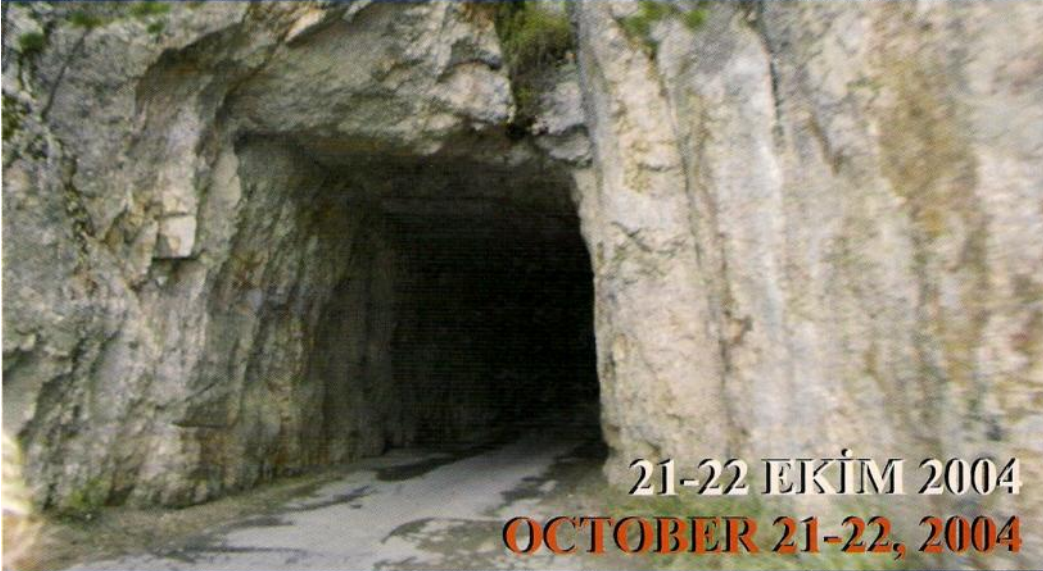


KAYAMEK'2004

VII. BÖLGESEL KAYA MEKANİĞİ SEMPOZYUMU

ROCKMEC'2004

VIITH REGIONAL ROCK MECHANICS SYMPOSIUM



21-22 EKİM 2004

OCTOBER 21-22, 2004



CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
CUMHURİYET UNIVERSITY



TÜRK ULUSAL KAYA MEKANİĞİ DERNEĞİ
TURKISH NATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS

EDİTÖRLER / EDITORS

A. Ceylanoğlu & B. Erdem

SİVAS / TÜRKİYE

Liman dolgusunda kullanılacak Pliyo-Kuvaterner bazaltların (Yumurtalık-Adana) fiziko-mekanik özelliklerinin incelenmesi

Physico-mechanical properties of Plio-Quaternary basalts (Yumurtalık-Adana) in causeway construction

A. Acar & İ. Dinçer

Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Adana

H. Taga

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mersin

ÖZET: Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Petrol Boru hattının Yumurtalık (Ceyhan-Adana) liman yapımında dolgu ve rip-rap malzemesi olarak kullanılacak olan Pliyo-Kuvaterner yaşlı olivinli-alkali bazaltların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bazalt ocakları liman sahası içerisinde yer almaktadır.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları ile aynı mineralojik yapıdaki alkali bazaltlar, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre ayrılmış ve ayrılmamış olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Bazaltların yoğunluk, doğal birim hacim ağırlık, yıpranma dayanıklılığı, tek eksenli basınç dayanımı, su emme, porozite ve boşluk oranları belirleme deneyleri ISRM (1981)'e göre; incelik, darbe ve parçalanma testleri BS812 (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Bazaltlar üzerinde kuru ve suya doygun olarak gerçekleştirilen tek eksenli basınç değerleri arasında ayrılmış bazaltlarda %25, ayrılmamış bazaltlarda ise %10 oranında bir düşme gözlenmiştir. BS5930 (1981)'e göre ayrılmış bazaltlar 4-5 sınıflarıyla, ayrılmamış bazaltlar ise 2-3 sınıflarıyla tanımlanmaktadır. Petrografik çalışmalar ile olivinlerin çevresinde ayrışma kriteri olarak belirlenen iddingsitleşme, ayrışma artıkça kalınlaşmaktadır. Fe ve Mg'ca zengin bu kısımlar zamanla suya karşı oldukça duyarlı montmorillonit gurubu kil minerallerine dönüşmektedir. Bu özellikteki malzemeler liman dolgularında kullanıldığı zaman duraylılık açısından sorun yaratacaktır.

ABSTRACT: Physical and chemical properties of olivine-alkali Plio-Quaternary basalts have been examined for the proposed hydraulic scour, rip-rap materials and rock fill of the causeway construction of the Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Pipeline Project at the Yumurtalık (Ceyhan-Adana). Basalt quarries are located in the project area.

