

## ÇAMBAŞI (TRABZON-ÇAYKARA) BARAJ YERİ TEMEL KAYASININ JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ\*

*Geomechanical properties of foundation rock of the Çambaşı (Trabzon-Çaykara) dam site*

Fikri BULUT K.T.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, TRABZON

Fikret TARHAN K.T.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü, TRABZON

**ÖZ:** Çambaşı baraj yeri, Trabzon iline bağlı Çaykara ilçesinin 7 km güneyinde, Solaklı Deresi üzerinde bulunmaktadır. Baraj yeri temel kayasını metabazalt oluşturmaktadır.

Bu araştırmada, metabazaltın litolojik, yapısal, fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri saha ve laboratuvar çalışmalarıyla belirlenmiştir.

Saha ve laboratuvar bulguları kullanılarak metabazalt, mühendislik amaçları için değişik açılardan sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalara göre, metabazalt genellikle orta ve iyi kaliteli, sık çatlaklı, düşük poroziteli, çok sert, yarı ve az geçirimli, yüksek ve çok yüksek dirençli ve orta modül oranlıdır. Ayrıca metabazaltın içerdiği süreksizlikler orta ve geniş açıklıklı olup, yüzeyleri hafif ve orta pürüzlüdür.

Metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri arasında genellikle lineer ilişkiler bulunmaktadır. Bu özelliklere göre hesaplanan maksimum anizotropi değerleri, metabazaltın izotrop kabul edilebileceğini göstermektedir.

**ABSTRACT:** Çambaşı dam site is located on the river of Solaklı, 7 km south of Çaykara town in the province of Trabzon. Foundation rock of the dam site is metabasalt.

In this investigation, lithological, structural, physical, mechanical and elastic properties of this metabasalt have been determined on the basis of field and laboratory works.

Using the results obtained from the field and laboratory investigations, the metabasalt has been classified for various engineering purposes. According to these classifications, it is generally medium and well in quality, densely jointed, low in porosity, stiff and very stiff, semi and poorly permeable, highly and extremely strong and average modulus ratio. In addition, the discontinuities in the metabasalt are intermediately and wide apertured, and their surfaces are slight and medium in roughness.

There are generally linear relations among physical, mechanical and elastic characteristics of the metabasalt. Maximum anisotropy values computed through these properties show that it can be accepted as isotropic in nature.

### GİRİŞ

Çambaşı baraj yeri, Doğu Karadeniz Havzasında, Trabzon iline bağlı Çaykara ilçesinin 7 km güneyinde ve Solaklı Deresi üzerinde bulunmaktadır (Şekil 1).

Çambaşı barajının temelden yüksekliği 118 m, kret uzunluğu 209 m, tipi ise çift eğrili ince kemer olarak planlanmıştır. Barajda depolanacak suyun iletim tüneli ve denge bacası yardımıyla hidroelektrik santralına düşürülmesiyle yılda 180 milyon Kwh enerji üretimi öngörülmektedir (DSİ XXII. Bölge Müd. Rap.).

Bu araştırmada, baraj yeri temel kayasının

jeolojik, fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri saha ve laboratuvar çalışmalarıyla incelenmiştir. Saha çalışmalarında, yüzeylenmelerden ve baraj yerinde DSİ. XXII. Bölge Müdürlüğüne açılan araştırma sondaj ve galerilerden yararlanılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında ise baraj yerinden alınan kaya bloklarından birbirine dik yönde çıkartılan karot örnekleri kullanılmıştır. Karot örnekleri üzerinde yapılan deneylerde Türk Standartları esas alınmıştır. Saha ve laboratuvar çalışmalarıyla, önce, baraj yeri temel kayasının mühendislik özellikleri belirlenmiş, daha sonra bu özelliklere göre temel kayası mühendislik amaçları için değişik açılardan sınıflandırılmıştır.

\* Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi, 6. Mühendislik Haftasında bildiri olarak sunulmuştur.

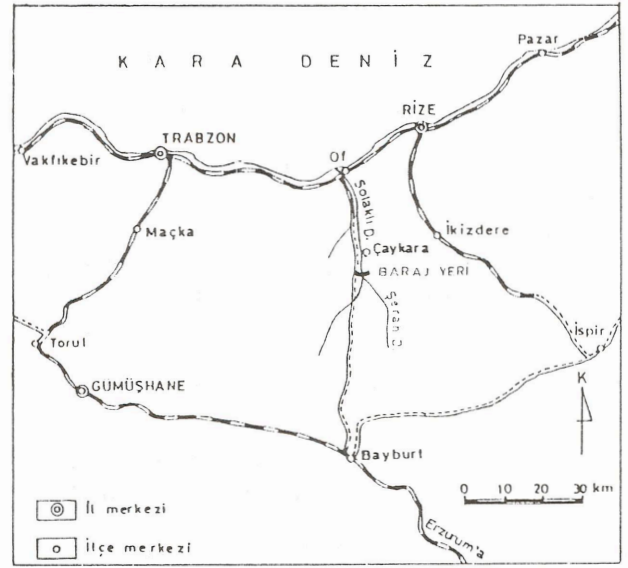
## BARAJ YERİ KAYAÇLARININ JEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ

