

## TRABZON-MAÇKA BAŞAR TAŞOCAĞINDAKİ KİREÇTAŞIMN AGREGA OLMA AÇISINDAN İNCELENMESİ

### INVESTIGATION OF TRABZON-MAÇKA BAŞAR LIMESTONE QUARRY FROM THE POINT OF VIEW OF AGREGATE

F.KOÇAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, TRABZON

**ÖZET:** Bu çalışma Maçka-Torul karayolu üzerindeki Başar Köyü taşocağını kapsar. Berdiga formasyonu olarak adlandırılan bu formasyonda kireçtaşı agrega olma yönünden incelenmiş olup fiziksel ve mekanik özellikleri yapılan laboratuvar deneyleriyle saptanmıştır. Kireçtaşının, tek eksenli basınç direnci ve nokta yük direnci açısından "yüksek dirençli", porozite (gözeneklilik) açısından "çok kompakt" kaya sınıfında olduğu anlaşılmıştır. Üç eksenli basınç deneyi sonunda kuru örneklerde içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) 56°, kohezyonu (c) 23 MPa, doymun örneklerde (0)51°, kohezyonu (c) 20 MPa bulunmuştur. Aşınma deneyi sonunda aşınma yüzdesi %17 olarak saptanmıştır.

**ABSTRACT:** This study comprises the quarry in Başar Village located in the Maçka-Torul highway. Berdiga formation have been investigated in it is agregate point of view and the physical an mechanical properties of the formation have been determined in the laboratory. Limestone could be classified as "highly resistant" according to uniaxial compressive strength and point load index results as "very compact" according to porosity results. Internal friction angle and cohesion have both been determined by triaxial compressive strengt tests in dry and saturated conditions. The results are as follows 0 56°, and c: 23 MPa for dry samples, 0:51°, andc:20 MPa for saturated samples. Abrasivity tests showed %17 abrasivity index value.

## 1. GİRİŞ

Başar Köyü Taşocağından çıkarılan kireçtaşlarının doğal yapı taşı, agrega ve çimento hammaddesi olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Bu amaçla kireçtaşının aşınma dayanımı, basınç direnci, Özgül ağırlığı tesbit edilmiştir. Ayrıca kireçtaşının değişik amaçlar için kullanılabilmesine yönelik fiziko-mekanik özellikleri de belirlenmiştir.

Laboratuvar deneylerinde kullanılmak amacıyla araziden yaklaşık 50x50x25 cm boyutlarında 5 adet blok alınmıştır. Bu bloklardan tabakalanmaya dik ve tabakalanmaya paralel İki yönde 55mm ve 42mm çaplarında ve değişik boylarda toplam 68 karot çıkarılmıştır. Karotlar, karot ucu düzeltme makinasıyla standartta belirtilen şartlara göre hazırlanarak deneye hazır hale getirilmiştir. Bazı karotlarda  $\pm 0.1-0.2$ mm hata olduğu görülmüştür. Tabakalanmaya paralel alman örnekler deney sonuçlarında gösterilmemiştir. Standart örnekler üzerinde yapılan deneylerle Berdiga formasyonundaki kireçtaşının fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri saptanmıştır.

## 2. BAŞAR KÖYÜ TAŞOCAĞININ KONUMU VE FORMASYON ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanında Başar Köyü ve civarında yüzeylenen kireçtaşları (Pelin,1977) tarafından Giresun'un güneydoğusundaki Berdiga Formasyonu ile benzer özellik gösterdiğinden bu adla isimlendirilmiştir (Altınbaş, 1994).

Taşocağı Maçka-Torul karayolunun 15. km'sinde yolun sağında yer almaktadır. Taşocağı 920-970m kotları arasında Trabzon G24-dl paftasının içinde bulunmaktadır. Taşocağının yer bulduru haritası Şekil 1'de gösterilmektedir.

Bu taşocagına ait kireçtaşları gri renkli, sert ve masif yapıda olup kırılma niteliktedir. Yapılan kimyasal analizler neticesinde %90-95 oranında  $CaCO_3$  çok az miktarda  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  ve  $MgO$  içerdiği anlaşılmıştır.

