

KARATEPE BAZALTLARININ (ÇORLU-TEKİRDAĞ) YAPI MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ

THE USUABILITY OF KARATEPE (ÇORLU-TEKİRDAĞ) BASALTS AS BUILDING MATERIAL

İ.Feda ARAL

Trakya Üniversitesi Çorlu Müh.Fak., İnşaat Müh. Bölümü, 59860, Çorlu/TEKİRDAĞ

ÖZ: Bu çalışmada, Çorlu'nun 7 km batısında Karatepe mevkiinde 114.850 m²'ye yayılmış ve değişik endüstrilerde kullanılmak üzere yapı taşı olarak üretilen Karatepe bazaltlarının mühendislik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Karatepe bazaltlarının; beton agregası, dolgu malzemesi, yol yapı malzemesi, köprü ve menfez inşaatlarında, gölet, baraj, dalga kıran gibi yapılarda, balast ve parke taşı olarak kullanımda mühendislik özelliklerinin yeterli nitelik ve niceliğine sahip olduğu saptanmıştır. Bazaltların şekli, alkali madde içeriği, gözenekliliği, özgül ağırlığı, birim hacim ağırlığı gibi jeolojik ve mühendislik özellikleri incelenmiş olup, endüstri için en uygun bazaltların, ayrışma ve alterasyonun çok daha az olduğu kesimleri ile daha derinlere doğru yer alan koyu renkli olivin bazaltlar olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Karatepe bazaltı, Çorlu, beton agregası, yapı malzemesi, mühendislik özellikleri.

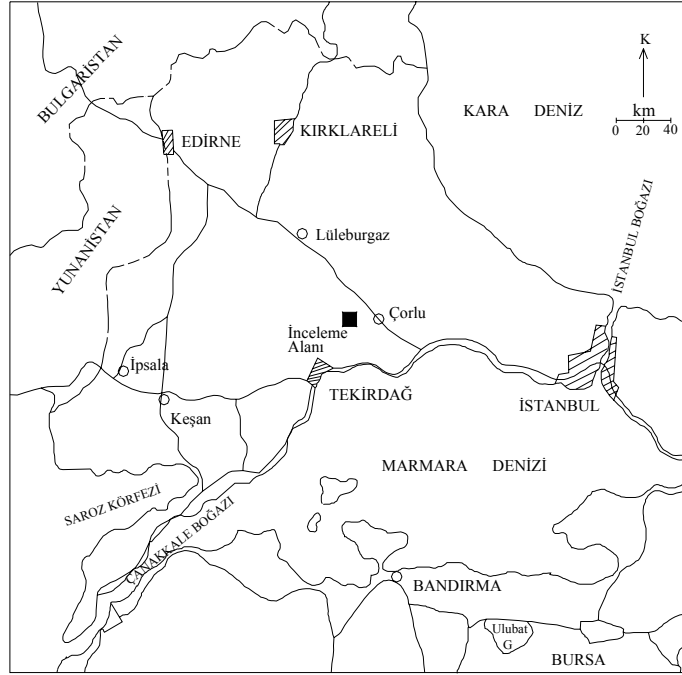
ABSTRACT: The aim of this study was to investigate engineering properties of Karatepe basalts. Karatepe is the name of a region which is 7 km far west from Çorlu and has 114.850 m² of basalts mines. The properties of basalt materials obtained from Karatepe region was observed. Basalts can be used as construction material when crashed and grinded. They may be an aggregate in concrete construction, fill material in road construction and also can contribute various construction applications such as bridge, culvert, dam and breakwater constructions. In each application, properties of basalt to be used such as their shape, alkali ingredient, porosity, specific gravity and unit weight has been investigated. It was also shown that most efficient part of Karatepe basalt mine was oriented in deeper depths than that of usual excavation depths which have less alteration and more consistent characteristics and are black in colour called as "black basalt and olluvium basalt" for industry.

Key words: Karatepe basalt, Corlu, concrete, building materials, engineering properties.

GİRİŞ

Karatepe bazaltları, Trakya bölgesinde Çorlu'nun batısında Karatepe mevkiinde yaklaşık 115.000 m² yüzey alanına yayılmış bir alanda, farklı firmalar tarafından ayrı ayrı ocaklar şeklinde üretilmektedir (Şekil 1). Yıllık üretimi 115.000 m³ civarındadır. Bu çalışma kapsamında, Çorlu ve yöresinin beton agregası ve yapı malzemesi gereksinimini karşılayacak doğal yapı malzemesi kalitesinin belirlenmesi ve agrega potansiyelinden yararlanma gerekliliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Doğal olarak mineral kökenli malzeme; 100 mm'ye kadar çeşitli büyüklüklerdeki kırılmamış ya da kırılmış, elenmiş agregadır. Kullanılan beton içerisinde yaklaşık %70-80'e yakın bir oran oluşturan agrega, kırıcılar (konkasör) ile istenilen

boyutlarda üretilmektedir. Beton üretiminin yanında agrega; dolgu malzemesi, yol üst yapı malzemesi olarak (stabilite); köprü ve menfez inşaatlarında; gölet, baraj, dalga kıran inşaatlarında; balast, parke taşı ve asfalt agregası olarak kullanılabilir (Goodman, 1993). Birçok jeolojik faktörler (mineroloji, petrografi, doku, gözeneklilik gibi) agregaların özelliklerini etkilemektedir. Bazaltik agregalarda kayanın tipi, kalitesi ve fiziko-mekanik özellikleri betonun dayanımını belirlemektedir (Smith and Collis, 2001, Tasong et al., 1998). Yüksek yoğunluğa sahip bazalt agregaların birim ağırlıkları, diğer kayalardan daha ağırdır. Bu da beton agregası olarak kullanımda güçlüklerini gösterir (Fookes, 1980).