### Litolojik Özellikler

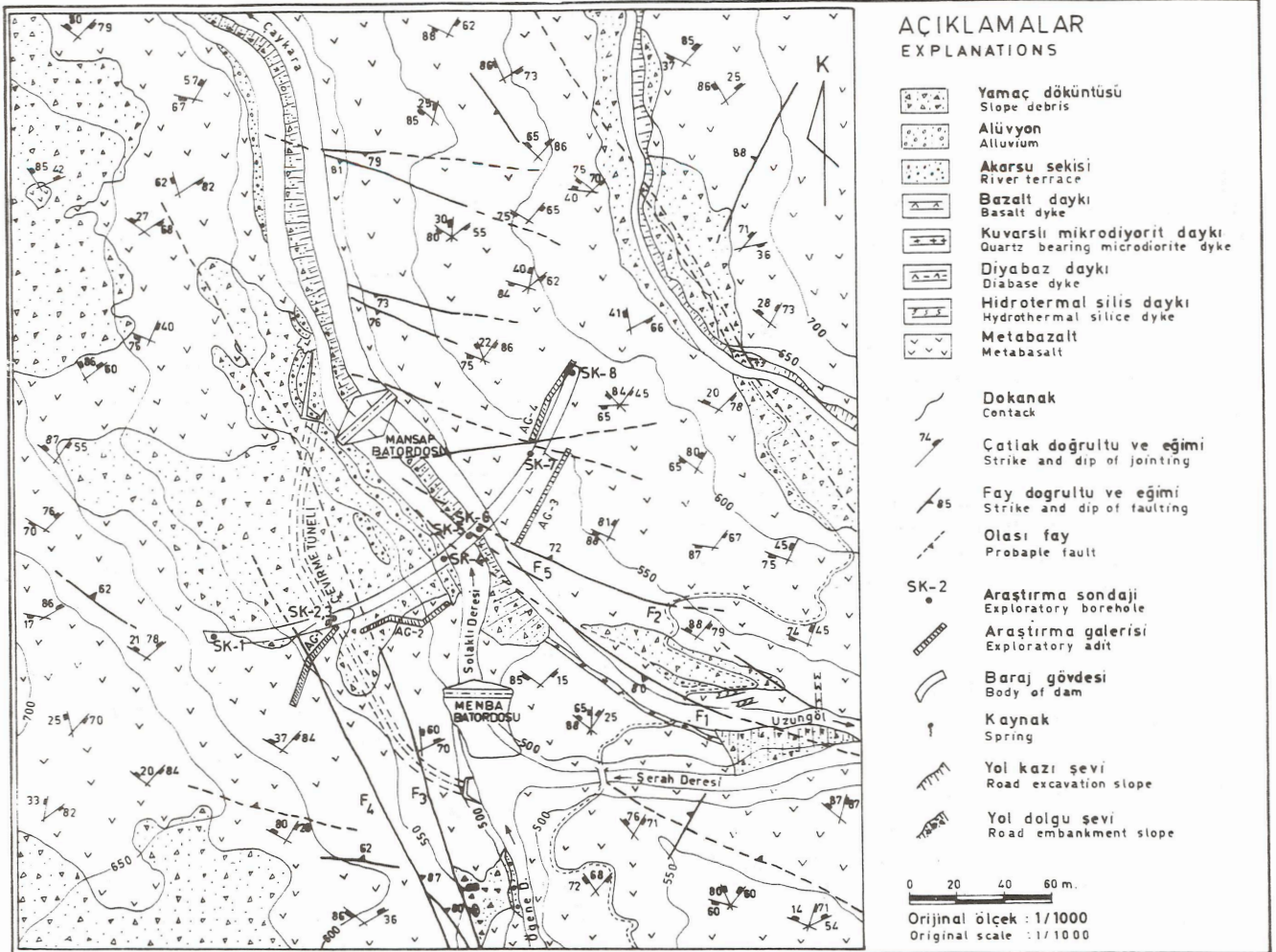
Çambaşı baraj yerinde metabazalt, dayklar, akarsu sekisi, alüvyon ve yamaç döküntüsü yüzeylenmektedir (Şekil 2).

Metabazalt; yeşilimsi gri renkte, ince taneli, sert boşluksuz ve çatlaklıdır. Bol miktarda epidot ve pirit, saçınım halinde de pirotin, kalkopirit, çinkoblend mineralleri içerir. Metabazalt içerisinde çoğunlukla ağ şeklinde kalsit, pirotin ve hidrotermal silis damarları bulunmaktadır. Metabazalttan alınan örneklerin ince kesitlerinde aktinolit, epidot, albitleşmiş plajiyoklaz, klorit, kalsit, zeolit ve opak minerallerin; kloritleşmiş, kalsitleşmiş bir hamur maddesi içerisinde yer aldıkları gözlenir.

Metabazaltın yer yer metatüf seviyeleri içerdiği mikroskopik incelemeler sonucu anlaşılmıştır. Bunlar makroskopik olarak metabazalttan ayırt edilemezler. Metatüflerin ince kesitlerinde, çok ince taneli bir hamur maddesi içerisinde yer yer



Şekil 1 Baraj yerinin konum haritası.  
Figure 1 Location map of the dam site.



Şekil 2 Baraj yerinin jeoloji haritası.

Figure 2 Geological map of the dam site.

kırılmış ve parçalanmış plajiyoklaz kristal parçaları, çok bol miktarda epidot mineralleri ve az miktarda da ikincil olarak oluşmuş zeolit ve kalsit mineralleri izlenmektedir.

Metabazalt, diyabaz, kuvarslı mikrodiyorit, bazalt ve hidrotermal silis daykları tarafından kesilmiştir.

