

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 - tüf 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

olmaları onların kullanıldıkları inşaatlarda uzun ömürlü olmalarını sağlar.

Betonun bileşimini oluşturan en önemli iki malzeme agrega ve çimentodur. Betonun taşıyıcı iskeletinin oluşturan agreganın, kimyasal ve petrografik yapılarının beton kalitesini önemli oranda etkilemesi nedeniyle betonda kullanılan agreganın mineralojik özelliklerinin tanımlanması son derece önemlidir. Agregayı oluşturan kayacın mineralojik bileşimi, tanelerin dokusal ve yapısal özellikleri, tamamen agreganın fiziksel ve mekanik özelliklerini yansıtır.

Çalışma alanı ve yakın çevresinde Ercan ve ark., (1983), Okay (1989), Akbulut ve Kadir (2001), Özpınar ve Semiz (2002), Semiz (2003), Semiz ve Özpınar (2003), gibi araştırmacılar tarafından jeolojik, stratigrafik, mineralojik ve petrografik incelemeler yapılmıştır. Denizli volkaniklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri ve beton üretimi yönünden incelenmesi üzerine bir çalışma yoktur.

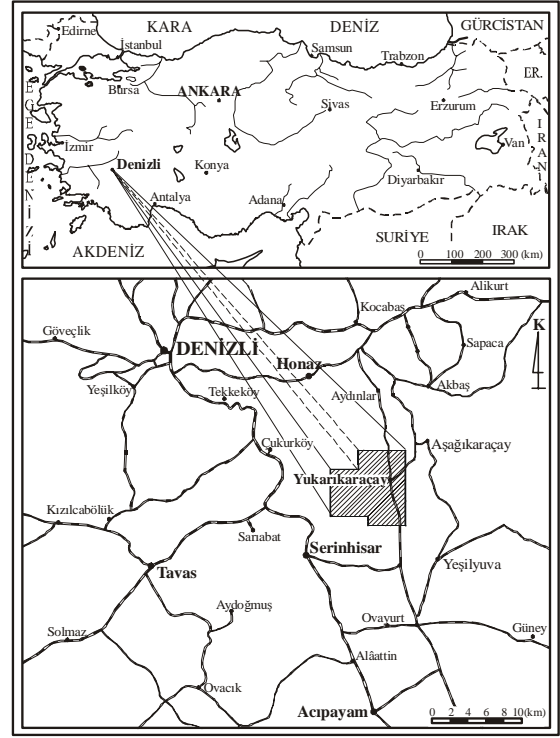
Bu çalışma, I. derece deprem kuşağında yer alan Denizli ilinde yüksek dayanımlı beton üretimine katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır. Denizli çevresindeki agrega olarak kullanılan doğal agregalar ve kireçtaşı kırmataş agregalarına alternatif olması bakımından gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Yukarıkaraçay bölgesinde yayılım gösteren Denizli volkanitlerine ait bazaltik trakiandezit bileşimli örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi ve bu örneklerin beton üretiminde agrega olarak kullanılabilirliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

1. 1. Çalışma Alanı

Denizli volkanitleri, Denizli'nin güneydoğusunda yer alan Aydınlar, Yeşilyuva, Yukarıkaraçay ve Aşağıkaraçay beldelerini içine alan 4 farklı bölgede gözlenmektedir. Bu çalışmaya konu olan volkanitler, Denizli il merkezinin 60 km güneydoğusunda yer alan Yukarıkaraçay (Kocapınar) bölgesinde geniş yayılım gösteren Denizli volkanitleridir (Şekil 1).

1. 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada bölgenin 1/10000 ölçekli jeolojik haritası yapılmıştır. Mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemek için 45 adet örneğin ince kesitleri hazırlanmış ve polarizan mikroskop altında incelemeleri yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda seçilen 2 adet örneğin kimyasal analizi ise ICP-MS yöntemiyle ACME laboratuvarında (Kanada) yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

İkinci aşamada, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla 7 x 7 x 7 boyutundaki 5 adet numune üzerinde birim hacim ağırlık, porozite, su emme ve tek eksenli basınç dayanımı deneyleri PAÜ., Jeoloji Mühendisliği laboratuvarında yapılmıştır. Daha sonra örnekler çeneli kırıcıyla kırılmış ve üzerinde yapılan elek analizi sonucunda en uygun agrega dağılımı elde edilmiştir. TS 706'ya uygun agrega elde edildikten sonra standartlara uygun beton karışım hesabı yapılmış ve 15 x 15 x 15 boyutunda her birinden üç adet olmak üzere 15 adet beton numunesi hazırlanmıştır. Elde edilen beton numuneleri Denizli Modern Beton santrali beton test laboratuvarında dayanımları belirlenmiş ve her bir numune için ortalama değerler bulunmuştur (Anon., 1980).