Based on the field and laboratory works, alkali basalts with the same mineralogical composition were divided into two groups as weathered and unweathered, considering physical and chemical properties. Testing methods of density, natural unit weight, slake durability, uniaxial compression strength, water absorption, porosity and void ratio were applied as described in ISRM (1981) and aggregate finest and impact values were determined accordance to BS 812 (1990). Dry and saturated uniaxial compression strength values indicate that 25 % lower values in weathered basalts and 10 % in unweathered basalts. Weathered basalts can be characterised by the 4 and 5 degrees whereas unweathered part is in the 2 and 3 degrees of BS 5930 (1981). Petrographical examination indicates that the thickness of the iddingsite at the edges of the olivine crystals increases with increasing in weathering degree. These Fe and Mg rich weathered parts change into montmorillonite type clay minerals by the time that can be easily reacted with water. Weathered basalts would be instable if they use in the causeway construction as rock fill material.

1 GİRİŞ

Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı Projesi Azerbaycan'da üretilen ham petrolün 1774 km (Türkiye kesimi 1074 km) uzunluğundaki boru hattı ile Gürcistan üzerinden Ceyhan'da inşa edilecek bir deniz terminaline, buradan da tankerlerle dünya pazarlarına ulaştırılmasını amaçlamaktadır (Şek. 1). Bu çalışma ile Ceyhan-Yumurtalık'taki Liman sahasında yer alan Pliyo-Kuvaterner yaşlı olivinli

alkali bazaltların (Kozlu 1987; Yılmaz vd. 1988; Karig & Kozlu 1990; Yılmaz 1990; Notsu vd. 1995; Parlak vd. 1997; Polat vd. 1997; Yurtmen vd. 2002; Robertson vd. 2004) liman inşaatında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bazaltlar liman ve benzeri mühendislik projelerinde rip-rap malzemesi, çimento agregası ve doğal yapı taşı olarak kullanılmaktadır (Marsal & Arellano 1967; Higgs 1976; Postacıoğlu 1987; Fookes vd. 1988; Özturan

& Çeçen 1997; McNally 1998; Poitevin 1999; Çetin vd. 2000).

İnceleme alanı yakın mesafede yer alan taş ocağından ve liman sahasından derlenen blok örnekler üzerinde petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra standart agrega deneyleri ile basaltların liman dolgu maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Örneklerden öncelikle petrografik incelemeler için ince kesit örnekleri hazırlanmış, kimyasal analizler ve fiziksel deneylerde kullanılmak üzere aynı örneklerin bir kısmı öğütülmüştür. Bazaltların jeoteknik parametrelerinin belirlenmesi için bloklardan karot örnekleri (BX ve NQ) alınmış ve ISRM (1981)'e göre deneyler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bloklar çeneli kırıcı aleti ile 6.3-10 mm ve 10-14 mm tane boyu aralığında kırılarak agrega deneylerinden incelik, darbe ve parçalanma testleri BS 812 (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir.

Liman sahası içerisinde yer alan Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltlar petrografik ve jeoteknik çalışmalar sonucunda ayrılmış ve ayrılmamış olmak üzere iki guruba ayrılmış; ayrılmamış bazaltların liman dolgu (çekirdek ve rip-rap) malzemesi olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

2 BAZALTLARIN JEOLJİSİ

Pliyo-Kuvaterner yaşlı olivinli bazaltlar Afrika-Asya kıtalarının karşılaştıkları güney doğu Türkiye'de yer almaktadır. Kuzey doğu-güney batı uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı fay sisteminde gelişen bu volkanik aktivite Maraş üçlü eklem sistemi olarak adlandırılan Afrika, Arabistan ve Anadolu levhalarının çarpışması sonucu oluşmuştur. Aglomera ve tuf ara katkılı sütunsal bu karasal bazaltlar ana fayların doğrultusu boyunca meydana gelen volkanik aktivitelerle oluşmuşlardır (Parlak vd. 1997).



