

DENİZLİ VOLKANİTLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

Barış SEMİZ, Yahya ÖZPINAR, Hidayet DÖNMEZ

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı/Denizli

Geliş Tarihi : 26.04.2004

ÖZET

Bu çalışmada, Denizli il merkezi güneyinde yer alan, bazaltik trakiandezit bileşimli volkanik kayaların (Denizli Volkanitleri) mineralojik, petrografik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Araziden alınan örnekler üzerinde yapılan fiziksel ve mekanik testlerle de volkanik kayaların, gerek yapı sektöründe yapı taşı olarak ve gerekse de beton sektöründe agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. İncelenen örnekler üzerinde yapılan fiziksel ve mekanik testler sonucunda, birim hacim ağırlığı 2250-2960 kg/m³ arasında, su emme oranları % 0.06-0.4 arasında, görünür porozite % 0.15-10.22 arasında, tek eksenli basınç dayanımlarının ise 52.4-170.2 MPa arasında oldukları belirlenmiştir. Aynı örneklerden üretilen betonların 28 günlük basınç dayanımları ortalaması 94.44 MPa olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile mineralojik ve petrografik çalışmaların uyumlu olduğu ortaya çıkmıştır. Toplam 2750 milyon tonluk muhtemel rezerve sahip olan volkanikleri, bölgede üretilen kalker kökenli agregalara alternatif bir kayadır. Deprem açısından I. Derecede riskli olan bölgemizdeki inşaat sektörüne kazandırılması yüksek dayanımlı beton üretimi için önemli bir kazanç oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler : Bazaltik lav, Agrega, Yüksek dayanımlı beton

PROPERTIES OF DENİZLİ VOLCANICS AND POTENTIAL USING FOR CONCRETE PRODUCTION

ABSTRACT

In this study, mineralogical, petrographical and chemical properties of volcanic rocks (Denizli Volcanics) with basaltic trachyandesite composition which are located in southern of Denizli province have been investigated. Their physical and mechanical tests have been carried out on the samples to find out their performance both as an aggregate in concrete and as building stone in the construction sector. Unit weights, water absorption, porosity and uniaxial compressive strength of the tested samples are between 2250-2960 kg/m³, % 0.06-0.4, % 0.15-10.22 and 52.4-170.2 MPa, respectively. Average 28-day compressive strengths of the concrete are 94.44 MPa and the results fit the mineralogical and petrographical characteristics. There is a total of 2750 million ton probable reserve and it is an alternative aggregate to limestone which has already been produced in the region. High strength concrete production is vital for high quality construction especially in earthquake zones.