Formasyona ait kayalar genellikle grimsi, açık sarı renkte olup demirli eriyiklerin etkin olduğu bölümlerde kırıltı sarı, kırmızımsı, siyahımsı bir renkte görülür. Formasyon tabanda gri ve koyu gri renkli dolomit ve dolomitleşmiş kireçtaşı, üst seviyelerde ise çört bantları içeren gri renkli



derecesi  $S_r$ , ağırlıkça su emme  $W_a$ , hacimce su emme  $W_h$  gibi özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler Tablo 3'de gösterilmiştir. Kireçtaşının fiziksel özelliklerinden poroziteye göre sınıflandırılmasında "çok kompakt" ve "az boşluklu" kaya sınıfında yer aldığı görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 3. Kireçtaşının Fiziksel özellikleri

Özellikler	$P_3$ (gr/cnr)	$\gamma_k$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	n (%)	$S_r$ (%)	$W_a$ (%)	$W_h$ (%)
Ortalama	2.70	2.67	2.68	0.98	20.4	0.06	0.16
Standart S.	0.01	0.01	0.01	0.2	15	0.002	0.06

Tablo 4. Kayaçların Poroziteye Göre Sınıflandırılması (Moos-Quervain'den, Tarhan 1989)

Kaya Sınıfı	Porozite (%)
Çok kompakt	<1
Az boşluklu	1-2.5
Orta boşluklu	2.5-5
Oldukça boşluklu	5-10
Çok boşluklu	10-20
Çok fazla boşluklu	>20

### 3.2.2. Sertlik

Araziden alınan blok yüzeylerinde L tipi Schmidt çekici yardımı ile sertlik ölçümü yapılmıştır. Bloklarda her yüzey için 5 farklı noktada 20 okuma yapılmıştır. Toplam 500 geri tepme sayısı okunmuş ve bunların yüzlere göre ortalamaları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Blok Yüzeylerinden Alınan Schmidt Çekici Geri Tepme Sayısı Ortalamaları

<u>Schmidt Çekici Ortalamaları (R)</u>			
Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma
54.5	48	50.55	1.49

Tablodaki genel ortalama değeri göz önüne alındığında kireçtaşının, Schmidt çekici geri tepme

Tablo 1. Kireçtaşının Tek Eksenli Basınç Direnci Deney Sonuçları

Çap, D (mm)	Kalınlık, t (mm)	Yükleme Hızı (MPa/s)	Yenilme Yükü, F (kN)				Dayanım, $\sigma_c$ (MPa)			
			Kuru		Doymun		Kuru		Doymun	
			Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
42	90	0.5	238.79	214.519	210.000	182.8	172.36	154.83	151.76	131.94
			Ortalama		Ortalama		Ortalama		Ortalama	
			226.65		196.4		166.11		141.85	

sayısına göre verilen sınıflamada "çok sert kaya" sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 6) Tablo 6. Schmidt Çekici Geri Tepme Sayılarına Göre Kayaçların Sınıflandırılması (de Beer, 1967).

Kaya Sınıfı	Schmidt Çekici Geri Darbe Sayısı
Fevkalade yumuşak	16-20
Çok yumuşak kaya	20-24
Yumuşak kaya	24-30
Sert kaya	30-5
Çok sert kaya	45-60
Fevkalade sert kaya	>60

### 3.3. Kireçtaşının Mekanik ve Elastik Özellikleri

#### 3.3.1. Tek Eksenli Basınç Direnci

Tek eksenli basınç direnci deneyinde bloklardan 42mm çapında 90mm uzunluğunda karot örnekleri alınarak yapılmıştır. 10 kuru 10 doymun olmak üzere toplam 20 örnek üzerinde yapılan deneylerde örnekler kırılınca kadar kuvvet uygulanmıştır. Elde edilen dayanım değerleri kaya kütlelerinin tanımlanması ve dayanım sınıflaması için kullanılmaktadır.

Deneylerde kırılma ani ve şiddetli olmuştur. Ancak bazı örneklerin kayma düzlemi ve süreksizlikler boyunca kırıldıkları görülmüştür.

$$\sigma_c = 4000 \times \frac{F}{\pi D^2} \text{ (MPa)} \quad (D)$$

Tek eksenli basınç direnci eşitlik (1) yardımıyla bulunmuş ve sonuçlar Tablo 7'de gösterilmiştir.

Kuru ve doymun örnekler üzerinde aynı deney şartlarında kireçtaşının doymun durumda basınç direnci değerinde yaklaşık %10'luk bir azalma görülmüştür.

Tek eksenli basınç direncine göre verilen sınıflamada kireçtaşının "yüksek dirençli kaya" sınıfına yerleştiği görülmektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Tek Eksenli Basınç Direncine Göre Kayaçların Sınıftandırın İması (Deer ve Miller, 1966).