Şekil 1 Çalışma alanı yer bulduru haritası

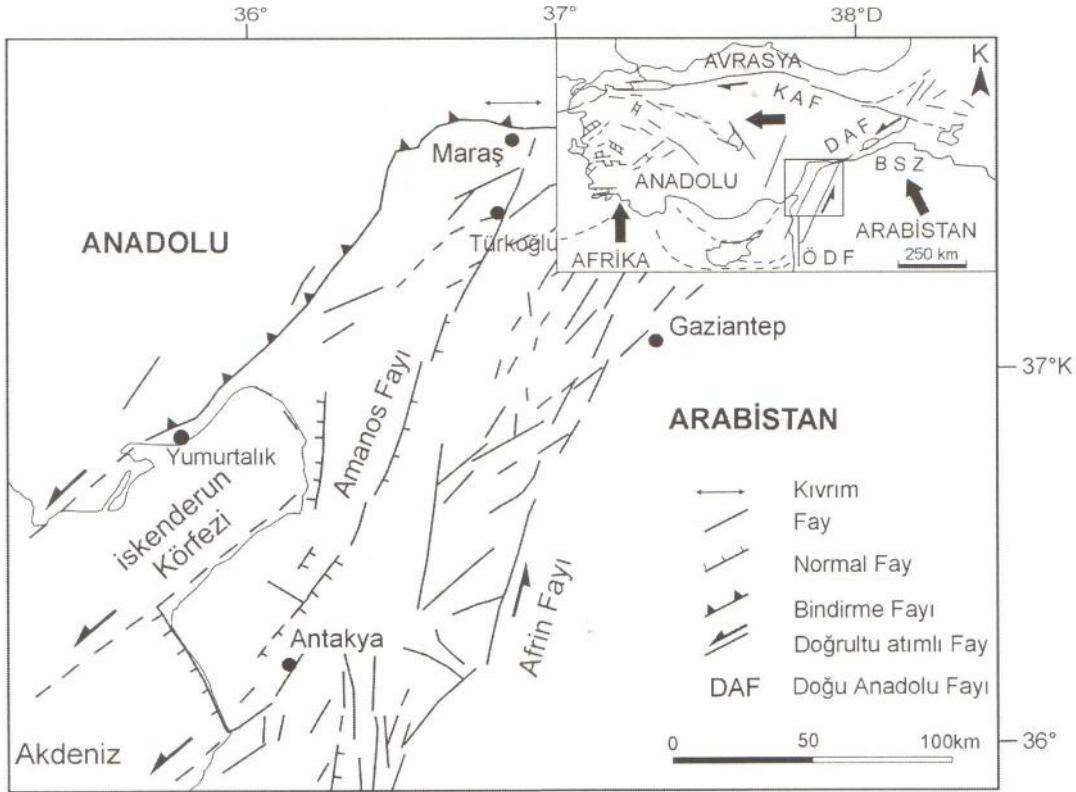
Misis yüklenimi ile birbirinden ayrılan Adana ve İskenderun basenlerinden oluşan Çukurova basen kompleksi Toros Kuşağından Göksu sol yönlü doğrultu atımlı fayı ve Yumurtalık bindirme fayı ile ayrılmıştır (Kelling vd. 1987; Kozlu 1987). Basenin gelişimi, Afrika-Arabistan ve Anadolu plakalarının çarpışması ile oluşan Maraş üçlü eklem sistemindeki kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı doğrultu atımlı faylarla kontrol edilmektedir (Kelling vd. 1987; Kozlu 1987; Yılmaz vd. 1988; Karig & Kozlu 1990).

Geç Pliyosen-Messiniyen sonu zaman aralığında, Misis-Andırın kuşağı İskenderun Havzasındaki Miyosen sedimanları üzerine Yumurtalık fayı boyunca bindirmiştir (Yürür & Chorowicz 1998) (Şek. 2).

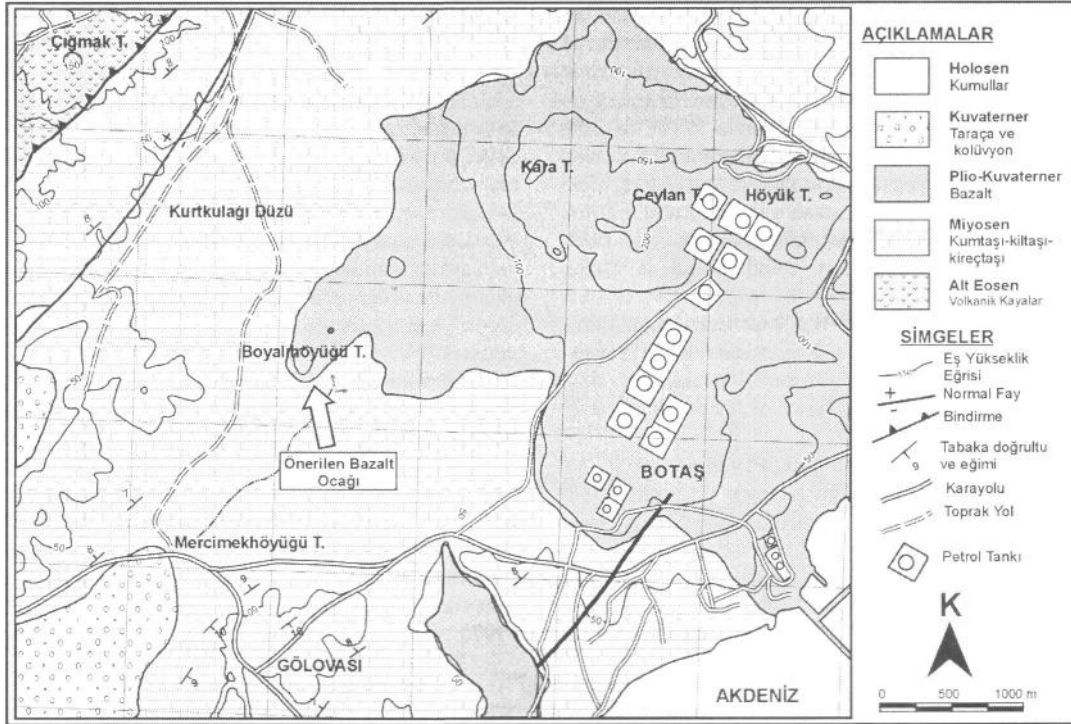
Kozlu (1987), Yumurtalık Fayının bölgede Alt Miyosen çökelişini kontrol eden doğrultu atımlı eski bir fayın Üst Miyosen sonunda sıkışma tektoniği ile bindirme karakteri kazandığını ve Üst Pliyosen sonrası bölgede etkin olan gerilmeli tektonik rejimle tekrar aktivite kazandığını belirtmiştir. Bindirme doğrultusuna paralel uzanan

Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltlar, fay zone bölgesindeki gerilmeli derin kırıklardan çıkmış ve Geç Pliyosen-Kuvaterner zaman aralığında karasal sedimanları örtmüştür (Kozlu 1987; Karig & Kozlu 1990) (Şek. 3). Yüzeyle oldukça ayrışmış ve bol gözenekli olan bu volkanik kayaçlar aglomera ve tüf ara katkılı bazalt akıntılarından oluşmaktadır. Derinlere inildikçe ayrışma azalmakta ve masif bir yapı kazanmaktadır.

Boyalıhöyüğü Tepe (Adana-Yumurtalık) güneyinde açılan ocaktan sağlanacak bazaltlar liman dolgu (çekirdek ve rip-rap) malzemesi olarak kullanılacak olup alkali olivin ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) karakterindedirler. Bunlar yüksek titanyum (TiO_2) ve (SiO_2) içeriğine sahiptirler. Yüksek klinopiroksen içeriği de bu alkali özelliği sebep olmaktadır. Tektonik ortam ayırtman diyagramlarında kullanılan ana ve iz element jeokimyasına göre bu volkanik kayalar plaka içi bazaltik ortamlarda gelişmiş olmalıdır. Nadir toprak element (REE) jeokimyasına göre hafif REE zenginleşmesi tipik kıta içi alkan bazaltik volkanizmayı göstermektedir (Parlak vd. 1997).



Şekil 2 Çalışma alanı tektonik haritası (Yürür & Chorowicz 1998)



Şekil 3 Çalışma alanı jeolojik haritası (Kozlu 1987'den değiştirilerek)

3 BAZALTLARIN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Koyu gri renkli, demir ve magnezyumca zengin ve düşük silis içerikli magmatik bir kayaç olan bazalt; oluşum ortamına ve soğuma hızına bağlı olarak masif ve boşluklu olarak bulunabilmektedir. Çalışma alanındaki bazaltlar yüzeyde ve yüzeye yakın kesimlerde oldukça fazla gaz boşluğu içermekte olup yer yer cüruf dokusu kazanmaktadır. Yüzeyden derinlere doğru gidildikçe gaz boşlukları azalmakta ve masif görümlü tabakalı bazaltlara geçilmektedir. Bu kesimlerde olivin fenokristalleri gözle ayırt edilebilmektedir. Bu bazaltların mineralojik ve petrografik özellikleri sistematik olarak alınmış örneklerin ince kesit çalışmaları ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Polarizen mikroskobu ile gerçekleştirilen çalışmalar ile bazaltların mineralojik bileşimi, yapısı ve dokusu, gözenekleri, kristal ve matris oranları ile ayrışma derecesi belirlenmiştir (Şek. 4).