Akarsu sekileri; Solaklı ve Ögene derelerinin sol, Şerah deresinin ise sağ yamacında yüzeylenirler (Şekil 2). Seki malzemesi genellikle bazalt, metabazalt ve granit blok, çakıl kum ve siltlerinden oluşmuştur. Sekilerin görünür kalınlığı 5 m kadardır.

Alüvyonlar; Solaklı, Şerah ve Ögene derelerinin vadi tabanlarında yer alırlar. Alüvyon malzemesi, seki malzemesiyle aynı özelliktedir. Alüvyon malzemesinin kalınlığı, baraj yerinde, dere yatağında açılan sondajlardan sağlanan verilere göre, 13.50 16.35 m arasında değişmektedir.

Yamaç döküntüleri; baraj yerinin yamaçlarında izlenirler. Çoğunlukla köşeli-sivri köşeli metabazalt bloklarından oluşmuşlardır. Yamaç döküntülerinin kalınlığı, sondaj verilerine göre 1-7.5 m arasında değişmektedir.

### Yapısal Özellikler

Baraj yerindeki kayaçların yapısal unsurlarını çatlaklar ve faylar oluşturmaktadır. Egemen çatlaklar K65B/80GB; K10B/20GB; K32D/65GD doğrultu ve eğimindedirler. Baraj yerinde izlenen faylar gravite faylarıdır. Bunların en önemlileri F1, F2, F3, F4 simgeleri ile gösterilmiştir (Şekil 2). F1 ve F2 fayları baraj yerinin sağ, F3 ve F4 fayları ise sol yamacında bulunurlar. Yapısal unsurların (süreksizliklerin) diğer özellikleri aşağıda sunulmuştur

### Kaya Kalitesi Özelliği (% RQD)

Baraj yerindeki metabazaltın Kaya Kalitesi Özelliği sondaj karotları ve galerilerden sağlanan veriler kullanılarak, Deere (1963) ve Priest and Hudson (1976) tarafından verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sonuçların dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde metabazaltın genellikle "orta" ve "iyi" kaliteli kaya sınıfında yer aldığı görülmektedir.

### Çatlak Ara Uzaklığı ve Açıklığı

Metabazaltın içerdiği en önemli süreksizlikleri çatlaklar oluşturur. Çatlak ara uzaklığı ve açıklığı yüzeylenmelerde ve galerilerde ayrı ayrı ölçülmüştür. Daha sonra, ölçülen çatlak ara uzaklığı ve çatlak açıklığı değerleri belirli aralıklarla gruplandırılmış ve dağılımları incelenmiştir (Tablo 2-3).

Tablo 1 Metabazaltta RQD değerlerinin dağılımı.  
Table 1 Distribution of RQD values in the metabasalt.

Kaya türü		Metabazalt	
Ölçüm yeri		Galeri duvarları	Sondaj karotları
Sınıflandırma (Deere, 1963)		RQD değerlerinin % dağılımı	
Kaya kalitesi tanımı	RQD(%)		
Çok kötü	<25	4.55	12.9
Kötü	25-50	3.41	18.0
Orta	50-75	23.68	29.7
İyi	75-90	37.15	28.9
Çok iyi	90-100	30.68	10.5

Tablo 2 Metabazaltta çatlak ara uzaklığı değerlerinin dağılımı.

Table 2 Distribution of joint spacing values in the metabasalt.

Kaya türü		Metabazalt	
Ölçüm yeri		Yüzeylenmeler	Galeriler
Sınıflandırma (Deere, 1963)		Çatlak ara uzaklığı değerlerinin % dağılımı	
Tanımlama	Çatlak ara uzaklığı (cm)		
Çok sık	< 5	14.2	7.6
Sık	5-30	79.3	68.2
Orta	30-100	5.4	20.5
Seyrek	100-300	1.1	3.7
Çok seyrek	300	-	-

Tablo 2 de görüldüğü gibi metabazalt "sık" çatlaklı kaya sınıfına girmektedir.

Tablo 3 teki dağılımlar ISRM (Lama ve Vutukuri, 1978) tarafından çatlak açıklığına göre verilen sınıflandırma ile karşılaştırıldığında, metabazaltın içerdiği çatlakların çoğunlukla "orta" ve "geniş" açıklıklı oldukları anlaşılmaktadır.

### Süreksizlik Dolguları

Metabazaltın içerdiği süreksizlikler yüzeyde çoğunlukla dolgusuz olmasına karşın, yeraltında dolguludurlar. Süreksizliklerdeki dolgu malzemesi türü kil, kayaç kırıntısı, ve hidrotermal silistir. DTA analizi sonuçlarına göre montmorillonit

Tablo 3 Metabazalıtta çatlak açıklığı değerlerinin dağılımı.  
Table 3 Distribution of joint aperture values in the metabasalt.

Kaya türü		Metabazalt	
Ölçüm yeri		Yüzeylenmeler	Galeriler
Sınıflandırma (ISRM, 1975)		Çatlak açıklığı değerlerinin % dağılımı	
Tanımlama	Çatlak açıklığı (mm)		
Çok sıkı	0,1	-	-
Sıkı	0,1-0,5	-	1.7
Orta	0,5-2,5	57.6	83.6
Geniş	2,5-10	33.1	12.6
Çok geniş	> 10	9.3	2.1

türünde olan killer, yer yer kayaç kırınularını içerirler. Killerin kalınlığı 1-30 cm arasında değişmektedir. Kalsit çoğunlukla ağ, bazen de kalınlığı 1-15 mm arasında değişen damarlar şeklindedir. Hidrotermal silis de çoğunlukla ağ, yer yer de kalınlığı 1-45 cm arasında değişen damarlar şeklinde izlenir.