Kaya Sınıfı	Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)
Çok düşük dirençli	<25
Düşük dirençli	25-50
Orta dirençli	50-100
Yüksek dirençli	100-200
Çok yüksek dirençli	>200

### 3.3.2. indirekt Çekme Direnci

Kireçtaşının çekmeye karşı direnci, indirekt yöntemlerden Brazilian deneyi ile bulunmuştur. Boyu çapının yansı olan karat örneklerinden 10 kuru 10 doygun olmak üzere 20 örnek üzerinde yapılan deney sonuçları Tablo 9'da gösterilmektedir. Örnekler yüklemeye doğrultusundan geçen düzlem boyunca kırılmıştır.

Çekmeye karşı dayanım değeri eşitlik (2) ile hesaplanmıştır.

$$\sigma_t = 0.636 \frac{F}{Dt} \text{ (MPa)}$$

(2)

### 3.3.3. Nokta Yük Direnci

42mm çapında ve 40mm boyunda alman karot örnekleri Greminger tarafından önerilen deney esaslarına göre yapılmıştır. Sadece çapsal yüklemeye

Tablo 9. Kireçtaşınm Çekme Direnci Deney Sonuçları

Çap, D (mm)	Kalınlık, l (mm)	Yüklemeye Hızı (N/s)	Yenilme Yüğü, F (kN)x1000				Dayanım, (J, (MPa)			
			Kuru		Doygun		Kuru		Doygun	
			Max.	Min	Max.	Min	Max.	Min	Max.	Min
42	21	200	14.08	12.817	13.183	11.474	10.15	9.24	9.50	8.27
			Ortalama		Ortalama		Ortalama		Ortalama	
			13.13		12.32		9.69		8.88	

Tablo 10. Nokta Yük Direnci Ortalama Değeri

Çap, D (mm)	Kalınlık, l (mm)	Yüklemeye Hızı (sn)	Yenilme Yüğü F (kN)x1000				Dayanım İ* (MPa)			
			Kuru		Doygun		Kuru		Doygun	
			Max.	Min	Max.	Min	Max.	Min	Max.	Min
42	90	10-60	15.5	11	13	10	8.78	6.23	7.36	5.66
			Ortalama		Ortalama		Ortalama		Ortalama	
			13.25		11.5		7.50		6.51	

durumunda yapılan nokta yük deney sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Nokta yük direncinin hesaplanmasında eşitlik (3) kullanılmıştır.

$$I_s = \frac{P}{D^2} \text{ (MPa)} \quad (3)$$

$I_s$  : Düzeltilmemiş nokta yük dayanım değeri (MPa)

P: Yük (kN)

D; Eşdeğer karot çapı (mm)

Tek eksenli basınç direnci, nokta yük direncinin yaklaşık 22 katı olduğu saptanmıştır. Nokta yük direncine göre sınıflamada kayacın "yüksek dirençli kaya" sınıfında olduğu görülmektedir (Tablo 11 ).

Tablo II. Kayaçların Nokta Yük Direncine Göre Sınıflandırılması (Bieniawski, 1975).

Kaya Sınıfı	Nokta Yük Direnci(MPa)
Çok düşük dirençli	<1
Düşük dirençli	1-2
Orta dirençli	2-4
Yüksek dirençli	4-8
Çok yüksek dirençli	>8

### 3.3.4. Üç Eksenli Basınç Deneyi

Kaya örneklerinin dayanımları üç eksenli basınç deneyleriyle içsel sürtünme açıları ( $\phi$ ), kohezyonları

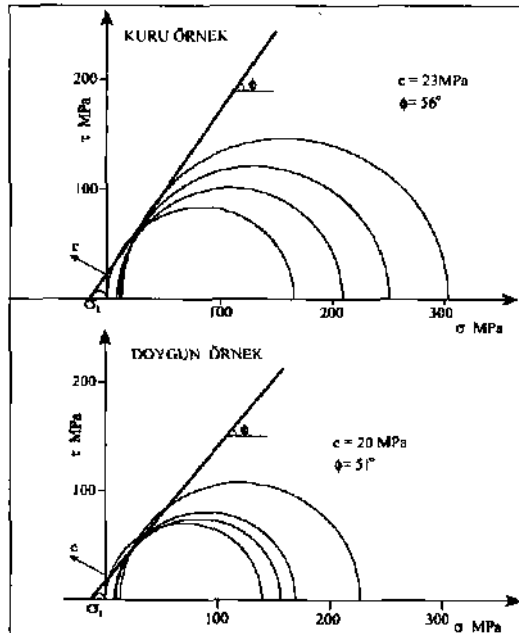
(c) hesaplanabil mekte ve yenilme zarfları Delirlenebilmektedir, Kaya bloklarından çıkarılan 55mm çaplı karot örnekleri üzerinde üç eksenli basınç deneyi yapılmıştır