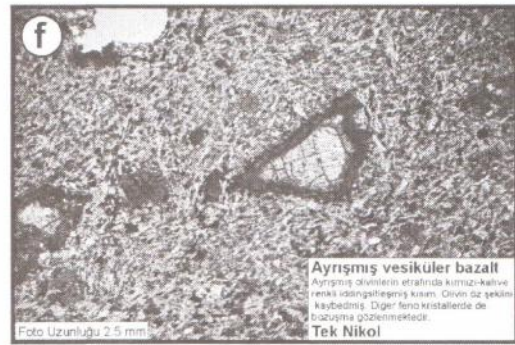
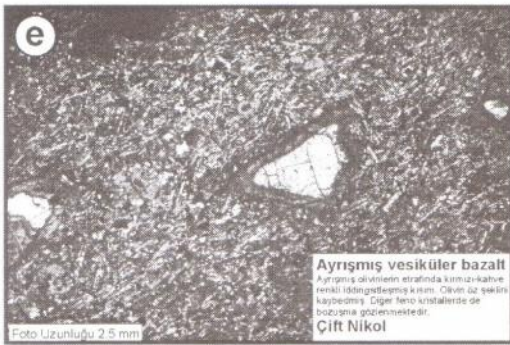
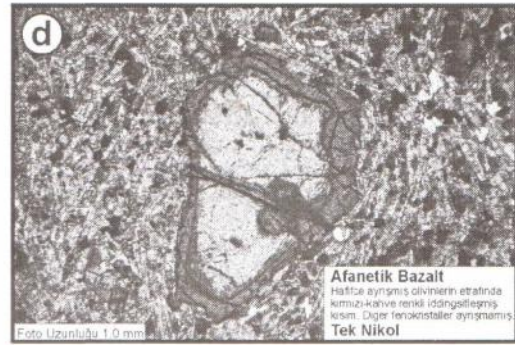
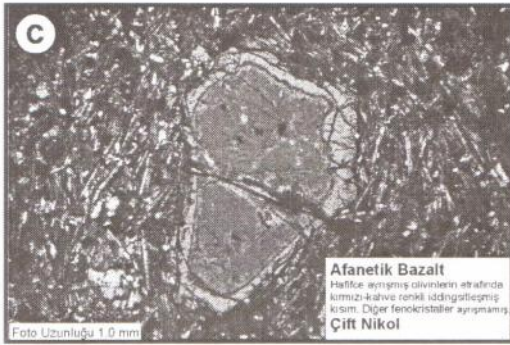
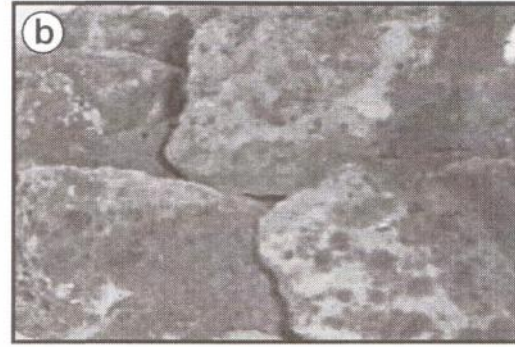
Bazaltlar ince taneli kristallerden oluşan matris içinde olivin, piroksen veya feldispat minerallerinden oluşan feno kristallerin bulunduğu porfirik dokuya sahiptirler. Olivin ve piroksen

mineralleri bazaltlarda bulunan en önemli feno kristalleri oluşturmalarına rağmen plajiyoklas (feldispat) mineralleri de yaygındır. Bazaltlar kimyasal ve petrografik özelliklerine göre toelitik ve alkali bazaltlar olmak üzere iki ana guruba ayrılmaktadırlar. Toelitik bazaltlarda plajiyoklaslarla beraber piroksenlerden ojit, pişonit veya hipersten yer almakta olup dağ kuşaklarında oluşurlar. Alkali bazaltlar ise olivin ((Mg,Fe)₂SiO₄) ve piroksen diopsit veya titanca zengin ojitten oluşup okyanus sırtlarında ve dağ kuşaklarının ön ve arka yüzlerinde meydana gelirler. Çalışma alanındaki olivinli alkali karakterli bazaltlar mikrolitik-porfirik yapıya sahiptirler. Fenokristaller halinde yer alan öz şekilli olivinlerin boyutları 0,3-2,6 mm arasında değişmektedir (Parlak vd. 1997).

Taneler arasında yer alan hamur maddesi kloro piroksen ve plajiyoklaslardan oluşmaktadır. Aynı mineralojik yapıya sahip bu olivinli alkali bazaltlar kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından ayrışmış ve ayrışmamış olmak üzere iki ana guruba ayrılmışlardır. Ayrışmış bazaltlar (Derece 3 ve 4; FitzPatrick 1993) gözenekli bir yapıya sahip olup renkleri kahverengiye dönüşmüştür. Yapısında yer alan olivin kristallerin etrafında oldukça kalın

kırmızı-kahve renkli iddingsitleşme olarak adlandırılan yapılar gelişmiştir. Bu iddingsitleşmiş zonun kalınlığı arttıkça ayrışmanın derecesi de artmaktadır. Bazı olivinlerin merkezinde alterasyon sonucu oluşmuş demiroksit mineralleri yer almaktadır. Matris içinde yer alan diğer fenokristallerde ayrışma gözlenmemektedir. Bu ayrışmış bazaltların boşluklarında da ikincil olarak

oluşmuş kalsit kristalleri yer almaktadır. Ayrışmamış bazaltlar ise (Derece 1 ve 2; FitzPatrick 1993) masif bir görünüme sahip olup siyah renktedirler. Bunlarda da olivinlerin etrafında ince bir zon halinde iddingsitleşmiş kısım bulunmasına rağmen olivinler öz şekillerini korumuşlardır (Şek. 4).