Key Words : Basaltic lava, Aggregate, High strength concrete

1. GİRİŞ

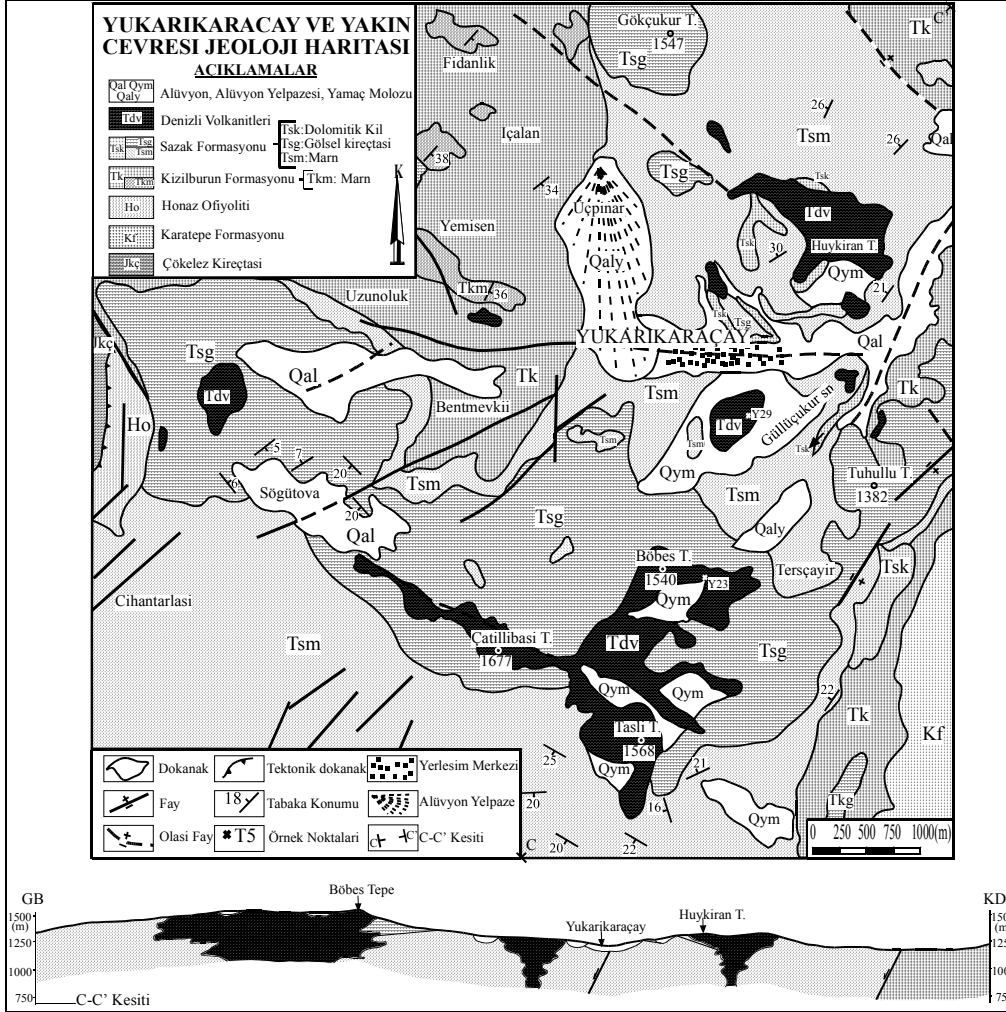
Andezit-bazalt - tuf gibi volkanik kayaların son yıllarda, cephe kaplaması, parke taşı, yapı taşı, taban

döşemesi, dolgu malzemesi ve beton üretiminde kullanımı hızla yaygınlaşmıştır. Bu kayaların ısı ve ses yalıtımına sahip olmalarının yanı sıra karbonatlı kayalara göre daha sert ve yüksek dayanımlı

özelliği gösteren Karatepe Formasyonu (Konak ve ark., 1990) ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı eksik dizi karakterli Honaz Ofiyoliti gelmektedir. Üzerlerine açısız uyumsuz olarak neojen yaşlı çökeller, en altta Üst Miyosen - Alt Pliyosen yaşlı Kızılburun Formasyonu ve Alt Pliyosen yaşlı Sazak Formasyonu (Şimşek, 1984) gelmektedir. Sazak Formasyonu üzerinde altta bulunan tüm birimleri keserek yüzeye ulaşan Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Denizli Volkanitleri (Ercan ve ark., 1983)

gelmektedir. Tüm bu birimler üzerine, açısız uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı çökeller gelmektedir (Şekil 2).

Çalışma alanındaki volkanitler ilk kez Ercan ve ark., 1983 tarafından adlandırılmıştır. Volkanitler, koyu gri, gri, kırmızımsı kahverengi renklerde lav, tüfit ve aglomeralardan oluşmaktadır. Denizli volkanitleri kendisinden yaşlı tüm birimleri keserek, fay kırıkları boyunca yüzeye çıkmışlardır (Semiz, 2003).