Deneyler, karot örnekleri üzerinde 8,10,12 MPa'lık yanal gerilmeler altında gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12. Üç Eksenli Basınç Dayanım Deney Sonuçları

Yanal Basınç $a_3$ (MPa)	Kuru			Doymun		
	8	10	12	8	10	12
Dayanım $\sigma_c$ (MPa)	210.63	250.15	310.19	155.79	170.26	226.14

Deney sonunda örneklerin kırılma şekilleri ani ve şiddetli, kayma gerilmeleri doğrultusunda gerçekleşmiştir. Kireçtaşıma ait, çekme, tek ve üç eksenli basınç direnci ortalama değerleri kullanılarak Mohr daireleri çizilmiş ve yenilme zarfları elde edilmiştir (Şekil 2). Şekiller incelendiğinde, kireçtaşının içsel sürtünme açısı ortalaması 53.5°, kohezyon ortalamalarının 21.5 MPa, olduğu anlaşılmıştır. Kuru ve doymun örnekler üzerinde yapılan deneylerde kohezyonda % 9, içsel sürtünme açısında % 13'lük bir azalmanın olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Kireçtaşının Mohr Daireleri ve Yenilme Zarfları

### 3.3.5. Dinamik Elastisite Modülünün Belirlenmesi

Jeolojik malzemelerin gerilme altındaki davranışı yükleme hızına bağlı olduğu için, dinamik yükler (gerilmeler) altındaki elastik özellikleri statik yüklemelerdekilerden farklıdır.

Dinamik elastisite modülü fiziksel olarak kayaçların katılığının sertliğini verir ve statik elastisite modülünün 10 katıdır.

Kuru ve doymun örnekler üzerinde dinamik elastisite modülü, elastik boyuna ses dalgasının karot örneklerini kat etme zamanı ölçülerek hesaplanmıştır. Boyuna titreşim rezonans frekansı aşağıdaki bağıntıdan bulunmuştur.

$$f = \frac{1}{2}t \quad (4)$$

f: Boyuna dalgaının titreşim frekansı

t: Elastik dalgaının örneği kat etme zamanı (j/sn)

Karot örnekleri, uçları yağlanarak, ultrasonik deney aletinin alıcı ve verici kafaları arasına yerleştirilip, elastik dalgaının örnekten geçiş süresi mikrosaniye olarak ölçülmüştür.

Bu değerler kullanılarak örneğin dinamik elastisite modülü değeri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Tablo 12).

$$E_d = D \times W \times f^2 \quad (\text{Youash, 1970}) \quad (5)$$

Eşitlik (6) metrik sisteme dönüştürüldüğünde  $E_d$  (dinamik elastisite modülü) aşağıdaki gibi bulunur.

$$E_d = 129 \frac{L}{d^2} \times \frac{W}{t^2} 10^6 \quad (6)$$

W: örneğin ağırlığı (gr)

L: örneğin boyu (mm)

d : örneğin çapı (mm)

t: elastik dalgaının Örneği kat etme süresi (j/sn)

Tablo 13. Dinamik Elastisite Modülü Ortalamaları

	Dinamik Elastisite Modülü $10^6$ (MPa)		
	Max.	Min	Ortalama
Kuru	7.81	6.39	7.1
Doymun	9.31	7.15	8.23

Tablo incelendiğinde kireçtaşının yüksek modül I ü, dolayısıyla yüksek dirence sahip olduğu söylenebilir.

### 3.3.6. Aşınma Dayanımı

#### 3.3.6.1. Los Angeles Deneyi

Kireçtaşının aşınma dayanım deneyi karayollarının "T.C.K. Fenni Şartnamesine" göre yapılmıştır.

Deneyde kullanılmak üzere kireçtaşı örnekleri konkasörde 20mm boyutunda kırılmış 3/4", 1/2", 3/8" nolu eleklerden geçirilip, 1/2" nolu elekte kalan 2500 gr, 3/8" nolu elekte kalandan da 2500gr olmak üzere 5000 gr malzeme deneye tabi tutulmuştur. Deneyde 11 bilye (350-446 gr) kullanılmıştır. Deney sonunda malzeme 12 nolu elekten (1.682mm) geçirilmiş ve elek üstünde kalan malzeme tartılmıştır. Aşınma dayanımı % olarak eşitlik 7'deki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Aşınma \% 'si} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \quad (7)$$

A: Deneyde kullanılan malzemenin ağırlığı (gr)  
B: Deney sonunda 12 noMu elek üstünde kalan malzemenin ağırlığı (gr)

Deney sonunda B=4150 gr olarak bulunmuş, aşınma yüzdesi %17 olarak hesaplanmıştır. Agregada olarak kullanılacak bir malzemenin T.C.K. Fenni Şartnamesine göre aşınma yüzdesi maksimum %40'dır. Dolayısıyla kireçtaşı agregada ve yapı malzemesi olarak kullanılabilir.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Maçka-Başar Köyü taşocağındaki kireçtaşının mühendislik özellikleri saptanmış ve şu sonuçlara varılmıştır.