Şekil 4 Bazaltların makro ve ince kesit görünümleri (a: ayrışmamış, b: ayrışmış, c: ayrışmış çift nikol, d: ayrışmış tek nikol, e: ayrışmamış çift nikol, f: ayrışmamış tek nikol)

Polarizen mikroskobu ile gerçekleştirilen çalışmalarda iddingsitleşmiş zonun etrafında açık yeşil renkli kısımlar montmorillonit (nantronit) gurubu kil minerallerine dönüştüğü düşünülmektedir. Nantronitler, demirli montmorillonitlerdeki Al'nin yerini Fe³⁺ alması ile oluşmuştur (Berry vd. 1983). Türkiye'nin en büyük, dünyanın dördüncü büyük dolgu barajı olan Atatürk Barajında, rip-rap malzemesi olarak kullanılan bazaltlarda yer alan olivinlerdeki ayrılmış zon montmorillit gurubu kil minerallerine dönüşmüştür (Çetin vd. 2000).

4 BAZALTLARIN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İncelemeye konu olan bazaltlar BS 5930 (1981) ayrışma profiline göre değerlendirilmiştir. Bu abağa göre ayrılmamış bazaltlar 2. ve 3. sınıflarda; ayrılmış bazaltlar ise 4. ve 5. sınıflarda temsil edilmektedir (Şek. 5).

Bazaltların liman inşasında rip-rap ve dolgu malzemesi olarak kullanılabilmesi için standartlarla belirlenmiş şartları sağlaması gerekmektedir. Bu amaçla araziden alınan örnekler üzerinde ISRM (1981)'e göre deneyler yapılmıştır (Çizelge 1). Sadece suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi bire adet örnek için yapılmıştır.

Kayacın mekanik özellikleri ile yakından ilişkili olan kuru birim hacim ağırlıkları (Shakoor vd. 1982; Cargill 1989), ayrılmış bazaltlarda azalmaktadır. Ayrılmış bazaltlarda ağırlıkça su emme %0,88 iken bu oran ayrılmamış bazaltlarda %0,7'dir. Kayada yer alan boşluklar bütünlüğü bozmakta ve kayacın mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Sürekli su ile etkileşim içinde olacak olan bu kayalardaki hacimsel deformasyonlar poroziteyle yakından ilişkili olup ayrılmamış bazalttaki porozite oranı ise en fazla % 2'dir. Bell (1998)'e göre ise kayaların poroziteleri agregaların kırılma dayanımlarını yakından etkilemektedir.

Bir kayacın tek eksenli sıkışma dayanım değeri; kayacın dokusuna, mineralojik yapısına, boşluk oranına, birim ağırlık vb. fiziksel özellikleri ile ilişkilidir. Liman inşasında rip-rap ve dolgu malzemesi olarak kullanılması düşünülen bazaltlar üzerinde ISRM (1981)'e göre tek eksenli sıkışma dayanımı deneyi kuru ve suya doymun olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrılmış olarak tanımlanan boşluklu bazaltlarda suya doymun tek eksenli sıkışma dayanımı değerinde %25'lere varan bir düşme belirlenmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerine göre ayrılmamış bazaltlar da ise dayanım değerinin çok az değiştiği tespit edilmiş ve bu malzemenin liman inşasında rip-rap ve dolgu

malzemesi olarak kullanılabilceği kararına ulaşılmıştır (Smith 1999).

Bazaltlar üzerinde agrega deneylerinin yapılabilmesi için araziden derlenen bloklar laboratuarda çeneli kırıcı ile kırılarak kırmataş elde edilmiştir. Deneyler BS 812 (1990) esas alınarak bu kırmataşlar üzerinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2).

Ayrılmış ve ayrılmamış bazaltlar üzerinde gerçekleştirilen agrega deney sonuçları ile ayrılmamış (sağlam) bazaltların liman dolgusunda kullanılabilcekleri tespit edilmiştir.






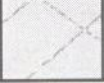
5 TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Pliyo-Kuvaterner bazaltları üzerinde yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucu Boyalıhöyüğü Tepe bazalt ocağından sağlanan ayrılmamış bazaltlar liman inşasında rip-rap ve dolgu malzemesi olarak kullanılabilcek özelliktedir.

Bazaltlar üzerinde yapılan ayrıntılı petrografik incelemeler sonucunda olivin minerallerinin etrafında yer alan iddingsitleşmiş zonun kalınlığının ayrışma derecesi ile yakından ilişkili olduğu gözlenmiştir. Bu iddingsitleşmiş kısımlar zamanla suya hassas nantronit gurubu kil minerallerine dönüşebilecek niteliktedir.

Bazaltlar üzerinde kuru ve suya doymun olarak gerçekleştirilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri arasında ayrılmış bazaltlarda %23,14, ayrılmamış bazaltlarda ise %2,30 oranında bir düşme saptanmıştır. Ayrılmış bazaltların tüm indeks özellikleri sağlam bazalta göre daha düşük değerler göstermektedir.