#### Süreksizlik Yüzeylerinin Pürüzlülüğü

Süreksizlik yüzeylerindeki pürüzlülüğün saptanmasında Piteau (1973) nun saha gözlemlerine dayanan sınıflaması, süreksizlik yüzeylerindeki dalgalanma açılarının belirlenmesinde ise Mogilevskaya (1974) nin önerdiği yöntem kullanılmıştır.

Metabazaltın içerdiği süreksizliklerin yüzeyleri genellikle hafif ve orta pürüzlüdür. Süreksizlik yüzeylerindeki minimum dalgalanma açısı 2°, maksimum dalgalanma açısı 6°, ortalama dalgalanma açısı ise 4° olarak hesaplanmıştır.

#### METABAZALTIN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri, baraj yerinden alınan değişik boyutlu kaya bloklarının birbirine dik yüzeylerinden çıkan karot örnekleri üzerinde TSE esaslarına göre yapılan deneylerle saptanmıştır.

#### Metabazaltın Fiziksel Özellikleri

Metabazaltın fiziksel özelliklerinden indeks özellikleri, sertliği ve geçirgenliği belirlenmiştir. Ayrıca, elastik dalganın metabazalt içerisindeki boyuna yayılma hızı saptanmıştır.

#### İndeks Özellikleri

Metabazaltın özgül ağırlığı (d), kuru birim hacim ağırlığı ( $\Delta k$ ), doymun birim hacim ağırlığı ( $\Delta d$ ), yoğunluk derecesi (k), porozitesi (p), ağırlıkça su emmesi (as), hacimce su emmesi (hs) ve doymunluk derecesi (S) laboratuvarında yapılan deneylerle saptanmış ve elde edilen sonuçların ortalaması Tablo 4 te verilmiştir.

Tablo 4 Metabazaltın indeks özelliklerinin ortalama değerleri.

Table 4 Mean values of index properties of the metabasalt.

KAYA TÜRÜ	İNDEKS ÖZELLİKLERİ							
	$\delta$	$\Delta_k$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Delta_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	k (%)	p (%)	as (%)	hs (%)	S (%)
Metabazalt	2,90	2,83	2,84	97	2,44	0,10	0,27	15,23

#### Sertlik (R)

Metabazaltın sertliği, Erguvanlı (1980) tarafından verilen yöntem kullanılarak kaya bloklarında, sondaj karotları üzerinde ve galeri duvarlarında N tipi Schmidt çekici ile ölçülen geritepme sayılarına göre belirlenmiş ve elde edilen sonuçların ortalaması Tablo 5 te gösterilmiştir.

Tablo 5 Metabazalıtta Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri.

Table 5 Mean values of Schmidt Hammer Rebound numbers in the metabasalt.

Ölçüm Yeri	Geritepme Sayısı Ortalaması
Kaya blokları	54
Sondaj karotları	49
Galeri duvarları	59

Tablo 5 incelendiğinde, geritepme sayılarının ortalaması kaya bloklarında 54, sondaj karotlarında 49, galeri duvarlarında ise 59 olduğu görülmektedir. Bu değerlere göre metabazalt, De Beer (1967) tarafından Schmidt çekici geritepme sayısına göre yapılan kaya sınıflamasında "çok sert" kaya sınıfında yer almaktadır.

#### Geçirgenlik

Baraj yerinde metabazalt ve alüvyon yüzeylenmektedir. Metabazaltın geçirgenliği baraj yerinde açılan sondajlarda yapılan tek lastik basınçlı su, alüvyonun geçirgenliği ise sızma deneyleri yardımıyla saptanmıştır.

Metabazalt ve alüvyona ilişkin geçirgenlik katsayılarının hesaplanmasında U.S. Bureau of Reclamation (1951) tarafından önerilen matematiksel eşitlikler kullanılmış ve elde edilen sonuçların dağılımı Tablo 6 da verilmiştir.

Tablo 6 Metabazalt ve alüvyonun geçirgenlik katsayısı değerlerinin dağılımı.  
Table 6 Distribution of permeability coefficient values of the metabasalt and alluvium.

Kaya Niteliği		Geçirimsiz	Az Geçirimli	Yarı Geçirimli	Geçirimli	Çok Geçirimli
Metabazalt	Geçirgenlik Katsayısı değerlerinin % dağılımı	6.72	27.27	43.48	18.97	3.56
Allüvyon		-	-	-	-	100

Tablo 6 da görüldüğü gibi, baraj yerindeki metabazalt geçirgenlik açısından genellikle "az" ve "yarı" geçirimli, alüvyon ise çok geçirimlidir.

### Elastik Dalga Yayılma Hızı

Elastik boyuna dalganın metabazalt içerisindeki yayılma hızı, laboratuvarında DIGI-EG-C2 ultrasonik deney aleti yardımıyla, elastik dalganın kuru ve doymun karot örneklerini geçme zamanları ölçülerek hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7 de sunulmuştur.

Tablo 7 Elastik dalganın kuru ve doymun metabazalt içerisindeki yayılma hızlarının ortalama değerleri.  
Table 7 Mean values of propagation velocities of elastic wave in the metabasalt.