Şekil 2. Çalışma alanının Jeoloji haritası ve jeolojik kesiti (Semiz, 2003)

3. MİNERALOGİK-PETROGRAFİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLER

Arazi çalışmaları sırasında alınan lav örneklerin, dokusunu ve mineralojik bileşimlerini belirlemek amacıyla 50 adet ince kesit örnekleri hazırlanmış ve ince kesit örnekleri polarizan mikroskopta incelenmiştir.

3. 1. Mineralojik-Petrografik Özellikler

Lavlar arazide masif, kırıklı, akma yapı ve yer yer soğan kabuğu biçimli ayrışmalı bir yapıya sahiptir. Lavların taze yüzeyleri genelde koyu gri-gri renkli olup yer yer yeşilimsi renkli olarak izlenmişlerdir.

İnce kesitler üzerinde yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda lavlar, bazaltik trakiandezit

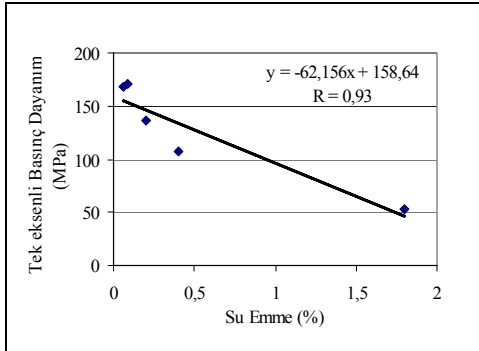
4. FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

Bazaltik trakiandezit örneklerin, fiziksel ve mekanik özellikleri TS 699'a göre yapılan laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir (Anon., 1987). Bu amaçla çalışma alanından alınan örnekler üzerinde birim hacim ağırlık, porozite, su emme ve basınç dayanımı deneyleri yapılmış ve deney sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Bazaltik trakiandezitin porozite değerleri % 0.15-10.22 arasında, tek eksenli basınç dayanımları 52.4-170.2 MPa arasında, birim hacim ağırlığı 2250-2960 kg/m³ arasında ve su emme oranları ise % 0.06-0.4 arasındadır.

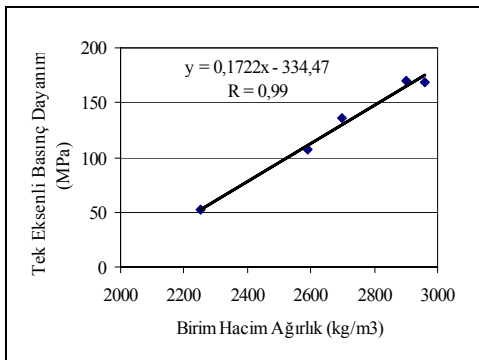
Bazaltik trakiandezit örneklerinin porozite değerlerine göre yapılan sınıflamada Y-5 numaralı örnek dışında "çok kompakt kaya" sınıfındadır (Tarhan, 1989). Tek eksenli basınç dayanımına göre ise Y-5 numaralı örnek dışında "yüksek dayanımlı kaya" sınıfında yer aldıkları tespit edilmiştir (Deer and Miller, 1966). Y-5 numaralı örnek ise porozite sınıflamasına göre "çok boşluklu kaya" ve tek eksenli basınç dayanımına göre ise "Orta dayanımlı kaya" sınıfındadır. Birim hacim ağırlığı ve su emme oranların tek eksenli basma dayanımları ile olan korelasyonu incelendiğinde doğrusal bir ilişki görülmektedir (Şekil 4a-b).