Gerçekleştirilen petrografik ve mekanik deneylerle beraber yapılan arazi çalışmaları sonucu ayrılmış bazaltların yüzey ve yüzeye yakın kısımlarda; sağlam (masif) bazaltların ise yüzeyden 4-5 m derinlikten itibaren yer aldığı gözlenmiştir. Bundan dolayı limanda dolgu malzemesi olarak derinlerde yer alan ayrılmamış masif bazaltlar kullanılabilcekleri bu çalışma ile belirlenmiştir. Standartlara uygun olarak yapılan deneyler sonucunda, limanın aktif ömrü boyunca masif bazaltlarda olumsuzluk yaratacak herhangi bir ayrışma beklenmemektedir.

DERECE	G Ö R Ü N Ü M v e T A N I M L A M A	% KAYA İÇERİĞİ	
6		Yerinde Ayrışma ile oluşmuş zemin: Tüm kaya kütleleri zemine dönüşmüştür. Kütle yapısı ve malzeme dokusu bozulmuştur. Hacminde büyük değişiklikler oluşmuş, fakat taşınmamıştır.	KALINTI TOPRAK % 0 KAYA
5		Zeminle beraber ana kaya: Tüm kaya kütleleri bozulmuş ve/veya zemin içerisinde yüzer durumda yer almaktadır.	TAMAMIYLA AYRIŞMIŞ %30'dan DAHA AZI KAYA
4		Zayıf kaliteli kaya kütleleri: Kaya kütlelerinin yarısından fazlası bozulmuş veya zemin içerisinde yüzer durumdadır. Taze veya rengi bozulmuş kayanın yanında devamlılığı olan ayrılmış kısımlar mevcuttur.	OLDUKÇA AYRIŞMIŞ %30 - %50 ARASI KAYA
3		Orta derece kaliteli kaya kütleleri: Kaya kütlelerinin yarısından daha az kısmı bozulmuş veya zemin içine girmiş durumdadır. Taze veya rengi bozulmuş kayanın yanında devamlılığı olan ayrılmış kısımlar mevcuttur.	ORTA DEREEDE AYRIŞMIŞ %50 - %90 KAYA
2		İyi kaliteli kaya kütleleri: Renk bozulması kaya malzemesinin veya süreksizlik yüzeyinin ayrışma belirticidir. Tüm kaya kütlelerinin rengi ayrışma ile bozulmuş olabilir.	AZ AYRIŞMIŞ %90'dan FAZLA KAYA
1		Oldukça iyi kaliteli kaya kütleleri: Kaya malzemesinde gözle görülür ayrışma belirtisi yoktur. Belki ana süreksizlik yüzeylerinde ve birbirine kenetlenmiş eklem yüzeylerinde renk bozulması mevcuttur.	TAZE KAYA %100 KAYA

Şekil 5 Kaya kütlelerinin BS 5930 (1981)'a göre ayrışma derecesi abağı

Çizelge 1 Bazaltların indeks özellikleri ile tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri

Deney Adı	Ayrılmış Bazalt				Ayrılmamış Bazalt			
	Min.	Mak.	Ort.	Std Sapma	Min.	Mak.	Ort.	Std Sapma
Birim Hacim Ağırlık, γ (kN/m ³)	25,65	26,87	26,42	0,44	24,34	27,29	26,85	0,90
Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi, I_d %	--	--	94,59	--	--	--	98,19	--
Ağırlıkça Su Emme (%)	0,71	1,10	0,88	0,12	0,28	0,93	0,70	0,18
Hacimce Su Emme (%)	1,84	2,98	2,39	0,37	0,76	2,59	1,93	0,59
Porozite, n (%)	-	-	-	--	0,76	2,59	1,93	0,59
Boşluk Oranı, e (%)	-	-	-	--	0,01	0,03	0,02	0,01
Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı, σ_c (Kuru), (MPa)	35,55	49,62	40,75	5,14	39,08	57,56	47,32	6,70
Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı, σ_c (Doymun), (MPa)	28,24	34,65	31,32	2,41	31,10	55,80	46,23	7,57

Çizelge 2 Bazaltlarda gerçekleştirilen agrega deneyleri

Deney Adı	Ayrılmış Bazalt				Ayrılmamış Bazalt				Sınır Değer (BS 812)
	Min.	Mak.	Ort.	Std Sapma	Min.	Mak.	Ort.	Std Sapma	
Don Kaybı, %	0,90	1,27	1,02	0,12	0,25	0,91	0,59	0,27	<12
Agrega Darbe Dayanımı, AIV %	14,57	25,79	18,26	3,81	14,53	21,76	18,30	2,53	<24
Agrega İncelik Deneyi, %	12,71	20,19	14,59	2,55	9,89	11,23	10,68	0,51	<15
% İncelik Değeri, TVF (kN)	153	262	183,2	32,88	169	260	212,6	28,80	>100