Kaya türü	Blok yüzeyi	V <sub>lk</sub> (m/sn)	S.Sap.	Genel ort. (m/sn)	En fazla anizotropi	V <sub>ld</sub> (m/sn)	S.Sap.	Genel ort. (m/sn)	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	4729	89,31	4715	1,01	4897	95,21	4914	1,01
	B	4738	112,27			4909	81,60		
	C	4679	84,61			4936	91,08		

V<sub>lk</sub>: Kuru metabazalt içerisindeki yayılma hızı.

V<sub>ld</sub>: Doymun metabazalt içerisindeki yayılma hızı.

Tablo 7 incelendiğinde, elastik boyuna dalganın kuru haldeki metabazalt içerisindeki yayılma hızı ortalaması 4717 m/sn, doymun haldeki metabazalt içerisindeki yayılma hızı ise 4915 m/sn olduğu görülmektedir.

### Metabazaltın Mekanik ve Elastik Özellikleri

Baraj yeri temel kayasını oluşturan metabazaltın mekanik ve elastik özelliklerinden nokta yük, basınç ve çekme dirençleri, statik ve dinamik elastisite modülleri ve Poisson oranı saptanmıştır.

### Nokta Yük Direnci I<sub>s</sub>(50)

Metabazaltın nokta yük direnci, baraj yerinde açılan sondajlardan alınan karot örnekleri, araşır-

ma galerilerinden alınan şekilsiz örnekler ve kaya bloklarından laboratuvarında çıkarılan karot örnekleri üzerinde Bieniawski (1975) ve Türk (1986) tarafından verilen metodlar gözönüne alınarak yapılan deneylerle ayrı ayrı belirlenmiştir.

Deney sonuçlarına göre, sondaj karotlarından elde edilen nokta yük direnci ortalama 90 kg/cm<sup>2</sup>, şekilsiz örneklerden elde edilen nokta yük direnci ortalaması 96 kg/cm<sup>2</sup>,kaya bloklarından çıkarılan karot örneklerinden sağlanan nokta yük direnci ortalaması ise 112 kg/cm<sup>2</sup> dir. Ortalama değerler gözönüne alındığında, metabazaltın Bieniawski (1973) tarafından nokta yük direncine göre verilen kaya sınıflamasında "çok yüksek" dirençli kaya sınıfına girdiği anlaşılmaktadır.

### Tek Eksenli Basınç Direnci (σ<sub>b</sub>)

Metabazaltın tek eksenli basınç direnci, kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde gerçekleştirilen deneylerle araştırılmış ve deney sonuçlarına göre hesaplanan değerler Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8 Metabazaltın tek eksenli basınç direnci ortalama değerleri.  
Table 8 Mean values of unconfined compressive strength of the metabasalt.

Kaya türü	Blok yüzeyi	Deney sayısı	σ <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	S.sapma	Genel ort. (kg/cm <sup>2</sup> )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	44	2438	362,05	2480	1,05
	B	39	2439	409,67		
	C	26	2562	247,76		

Tablo 8'de görüldüğü gibi, metabazaltın tek eksenli basınç direnci ortalaması 2480 kg/cm<sup>2</sup>'dir. Bu ortalama değer metabazaltın Deere (1968) in tek eksenli basınç direncine göre verdiği kaya sınıflamasında, "çok yüksek" dirençli kaya sınıfında yer aldığı göstermektedir.

### Çekme Direnci (σ<sub>c</sub>)

Metabazaltın çekme direnci, kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde indirekt çekme (Brazilian) deneyi yapılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9 Metabazaltın çekme direnci ortalama değerleri.  
Table 9 Mean values of indirect tensile strength of the metabasalt.

Kaya türü	Blok yüzeyi	Deney sayısı	σ <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	S.sapma	Genel ort. (kg/cm <sup>2</sup> )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	33	250	25,60	251	1,07
	B	28	243	26,30		
	C	31	259	23,03		

Tablo 9 incelendiğinde, metabazaltın çekme direnci ortalamasınının 251 kg/cm<sup>2</sup> olduğu anlaşılmaktadır.

### Üç Eksenli Basınç Direnci

Metabazaltın kayma direnci parametrelerini (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) saptamak amacıyla, kaya bloklarından çıkarılan 31 mm çaplı karot örnekleri üzerinde üç eksenli basınç direnci deneyi yapılmıştır. Daha sonra, bu deney sonuçları ile çekme ve tek eksenli basınç direnci ortalama değerleri kullanılarak metabazalta ilişkin Mohr Daireleri çizilerek, kırılma zarfları elde edilmiştir (Şekil 3). Kırılma zarfları yardımıyla da metabazaltın kohezyon (C) ve içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) değerleri bulunmuştur. Şekil 3 incelendiğinde, metabazaltın içsel sürtünme açısı ortalaması  $56^\circ$ , kohezyon ortalaması ise  $402 \text{ kg/cm}^2$  olduğu anlaşılmaktadır.

