çalışmalar gereklidir. Ve bunu, hep tip kayaçtan optimum bozulmamış karot kazanımı almak için delme parametrelerinin daha ayrıntılı çalışması izlemelidir.

KAYNAKLAR

1. POROTODYAKANOV, M.M., (1969), «Kayaçların Mekanik özelliklerini Belirlemede Yeni Yöntemler» 3. Strata Kontrol Kongresi, Paris, 1960, sayfa 187-191,
2. YAMAGUCHI, V., (1976), «Kayaç Mukavemetini Belirlemek için Gerek Duyulan Test Parçalan Sayısı» Int. Jour. Rock Mechanics, Min. Sei., Cilt 7, No. 2, Mart 1979, Sayfa 209-227.
3. YANG, Y.J. ve HARDY, H.R. (1967), «Anlamlı Mukavemet Verisi Sağlamak için Gerekli Olan Test Sayısını Değerlendirme Tekniği» Pennsylvania State University, Interim Report, 1969.
4. CASSAPI, V.B. (1982), «Kırılgan Kömür Ölçümlerinden Kayaç Karot Numuneleri Hazırlama Evreleri», Madencilik Temelinde Mekanik Konferansı, Beneras Hindu University, Hindistan, 19-24 Şubat 1982.
5. ISRM (1972), Laboratuvar Test Komitesi : Kayaç Materyalinin Tek Eksenli Kompresif Mukavemetini Belirlemede önerilen Yöntemler ve Nokta Yük Endeksi, Doküman No. 1, Ekim 1972, Sayfa 12.