Kireçtaşının yapısal özellikleri arazi ölçü ve gözlemleri ile, fiziksel ve mekanik özellikler ise laboratuvar deneyleri ile saptanmıştır.

Arazi gözlemleri ve laboratuvar deneyleri sonunda kireçtaşının;

##### 1. Çatlak özelliklerine göre,

- Çatlak ara uzaklığı göz önüne alındığında "sık çatlaklı kaya" sınıfında yer aldığı,
- Çatlak açıklığına göre "ince çatlaklı kaya" sınıfında olduğu,
- Çatlak yüzeylerinin ise orta pürüzlü özellik gösterdiği gözlenmiştir.

##### 2. Fiziksel özelliklerine göre,

- Porozites göz önüne alındığında "çok kompakt kaya" sınıfında yer aldığı,

- Schmidt çekici geri tepme sayısına göre "çok sert kaya" sınıfında yer aldığı görülmüştür.
- ##### 3. Mekanik özelliklerine göre,

- Tek eksenli ve nokta yük direnci göz önüne alındığında, kireçtaşının "yüksek dirençli kaya" sınıfında yer aldığı,
- Doygun ve kum örnekler üzerinde yapılan tek eksenli basınç direnci deneyleri sonucunda doymuş haldeki basınç direnci değerindeki azalmanın yaklaşık %10 olduğu, fakat kireçtaşının yüksek dirençli kaya özelliğini kaybetmediği,
- Basınç direnci değerinin çekme direncinin 17 katı olduğu,
- Tek eksenli basınç direnci nokta yük direncinin yaklaşık 22 katı olduğu,
- Basınç direnci ile birim hacim ağırlık arasında doğru bir orantının olduğu,
- Birbirine dik yönde alınan örnekler üzerinde yapılan değişik deneyler sonucunda kireçtaşının izotrop malzeme kabul edilebileceği,
- Üç eksenli basınç deneyi sonunda kayma direnci parametreleri açısından ( $\sigma_c$ ) yüksek değere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

##### 4. Aşınma özelliklerine göre,

Kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan Los Angeles aşınma deneyi sonunda aşınma yüzdesi %17 olarak saptanmıştır,

##### 1. Kireçtaşı üzerinde yapılan deneyler sonucunda;

- Atmosfer etkilerine karşı dayanıklı
- Basınç direnci değeri göz önüne alındığında kuru ve doymuş ortamlarda kullanılacak bir malzeme olduğu,
- Özgül ağırlığının 2.70 gr/cm<sup>3</sup> değerinde olduğu,
- Ağırlıkça su emmesinin %0.06 değerinde olduğu,
- Don zayıyatının (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile) %6 olduğu,
- Aşınma kaybının %17 olduğu
- Renk tonunun gri olduğu tespit edilmiştir.

Bu özellikler T.S.E. "TS 2513/Şubat 1977 UDK 691.2:620.1 tarih ve sayılı "Doğal Yapı Taşları" ve TS 699/Ocak 1987 tarihli ve sayılı "Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deney Metotları" ile T.C.K Fenni şartnamesinde aranan özelliklere uygun olduğundan kireçtaşının, alt temel malzemesi, asfalt mıcır, beton agregası, yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Yalçınalp, B. 1992. *Güzeiyayla (Maçka-Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik yerleşimi ve Jeokimyası* Doktora Tezi KTÜ Fen Bil. Enst. Trabzon
- Tarhan, F. 1989. *Mühendislik Jeolojisi Prensipleri*, KTÜ Yayınlan, Trabzon.
- Pelin, S. 1977. *Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik incelenmesi*, KTÜ Yayın No:87, YBF Yayın No:13 Trabzon.
- Altınbaş, A.F. 1994. *Maçka (Meyremana) Medaş Taşocağındaki Kireçtaşının Agregat Olma Açısından İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi KTÜ Fen Bil. Enst. Trabzon.
- Deere, D.U. 1963. *Technical Description of Rock Cores for Engineering Purpose Rock Mech. And Engineering Geol.* 1, pp. 16-22
- TSE, 1987. *Tabii Yapı Taşları ve Muayene Metotları*.