2. JEOLJİ

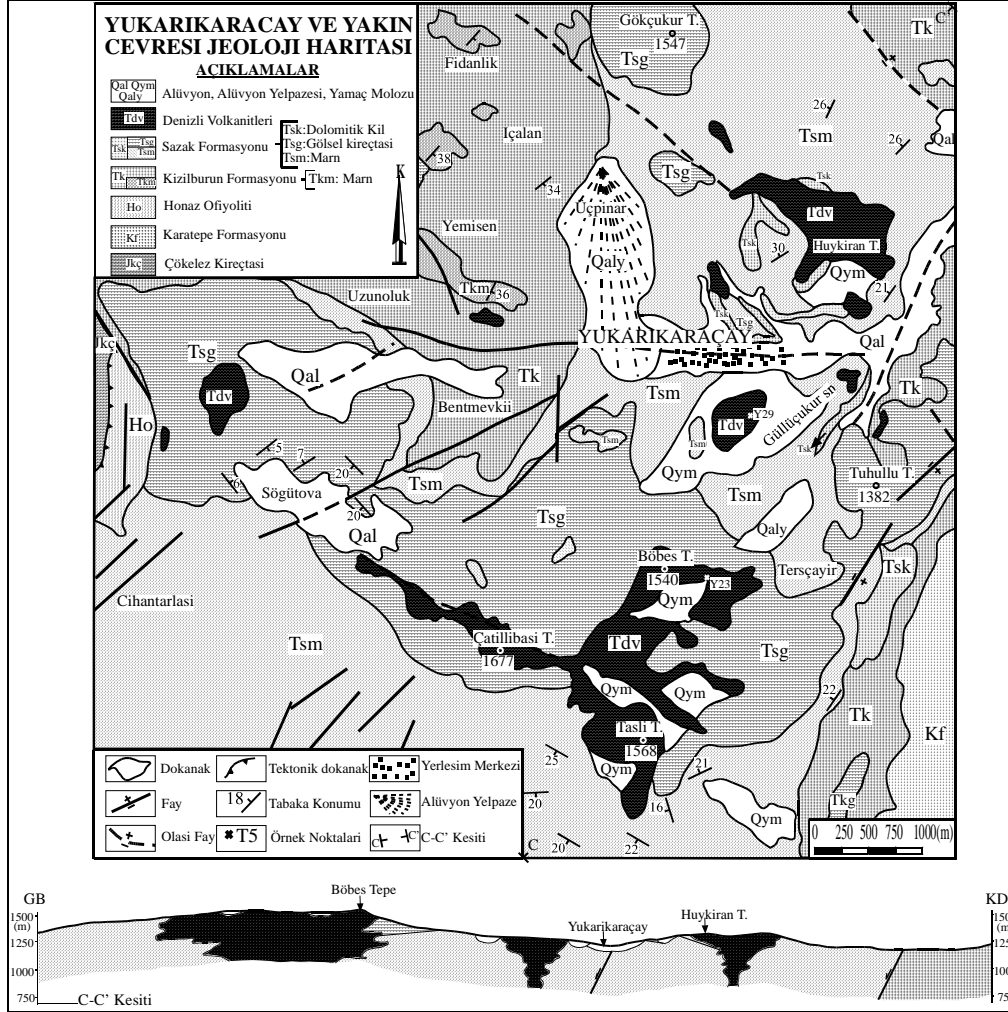
Bu çalışmadaki birimleri temsil eden volkanik kayalar (Denizli Volkanitleri) genelde az yüksek tepelerde gözlenir. Bu tepelerin başlıcaları, Böbeş Tepe (1540 m), Çatılıbaşı Tepe (1677 m), Taşlı Tepe (1568 m), Huykırın Tepe ve Güllüçukur sırtıdır (Şekil 2).