Tablo 3. Denizli Volkanitlerinin Fiziksel ve Mekanik Deney Sonuçları

Deneyin Adı	Fiziksel ve Mekanik Özellikler				
	Y-1	Y-2	Y-3	Y-4	Y-5
Örnek No					
Kuru Birim Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	2960	2900	2700	2590	2250
Görünür Porozite (%)	0.25	0.15	0.45	0.7	10.22
Su Emme (%)	0.06	0.09	0.20	0.4	1.8
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	168.5	170.2	136.0	107.6	52.4
Yapı	Çok Kompakt	Çok Kompakt	Çok Kompakt	Çok Kompakt	Çok Boşluklu



Şekil 4a. Bazaltik trakiandezit örneklerin tek eksenli basınç- Su emme ilişkileri



Şekil 4b. Bazaltik trakiandezit örneklerin tek eksenli basınç - birim hacim ağırlık ilişkileri

5. REZERV

Çalışma alanındaki bazaltik trakiandezit bileşimli kayalar Böbeş Tepe ve Huykırın Tepe de geniş yayılım göstermektedirler. Bu alanlardaki volkanitlerin yayılım alanları harita üzerinden planimetre ölçümleri sonucunda tespit edilmiştir. Volkanitlerin ortalama kalınlıkları jeolojik kesitlerden Böbeş Tepede 450 m ve Huykırın Tepede ise 250 m olarak belirlenmiştir. Bunun sonucunda olası rezerv aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$R = 878906250 \text{ (m}^3\text{)} \times 2680 \text{ (kg/m}^3\text{)} \\ = 2355 \text{ milyon ton (Böbeş Tepe bölgesi)}$$

$$R = 147656250 \text{ (m}^3\text{)} \times 2680 \text{ (kg/m}^3\text{)} \\ = 395 \text{ milyon ton (Huykırın Tepe bölgesi)}$$

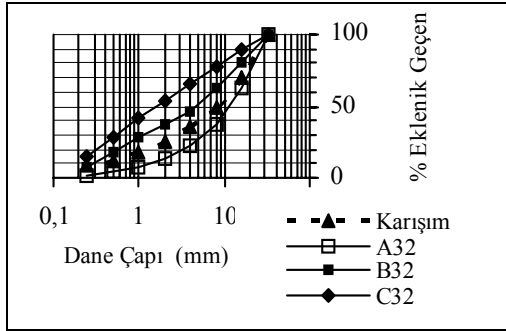
Bu bölge için ortaya konan toplam 2750 milyon tonluk olası rezerve sahip olduğu saptanmıştır.

6. BETON ÜRETİMİ

Arazi örneklerinin kırılması ile oluşturulan agregalardan üretilen betonların özellikleri aşağıda detaylı olarak verilmektedir.

6. 1. Malzemeler

Bu çalışmada elde edilen beton üretiminde bağlayıcı madde olarak PÇ 42.5 tipi çimento, karışım suyu olarak memba suyu ve hiper akışkanlaştırıcı katkı malzemesi olarak FMN25 (Viscosvertes), agrega olarak ise bazaltik trakiandezit kullanılmıştır. Tüm agrega deneyleri TS 706'ya göre yapılmıştır. Beton üretiminde kullanılan agreganın granülometri eğrisi Şekil 5'te verilmektedir. Elek analizi sonuçlarına göre oluşturulan granülometri eğrisi A₃₂-B₃₂ arasında kalmaktadır.



Şekil 5. Beton üretiminde kullanılan agrega elek analizi ve TS 706 sınır değerleri ile oluşturulan granülometri grafiği

6. 2. Beton Karışım Hesabı

Beton Karışım hesapları TS 802'ye göre yapılmıştır. Beton karışım hesabında elde edilen çimento, karışım suyu, agrega ve katkı miktarının uygunluğu için 20 dm³'lük ön karışım hazırlanmış ve hazırlanan bu karışımla deney yapılarak sonuçlar kontrol edilmiştir (Tablo 4). Betondaki su-çimento oranı için TS 802'ye göre beton standartlarının ortaya koyduğu çizelgelerden yararlanılmış ve bu çalışmada ağırlık esasına göre 0.30 olarak belirlenmiştir (Anon., 1985).