KAYNAKLAR

- Bell F.G. 1998. *Engineering Geology*. London: Blackwell Science, Third Edition.
- Berry L.G., Mason, B. & Dietrich, R.H. 1983. *Mineralogy*. New York: W.H. Freeman and Company.
- BS 5930. 1981. *Code of Practice for Site Investigation*. London: British Standards Institution.
- BS 812. 1984-1995. *Testing aggregates*. London: British Standards Institution.
- Cargill J.S. 1989. *Evaluation of Empirical Methods of Measuring the Uniaxial Compressive Strength of Geology*. Kent, OH: Kent State University. 80p.
- Çetin H., Laman M. & Ertunç, A. 2000. Settlement and slaking problems in the world's fourth largest rock-fill dam, the Atatürk Dam in Turkey. *Engineering Geology*, 56, 225-242.
- FitzPatrick E.A. 1993. *Soil Microscopy and Micromorphology*. Chichester: Wiley.
- Fookes P.G., Gourley C.S. & Ohikere C. 1988. Rock weathering in engineering time. *Q. J. Eng. Geol.*, 21, 33-57.
- Higgs N.B. 1976. Slaking basalts. *Bull. Assoc. Eng. Geol.*, 13 (2): 151-162.
- ISRM. 1981. *Rock characterisation, testing and monitoring- ISRM suggested methods*. Oxford: Pergamon.
- Karig D.E. & Kozlu H. (1990). Late Palaeogene evolution of the triple junction regime near Maraş south-central Turkey. *Journal of the Geological Society*, 147: 1023-1034.
- Kelling G., Gökçen S.L., Floyd P.A. & Gökçen N. 1987. Neogene tectonics and plate convergence in the Eastern Mediterranean: new data from southern Turkey. *Geology*, 15: 425-429.
- Kozlu H. 1987. Misis-Andırın Dolaylarının Stratigrafisi ve Yapısal Evrimi, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*: 104-116.
- Marsal R.J. & Arellano L.R. 1967. Performance of El Infiernillo dam 1963-1966. *J. Soil Mech. Foundations Div., Proc., of ASCE 93*.SM4: 295-328.
- McNally G.H. 1998. *Soil and rock construction materials*. London and New York: First published, E and FN spon.
- Notsu K., Fujitani T., Ui T., Matsuda J. & Ercan, T. 1995. Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 64: 171-192.
- Parlak O., Kozlu H., Demirkol C. & Delaloye M. 1997. Intracontinental Plio-Quaternary volcanism along the African-Anatolian plate boundary, Southern Turkey. *Ofioliti*, 22: 111-117.
- Poitevin P. 1999. Limestone aggregate concrete, usefulness and durability. *Cement and Concrete Composites*, 21: 89-97.
- Polat A., Kerrich R. & Casey, J.F. 1997. Geochemistry of Quaternary basalts erupted along the East Anatolian and Dead Sea Fault zones of southern Turkey: implications for mantle sources. *Lithos*, 40: 55-68.
- Postacıoğlu B. 1987. *Beton Bağlayıcı Maddeler, Agregalar. Beton*. İstanbul: Teknik Kitaplar Yayınevi Cilt 2.
- Robertson A., Ünlügenç U.C., İnan N. & Taşlı K. 2004. The Misis-Andırın Complex: a Mid-Tertiary melange related to late-stage subduction of the Southern Neotethys in S Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 22: 413-453.
- Shakoor A., West T.R. & Scholer C.F. 1982. Physical characteristics of some Indiana Argillaceous carbonates regarding their freeze-thaw resistance in concrete. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, Vol.19, No.4: 371-384.
- Smith M.R. (Ed.). 1999. *Stone: Building Stone, Rock Fill and Armourstone in Construction*. London: Geological Society Engineering Geology Group Special Publication, Vol. 161.
- Özturan T. & Çeçen C. 1997. Effect of coarse aggregate type on mechanical properties of concretes with different strengths. *Cement and Concrete Research*, 27, 2: 165-170.
- Yılmaz Y., Gürpınar O. & Yiğitbaş, E., 1988. Amanos Dağları ve Maraş Dolaylarında Miyosen Havzalarının Tektonik Evrimi. *Petrol Jeologları Dergisi Bülteni*, 1: 52-72.
- Yılmaz Y., 1990. Comparison of young volcanic associations of western and eastern Anatolia formed under a compressional regime: a review. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44: 69-87.
- Yurtmen S., Guillou H., Westaway R., Rowbotham G. & Tatar O. 2002. Rate of strike-slip motion on the Amanos Fault (Karasu Valley, southern Turkey) constrained by K-Ar dating and geochemical analysis of Quaternary basalts. *Tectonophysics*, 344: 207-246.
- Yürür M.T. & Chorowicz J. 1998. Recent Volcanism, Tectonics and Plate Kinematics Near the Junction of the African, Arabian and Anatolian Plates in the Eastern Mediterranean. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85: 1-15.