Çalışma alanında temeli, bölgeye allohton olarak yerleşmiş olan Jura-Kretase yaşlı Çökelez Kireçtaşı, Üst Kretase –Alt Eosen yaşlı ofiyolitik melanj

özelliği gösteren Karatepe Formasyonu (Konak ve ark., 1990) ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı eksik dizi karakterli Honaz Ofiyoliti gelmektedir. Üzerlerine açılal 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, açılal 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. MİNERALojİK-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 yapıları 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

olarak tanımlanmışlardır. Lavlar mikrolitik ve hiyalopilitik dokudadırlar. Fenokristal olarak piroksen, biyotit, amfibol ve plajiyoklas içerirler. Tali mineral olarak manyetit ve apatit tespit edilmiştir. Matriks, volkanik cam dışında piroksen,

biyotit ve plajiyoklas mikrolitlerinden oluşmuştur. Bazı örneklerde çok az oranda boşluk dolgusu şeklinde, kalsit, epidot gibi ikincil minerallere rastlanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Yukarıkaraçay Bölgesindeki Denizli Volkanitlerinin Mineralojik Analizi

Örnek No	Örnek Yeri	Makroskobik Öz.	Doku	% Mineral Bileşimi		Kayacın Adı
Y23	Böbeş Tepe Güneydoğusu	Koyu gri Masif Yapılı	Hiyalopilitik	Piroksen (45) Biyotit (5)	Plajiyoklas (10) Hamur (40)	Bazaltik Trakiandezit
Y29	Y.Karaçay güneyi	Yeşilimsi renkli Çok az boşluklu	Mikrolitik	Piroksen (60) Biyotit (10)	Plajiyoklas (5) Hamur (25)	Bazaltik Trakiandezit
Y19	Böbeş Tepe	Açık yeşil renkli Masif Yapılı	Hiyalopilitik	Piroksen (65) Biyotit (15)	Plajiyoklas (5) Hamur (15)	Bazaltik Trakiandezit
T10	Taşlı Tepe Batısı	Gri Renkli Masif Yapılı	Mikrolitik	Piroksen (35) Biyotit (5) Amfibol (5)	Plajiyoklas (15) Hamur (40)	Bazaltik Trakiandezit
T4	Taşlı Tepe Kuzeyi	Koyu Gri Az boşluklu	Mikrolitik	Piroksen (35) Biyotit (10) Amfibol (5)	Plajiyoklas (5) Hamur (45)	Bazaltik Trakiandezit
Y13	Y. Karaçay güneyi	Yeşilimsi renkli Boşluklu	Mikrolitik	Piroksen (45) Biyotit (5)	Plajiyoklas (5) Hamur (45) (İkincil kalsit)	Bazaltik Trakiandezit

Agregada dolomit, jips, anhidrit, sanidin, klorit, antigorit, muskovit minerallerinin olmaması, kil, epidot vb. sekonder mineral alterasyonunun yok denecek kadar az olması, mangan ve demirli minerallerin varlığını belirtecek renklemelerin olmaması (Özpınar, 1993) üretilen betonlarda yüksek dayanımların elde edilmesinde önemli rol oynamıştır.

3. 2. Kimyasal Özellikler

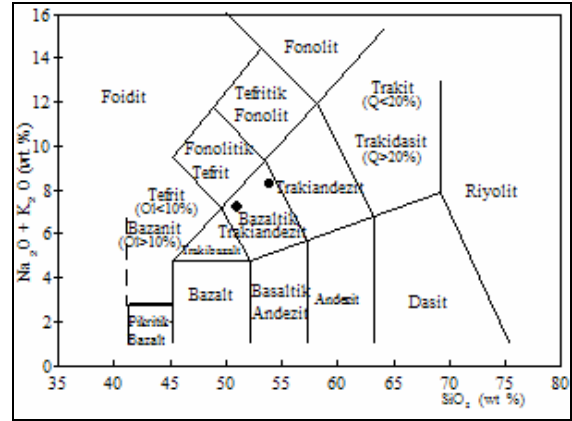
Bu çalışma kapsamında Yukarıkaraçay bölgesindeki Denizli volkanitlerinden alınan 2 adet örneğin kimyasal analizleri (majör elementler) Tablo 2'de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde volkanitlerde ortalama Silisyum oksit % 48.5-52.0 arası, alüminyum oksit % 10.5-12.0 arası, demiroksit % 5-6 arası, potasyum oksit % 4.5-5.5 arasında değişmektedir. SiO₂ içeriğine göre yapılan sınıflamalarda bazik karakterde oldukları belirlenmiştir.