Ön karışım deney sonuçlarından elde edilen veriler ışığında hazırlanan beton karışımları 15 x 15 x 15 boyutundaki kalıplar içine konularak beton numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler 28 gün su içinde bekletildikten sonra normal havada kurutulmuştur. Daha sonra numunelerin tek eksenli basınç presi ile basınç deneyi gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan 5 küp numune üzerinde yapılan dayanım testleri Tablo 5'te verilmiştir. Dayanım sonuçlarına göre hazırlanan numunelerde ortalama 94.44 MPa'lık küp basınç dayanımları elde edilmiştir.

Tablo 4. Çalışma Alanındaki Volkanitlerin Beton Karışım Hesapları

Beton Karışım Hesabı										
Üretim Bilgileri		Granülometri Bilgileri								
Numune Tarihi	12/05/2001	Agrega Cinsi	Elekler (mm)							
Çimento Tipi	PÇ 42.5		32	16	8	4	2	1	0.5	0.25
Agrega	Y. Kara çay	Bazaltik Trakiandezit	100	70.71	50.00	35.36	25.00	17.68	12.50	8.84
D maks.	32 mm									
Kimyasal Katkı	Viscosvertes	TS 706 (%)	100	80	62	47	37	28	18	8
Beton İçin Hesaplanmış Malzeme Miktarları				Karışım Bilgileri						
Malzemeler	Özgül Ağırlık (kg/m ³)	1 m ³ Betondaki Miktar (Kg)	20 dm ³ ön Karışım miktarı (Kg)							
Çimento	3130	425	8.500	Hava Miktarı		% 2				
Karışım Suyu	1000	127.5	2.550	Çökme		20 cm				
İri Agrega	2680	1042	20.839	İncelik Modülü		4.80				
İnce Agrega	2680	858	17.156	W-C oranı		0.30				
Hava	0	0	0	Toplam Agr. Ağırlığı		1900 Kg				
Silis Dumanı	2000	37.6	0.751	Agrega Hacmi		0.718 m ³ *				
Katkı % 3	-	12.75	0.255	Baz. Trakian. Özgül Ağ.		2680				
TOPLAM	-	2502.85	50.051							

* Agreg a Hacmi: $1-(425/3.13)+(127.5/1.00)+(37.6/2.00)=0.718$ olarak bulunmuştur.

Tablo 5. Çalışma alanındaki Bazaltik Trakiandezit ve Mermer Agregalarla Hazırlanan Beton Örneklerinin Basınç Dayanımları (Semiz, 2003)

Numune No	Basınç Dayanımları (Mpa)	
	Bazalt	Mermer
1	96.0	83.6
2	92.9	81.8
3	95.2	82.9
4	92.0	83.3
5	96.1	81.8
Ortalama	94.44	82.7

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı bazaltik trakiandezitik lavların mineralojik-petrografik ve kimyasal özellikleri belirlenmiş, bunların gerek yapı sektöründe yapı taşı olarak ve gerekse de beton üretiminde agrega olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Mikroskobik incelemelerde örneklerin genellikle mikrolitik ve hiyalopilitik dokuda oldukları, az oranda piroksen, biyotit, amfibol ve plajiyoklas fenokristallerinden oluştuğu, kayacın önemli miktarda camsı faz ve mikrolitlerden oluşan matriksten meydana geldiği anlaşılmıştır. Tespit edilen fenokristallerin kayaç içinde yüzdelere oranı az olması ve önemli bir alterasyona uğramaması nedeniyle beton dayanımını olumsuz etkilemediği belirlenmiştir. Matrikstekki camsı faz miktarındaki fazlalık, çimento pastası ile tane arasındaki aderansı güçlendirdiği görülmüştür. Kırılan agregada “ince malzeme” genellikle camsı malzemeden oluştuğu, camsı malzemenin de çimentoda adeta katkı (tras) gibi davranarak çimento hamuruna iyileştirici etki yaptığı belirlenmiştir.