### Dinamik Elastisite Modülü ( $E_d$ )

Metabazaltın dinamik elastisite modülü, Youash (1970) tarafından silindirik örnekler için önerilen eşitlik kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen değerlerin ortalaması Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10'da görüldüğü gibi, metabazaltın dinamik elastisite modülü ortalaması  $6,4 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  dir. **Statik Elastisite Modülü ( $E_s$ ) ve Poisson Oranı ( $\nu$ )**

Metabazaltın statik elastisite modülü ve Poisson oranı kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri

Tablo 10 Metabazaltın dinamik elastisite modülü ortalama değerleri  
Table 10 Mean values of dynamic elasticity modulus of the metabasalt

Kaya türü	Blok yüzeyi	Dinamik elastisite modülü ( $\times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ )	S.sapma	Genel ort. ( $\times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	6,41	0,25	6,40	1,01
	B	6,44	0,43		
	C	6,35	0,39		

üzerinde yapılan deneylerle saptanmıştır. Deneylerde SM-60 D Strain Indicator ve SS-12 R Switching and Balancing Box aletleri ile boyları 5 ile 10 mm arasında değişen "strain gauge"ler kullanılmıştır. Deneyler sonunda elde edilen veriler yardımıyla gerilme-birim deformasyon grafikleri çizilerek metabazaltın statik elastisite modülü ve Poisson oranı hesaplanmış ve bulunan değerlerin ortalaması Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11 Metabazaltın statik elastisite modülü ve Poisson oranı ortalama değerleri

Table 11 Mean values of static elasticity modulus and poisson ratio of the metabasalt

Kaya türü	Blok yüzeyi	Deney sayısı	$E_s \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ (ortalama)	$E_s \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ (genel ort.)	$\nu$ (ortalama)
Metabazalt	A	6	7,07	7,19	0,27
	B	2	7,45		
	C	2	7,05		

Tablo 11 incelendiğinde, metabazaltın statik elastisite modülü ortalama  $7,19 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ , Poisson oranı ortalaması ise 0,27 olduğu görülmektedir.

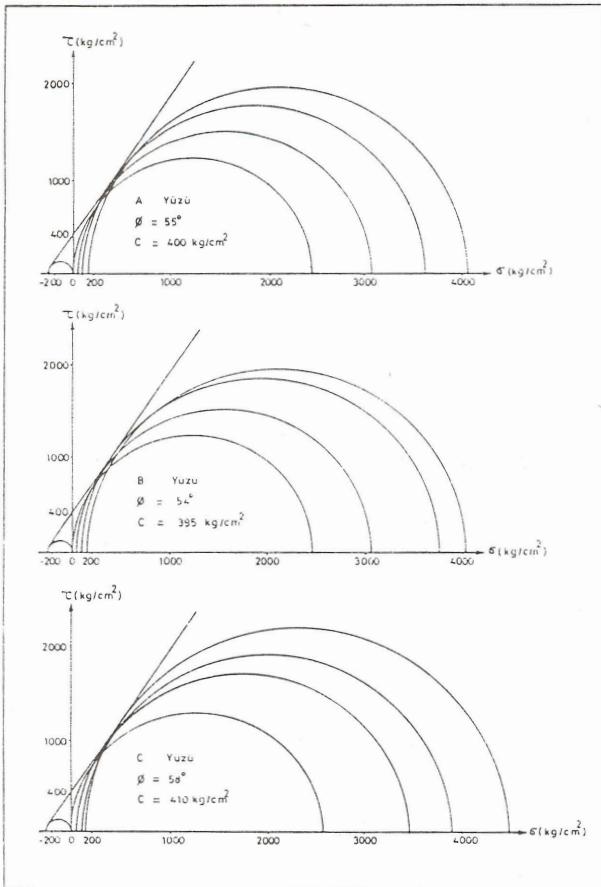
Statik elastisite modülünün saptanması için kullanılan karot örnekleri üzerinde, önce, dinamik elastisite modülünün belirlenmesi için deney yapılmıştır. Deney sonuçları kullanılarak hesaplanan dinamik elastisite modülü ortalaması  $7,24 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  dir.

### FİZİKSEL, MEKANİK VE ELASTİK ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler, kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar kullanılarak regresyon analizi ile araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4 ve 5'te verilmiştir.

Şekil 4 ve 5'te verilen grafikler incelendiğinde, metabazaltta; porozite-tek eksenli basınç direnci ile porozite-boyuna elastik dalga hızının yayılma hızı arasında lineer azalan, diğer özellikler arasında ise lineer artan ilişkilerin bulunduğu görülmektedir.