Tablo 2. Denizli Volkaniklerinin Kimyasal Analizi

Element	Y23	Y29	Ortalama
SiO ₂	48.93	52.15	50.54
Al ₂ O ₃	10.62	11.88	11.25
Fe ₂ O ₃ *	6.10	5.39	5.75
MgO	8.21	6.14	7.18
CaO	11.26	9.87	10.57
Na ₂ O	2.38	2.46	2.42
K ₂ O	4.59	5.58	5.09
TiO ₂	1.44	1.16	1.30
P ₂ O ₅	1.50	1.30	1.40
MnO	0.08	0.08	0.08
Cr ₂ O ₃	0.055	0.039	0.047
KK	3.90	3.10	3.50
Toplam	99.37	99.38	99.13

* Toplam demir Fe₂O₃ olarak ifade edilmiştir.

Jeokimyasal incelemeler sonucunda alkan karakterde oldukları ve Le Maitre (1989) diyagramına göre de bazaltik trakiandezit bileşimde oldukları belirlenmiştir (Şekil 3). Bölgeye ait volkanitlerin oluşum ortamları yönünden Plaka içi bazaltlar alanına düştükleri görülmüştür (Semiz, 2003).



Şekil 3. Örneklerin toplam alkali silika diyagramındaki dağılımları (Le Maitre, 1989).

Bazaltik trakiandezit agregaların mineralojik bileşimleri agregaların toplam kimyasına da yansımaktadır. Yüksek toplam Fe₂O₃ içeriği agregadaki ojit mineralinin varlığı ile ilişkilidir. Plajiyoklas oranındaki artış ve alterasyonlarla ilişkili olarak yüksek oranda K₂O ve Al₂O₃ içermektedir. CaO oranındaki artma ise ikincil olarak oluşmuş olan kalsit mineralinden kaynaklanmaktadır.

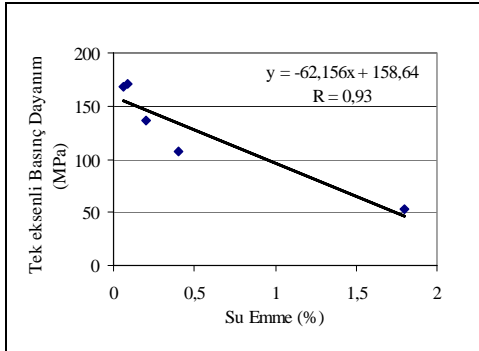
4. FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

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.

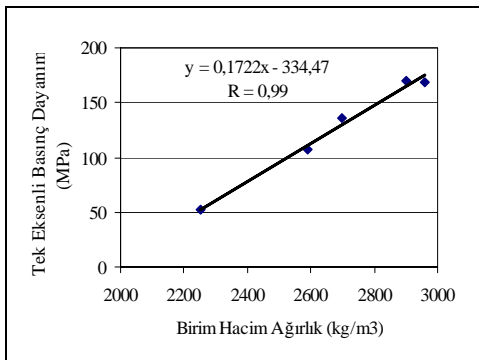
Bazaltik trakiandezit örneklerinin porozite değerlerine göre yapılan sınıflamada Y-5 numaralı örnek dışında "çok kompakt kaya" sınıfındadır (Tarhan, 1989). Tek eksenli basınç dayanımına göre ise Y-5 numaralı örnek dışında "yüksek dayanımlı kaya" sınıfında yer aldıkları tespit edilmiştir (Deer and Miller, 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.

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

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

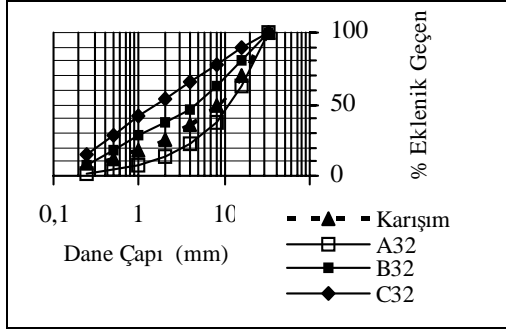
Bu bölge için ortaya konan toplam 2750 milyon tonluk olası rezerve sahip olduğu saptanmıştır.

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 camı faz ve mikrolitlerden oluşan matriksten meydana geldiği anlaşılmıştır. Tespit edilen fenokristallerin kayaç içinde yüzdelerin az olması ve önemli bir alterasyona uğramaması nedeniyle beton dayanımını olumsuz etkilemediği belirlenmiştir. Matrikstekki camı faz miktarındaki fazlalık, çimento pastası ile tane arasındaki aderansı güçlendirdiği görülmüştür. Kırılan agregada “ince malzeme” genellikle camı malzemeden oluştuğu, camı 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 dolaylı 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 camsız 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 Mendere 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.