Kimyasal özellikler yönünden SiO₂ miktarına bağlı olarak yapılan sınıflamalarda bazik bileşimdedir. Alüminyum, potasyum ve kalsiyum oranlarının yüksek olduğu ve petrografik verilerle uyumlu olduğu anlaşılmıştır. Jeokimyasal verilere göre incelenen volkanitler alkalin karakterdedir. Volkanitlerin alkali karakterde olması, beton dayanımını artırıcı yönde katkı yaptığı sonucuna varılmıştır (Özpınar, 2002).

İncelenen örnekler üzerinde yapılan fiziksel ve mekanik testler sonucunda, birim hacim ağırlığı 2250-2960 kg/m³ arasında, su emme oranları % 0.06 - 0.4 arasında, görünür porozite değerleri incelendiğinde % 0.15 - 10.22 arasında oldukları

belirlenmiştir. Tek eksenli basınç dayanımlarının ise 52.4 - 170.2 MPa arasında oldukları tespit edilmiştir. Birim hacim ağırlığı ve su emme oranların tek eksenli basma dayanımları arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bazaltik trakiandezit agregalar porozite değerlerine göre “çok kompakt kaya”, Y-5 numaralı örnek ise % 10.22 oranı ile “çok boşluklu kaya” sınıfındadır. Tek eksenli basınç dayanımına göre “yüksek dayanımlı kaya” ve Y-5 numaralı örnek ise 52.4 MPa’lık basınç dayanımı ile orta dayanımlı kaya sınıfındadır. Boşluk ve gözenek içeren lavların arazide belirlenen yapısal özellikleri göz önüne alındığında gerek ocak işletmesi açısından ve gerekse de ocaktan çıktıktan sonra işleme kolaylığı nedeniyle yapı sektöründe kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bölgede daha çok Böbeş Tepe ve Huykırın Tepe de yayılım gösteren volkanitlerin toplam 2750 milyon tonluk olası rezervi vardır. Bu sahadaki lavların, beton üretiminde daha fazla rağbet edilen kalker kökenli agregalara alternatif bir agrega olarak beton sektörüne kazandırılmasının ekonomiye önemli katkı yapacağı düşünülmektedir.

Bazaltik Trakiandezit agregalardaki bazı örneklerde az oranda mikro ve makro boşluklara rastlanılmıştır. Mikro boşlukların kalsit dolgu ile dolduğu ve kırma esnasında ince malzemeye geçen kalsit miktarının hesaba katılmayacak kadar az olduğu belirlenmiştir. İri agregada yer yer benek şeklinde yer alan kalsit ise, çimento pastası ile kimyasal bağ oluşturmuştur. Bazaltik trakiandezit agregalardaki, piroksen ve plajiyoklas gibi dilinimleri olan fenokristallerin, çimento pastası ile tane arasında mekanik bağ meydana getirme yönünde katkı yaptığı sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Bazaltik trakiandezit agregalardan üretilen betonların 28 günlük basınç dayanım sonuçları ortalama 94.44 MPa dır. Üretilen betonlarda kırılma zayıf tane sınırlarında oluşmuştur. Elde edilen sonuçlar, incelenen bölgedeki lavların, bölgedeki önemli mühendislik yapılarında kullanılmasının yararlı olacağı sonucuna varılmaktadır. Denizli ili ve yakın dolay deprem bakımından birinci derecede riskli bölgelerdendir. Bölgede üretilen betonların yüksek dayanımlı olması zorunludur. Eğitim-öğretim binaları gibi önemli yapıların yüksek dayanımlı betonlardan yapılması gerekli ve zorunludur. Bölgede normal betonlarda kullanılan agregalar, rekristalize kireçtaşları yada mermerlerden üretilmektedir. Mermerlerin kırma sistemlerinde kırmataş üretimi esnasında tane boyutuna ve dokusal özelliklerine bağlı olarak mikro çatlak sistemleri oluşturmaktadır. Ancak

bazaltik trakiandezitlerde camlı matriks nedeniyle mikro çatlak çok az yada hiç oluşmadığı belirlenmiştir. Agregası (kırmataş) tane boyutu da dokusal özelliği nedeniyle, ince uzun taneler oluşmamıştır. Sonuç olarak lavlardan üretilen kırmataş-agregasında tane dayanımında önemli azalma meydana gelmemekte ve bu sonuca göre de üretilen betonlarda önemli dayanımlar elde edilmektedir.