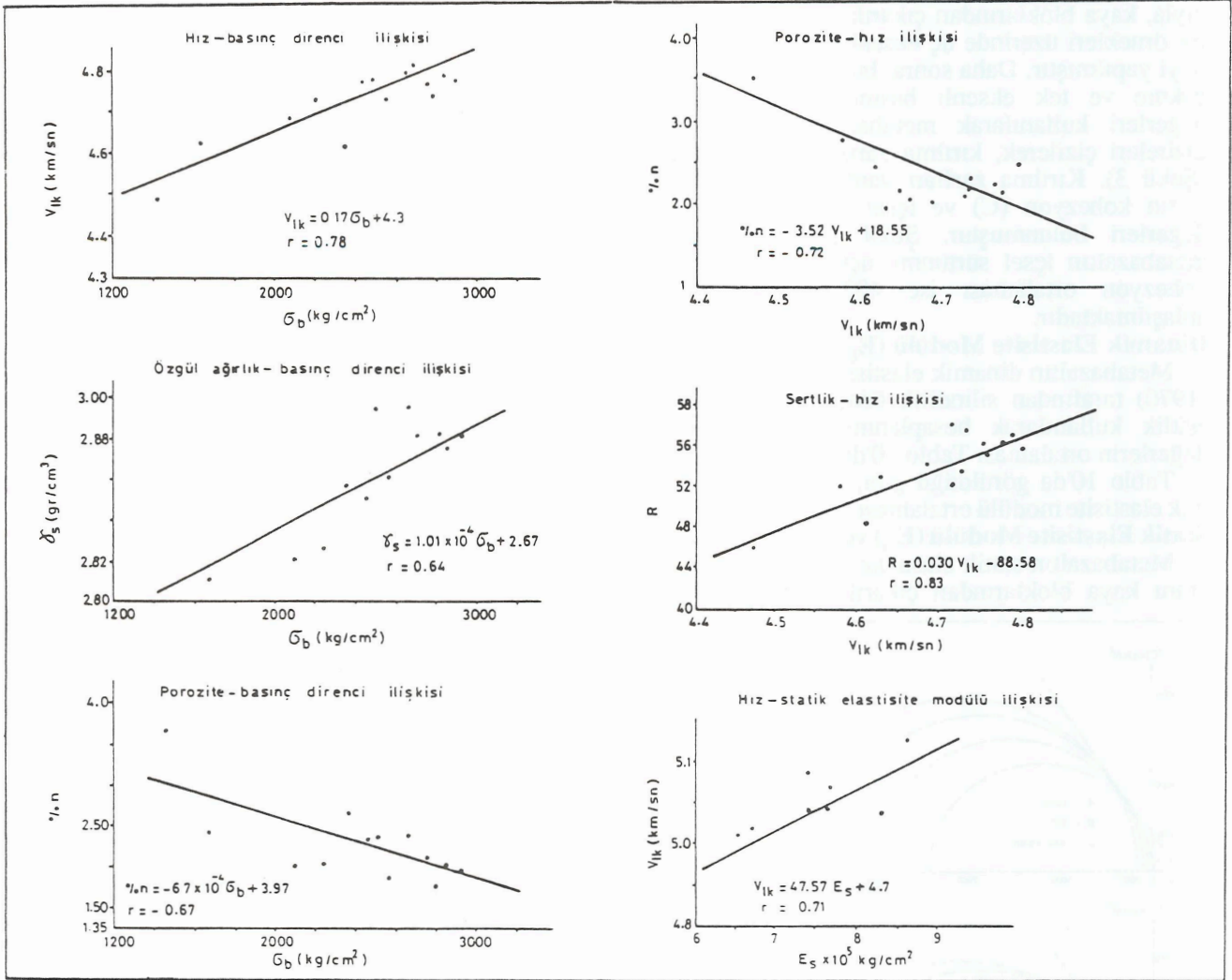
Ayrıca, deney sonuçlarının genel ortalama değerleri gözönüne alınır, dinamik elastisite modülü/statik elastisite modülü = 1,01, tek eksenli basınç direnci/nokta yük direnci = 22, tek eksenli basınç direnci/çekme direnci = 10 olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3 Metabazalta ait Mohr daireleri ve kırılma zarfları.  
Figure 3 Mohr circles and Mohr envelopes of the metabasalt.

Şekil 4 Metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri arasındaki ilişkiler.

Figure 4 Relations between physical, mechanical and elastic properties of the metabasalt.



## SONUÇLAR

Baraj yeri temel kayasını oluşturan metabazalt genellikle orta ve iyi kaliteli ve sık çatlaklıdır. Çatlaklar orta ve geniş açıklıklı olup, çatlak yüzeyleri hafif ve orta pürüzlüdür. Süreksizlik yüzeylerindeki dalgalanma açısı ortalaması 4 derecedir. Süreksizlikler çoğunlukla montmorillonit türü kil mineralleriyle dolguludurlar.

Metabazalt düşük poroziteli, çok sert, az ve yarı geçirimli, yüksek ve çok yüksek dirençli, orta modül oranlıdır.

Metabazalt, fiziko-mekanik özellikleri açısından izotrop kabul edilebilecek özelliktedir.

Metabazalt fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri arasında lineer ilişkiler vardır.

## DEĞİNİLEN BELGELER

Bieniawski, Z.T., 1973, Engineering classification of jointed rock masses. The civil engineering in south Africa, Dec. 335-343.

Binciawski, Z.T., 1975, The point load test in geomechanical practise. Engineering Geol. 9, 1-11.

Bureau of Reclamation., 1951, Permeability tests using drill holes and wells. Geology Report No. G-97, Denver, USA.

De Beer, J.H., 1967, Subjective classification of the hardness of rocks and the associated shear strength. Proc. 4th Reg. Cong. Afri. Soil Mech. Found. Eng. 396-398, Capetown.

Deere, D.U., 1963, Technical description of rock cores for engineering purpose Rock. Mech. and Engng. Geol. 1, 16-22.