8. TEŞEKKÜR

2003 yılında tamamlanan Yüksek Lisans tez çalışmasının bir kısmını içeren bu çalışma, TÜBİTAK Yurtiçi Yüksek Lisans programı tarafından desteklenmiştir. Beton testleri Denizli Modern Beton Santrali beton test laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, çalışmayı destekleyen TÜBİTAK, beton deneylerinin yapılması için laboratuvar imkanını sağlayan Denizli Modern Beton Santrali test laboratuvarı yetkili ve çalışanlarına, makalenin deneyler kısmını inceleyerek önerilerde bulunan İnşaat Yüksek Mühendisi Hayri Ün'e (DEÜ) teşekkür ederler.

9. KAYNAKLAR

Anonim, 1980. TS 706, Beton Agregaları, Ankara.

Anonim, 1985. TS 802, Beton Karışım Hesap Esasları, Ankara.

Anonim, 1987. TS 699, Tabii Yapıtaşları Muayene ve Deney Metotları, Ankara.

Akbulut, A. and Kadir, S. 2001. "Sedimentology and Depositional Environment of Clay Beds in the Vicinity of Serinhisar-Acıpayam Denizli, SW Turkey" **4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology**, 21-25 May 2001. Isparta, 29-30.

Deer, D. and Miller, R. P. 1966. Classification and Index Properties of Intact Rock Technician Report No: AFWL-TR-65-116, Air Force Special Weapons Laboratory, New Mexico, 120.

Ercan, T., Güney, E. ve Baş, H. 1983. Denizli Volkanitlerinin Petrolojisi ve Plaka Tektoniği Açısından Bölgesel Yorumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26/2, 153-159.

Konak, N., Akdeniz, N. ve Çakır, M. H. 1990. Çal-Çivril-Karahallı Dolayının Jeolojisi, MTA Raporu No: 8945. (Yayımlanmamış).

Le Maitre, R. W. 1989. A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms 193 pp. Blackwell, Oxford.

Okay, A. İ. 1989. Denizli'nin Güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının Jeolojisi, MTA Dergisi. 109, 45-58.

Özpınar, Y. and Semiz, B. 2002. "Geological, Mineralogical and Petrographical Investigation of Yukarıkaraçay (Honaz) Dolomitic Clays in Denizli Region (Southwestern Anatolia, In Turkey)" **Third Mediterranean Clay Meeting**, 30 September - 3 October 2002. Jarusalem, Israel, 76.

Özpınar, Y. 1993. Betonda Agreganın Petrografik ve Petrokimyasal Karakteristikleri Üzerine Bir İnceleme, JMO Kurultay Bülteni, No. 8, 199 -209.

Özpınar, Y. 2002. Sandıklı Zeolitik Tüflerin Petrografik, Petrokimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin İncelenmesi, TÜBİTAK YDABÇAG-198Y102.

Semiz, B. 2003. Denizli Volkaniklerinin Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal Olarak İncelenmesi, Yüksek lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 140 s. (Yayımlanmamış)

Semiz, B. ve Özpınar, Y. 2003. "Denizli volkanitlerinin jeolojik ve petrografik incelemesi" 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 14-20 Nisan, 2003. Ankara. 14-15.

Şimşek, Ş. 1984. Denizli-Kızıldere-Tekkehamam-Tosunlar-Buldan-Yenice Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları, MTA Raporu, No. 7846. (Yayımlanmamış).

Tarhan, F., 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, 384 s. KTÜ Yayınları, Trabzon.