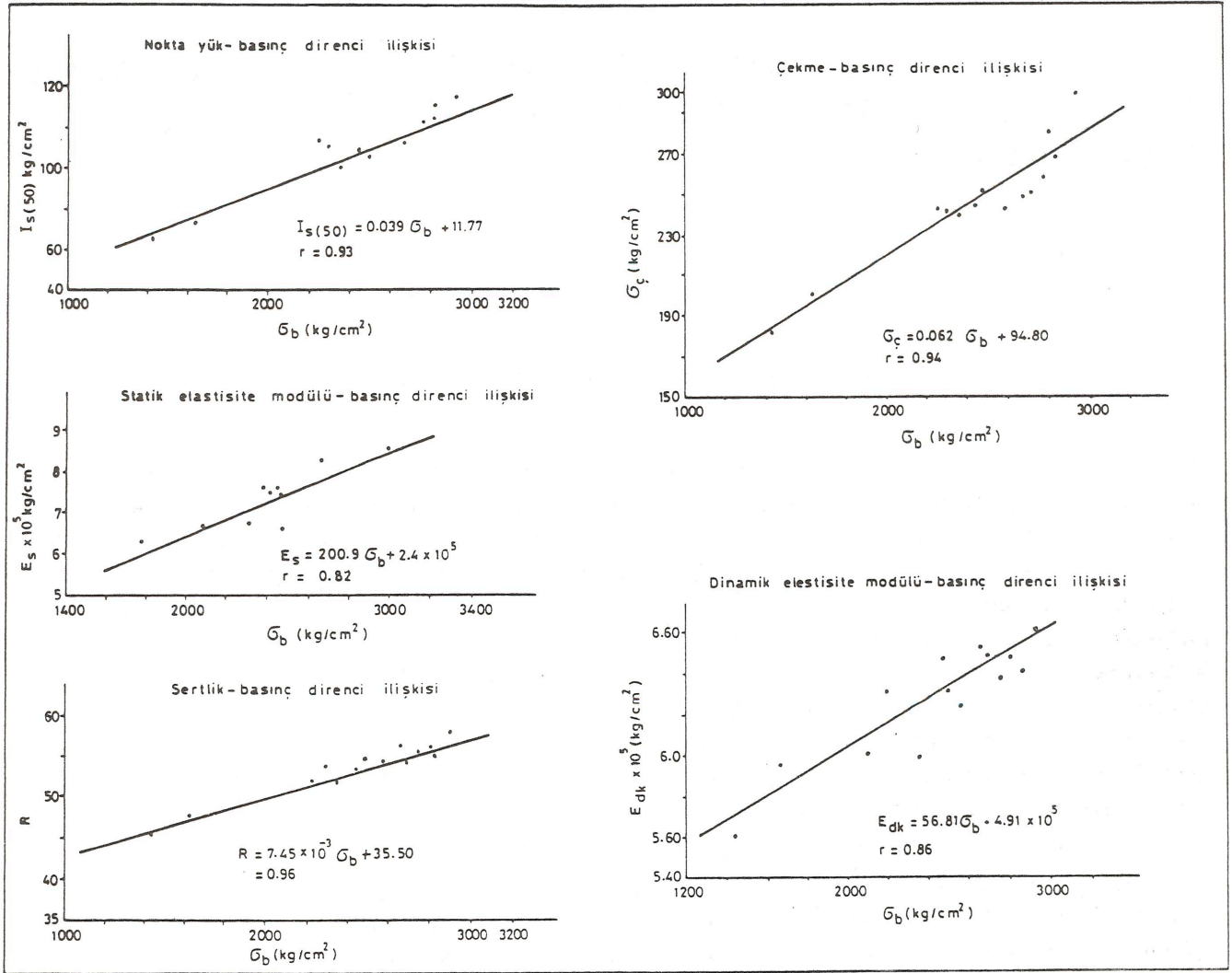
Deere, D.U., 1968, Geological considerations. Rock Mech. in Engng. practise. Wiley, 1-20, London, İngiltere.

DSİ, XXII. Bölge Müdürlüğü, 1984, Of-Solaklı Projesi, Çambaşı barajı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu (yayınlanmamış), Trabzon.

Erguvanlı, K., 1980, Kayaçların sertlikleri, saptama.

Şekil 5 Metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri arasındaki ilişkiler.

Figure 5 Relations between physical, mechanical and elastic properties of the metabasalt.



ma yöntemleri ve mühendislikte önemi. Müh. Jeol. Bül. S. 3, 2-6, İstanbul.

Lama, R.D. ve Vutukuri, V.S., 1978, Handbook on Mechanical Properties of Rocks. Vol. IV, Trans, Tech. Publ. Clausthal., 266.

Mogilevskaya, E.S., 1974, Morfology of joint surfaces in rock and its importance for engineering geological examination of dam foundations. The all-Union Scientific Research Institute of hydraulic engineering (VNIIG), Leningrad. Rusya.

Piteau, R.D., 1973, Characterizing and extrapolating rock joint properties in engineering practice. Rock Mech. Suppl. 2, 5-31.

Priest, S.D. ve Hudson, A.J., 1976, Discontinuity spacing in rock. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr. Vol. 13, 135-148.

TSE., Doğal yapı taşlarının muayene ve deney metodları. TS 699/Mart/1978. UDK. 691.2, Ankara.

TSE., Kayaçların tek eksenli basma dayanımlarının tayini. UDK 622.02, Ankara, 1975.

TSE., Kayaçların üç eksenli basma dayanımlarının tayini. UDK 622.02, Ankara, 1975.

TSE., Kayaçların elastisite modülünün ve Poisson oranının tek eksenli basma deneyi ile tayini. UDK 622.02, Ankara, 1975.

Türk, N., 1986, Nokta yükleme deneyi sonuçlarını değerlendirmek için önerilen yeni bir yöntem. Müh. Jeol. Bül. S. 9, İstanbul.

Youash, Y.Y., 1970, Dinamic physical properties of rock. Part-1, Theory and Producure. Proc. 2nd Cong. Int. Soc. Rock Mech. 171-183, Belgrade.