Şekil 1. İnceleme Alanı Yer Bulduru Haritası
Figure 1. Location map of study area

STRATİGRAFİ

İnceleme alanında yer alan birimler; Danişmen formasyonu (Td), Ergene formasyonu (Te) ve Trakya formasyonu (Tt), Karatepe bazaltları (Qk) dır (Şekil 2).

Danişmen formasyonu; sarı, kahve, gri renkli, orta-kalın ve belirgin katmanlanmalı, kumtaşı, siltaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Kumtaşı, siltaşı-kiltaşı katmanlarının yanıl dağılımlarında belirgin bir değişme gözlenmez. Birim, linyit seviyelerinin yanında yer yer de tuf seviyeleri içerir. Katmanlarda asimetrik dalgalı rıppıl marklar ile akıntı kökenli çapraz katmanlanma yapıları gözlenmektedir. Birim oransal olarak delta, delta düzlüğü çökelleri ürünü olarak yorumlanmakta (De Boer, 1954), elde edilen fosiller ile de “Orta Oligosen” yaşı verilmiştir (Umut, vd.,1983). Ergene formasyonu; De Boer (1954) tarafından adlandırılmış olup; beyaz sarımsı renkli, çapraz katmanlı, kil ve çakıl mercekli, gevşek tutturulmuş kumlardan oluşur. Danişmen formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelir. Çapraz katmanlı kum ve çakıl seviyeleri arasında kil mercekleri sınırlı yayılım sunar. Çapraz katmanlı çakıl ve kum, kanal çökelleri, silt ve killeri ise taşkın ovası çökelleri olarak yorumlanabilir (Umut, vd., 1984). Birime fosil içeriğine göre “Üst Miyosen” yaşı verilmiştir (Umut, v.d, 1984).

Trakya formasyonu; kırmızı, sarı, kahve, beyaz renkli çakıl, kum, kil ve çamurtaşından oluşup, Hochstetter (1870) tarafından adlandırılmıştır. Volkanik çakılları da içeren birim, Istranca masifinden beslenmiş genç alüvyon yelpazesi görünümündedir. Ergene

formasyonu ile geçişli olan birimin yaşının “Üst Miyosen-Pliyosen” olduğu düşünülmektedir. (Umut, vd., 1983).

Karatepe bazaltı; koyu gri, siyah ve kahve renkli olup Umut vd. (1983) tarafından adlandırılmıştır. Sütun ve akma yapısı gösteren bazaltlar yer yer gözeneklidir. Birimin Trakya formasyonunu kesmesi nedeni ile “Pleyistosen” yaşlı olduğu kabul edilmektedir (Umut, vd., 1983).

YAPISAL ÖZELLİKLER

Karatepe bazaltları makroskobik olarak koyu gri-siyah renkli, ince beyaz kılcal damarlar içeren, masif, kompakt ve yoğun yer yer gözenekli (gaz boşluklu)dir. Üst seviyelerde bozuşma ürünleri yaygın, derinlerden alınan örneklerde azalmaktadır. 0,5 cm kalınlıkta plaka kesilebilen kayaçta, cila kabulü iyidir. Kayacın petrografik analizlerinde mikroskopta bol miktarda irili ufaklı olivin fenokristalleri ile plajiyoklaz mikrolitleri görülmektedir. Ayrıca monoklinik proksen ve opak mineraller matrisde eş dağılım göstermektedir. İncelenen kesitlerde ;

% 20-25 oranında Olivin (fenokristal)

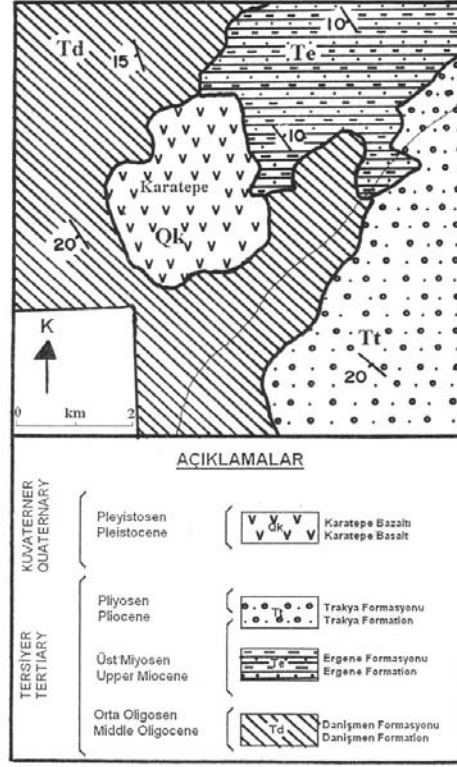
% 5 – 7 oranında Plajiyoklas (fenokristal)

% 60-65 oranında Mikrolitik hamur

% 6 – 7 oranında Opak mineral (hematit-manyetit) den oluşan tipik volkanik porfir veya bazaltik doku izlenmiştir. Bazı örneklerde mineral çevreleri ve ara boşluklarda demirli, kahve renkli bol oranda demirli-opak mineraller yer almaktadır.

Karatepe bazaltları “**Olivin Bazalt**” olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında değişik lokasyonlardan alınan 8 bazalt örneğinin TÜBİTAK (Gebze)’da yaptırılan kayaç XRF-spektrometri

analizinde öğütülen örnekler, NaOH ile ergitilip çözeltiliye alınmıştır. Analiz sonuçlarına göre SiO₂ yüzdesinin % 42,19 ile 47,05 arasında olduğu saptanmıştır (Tablo 1).



Şekil 2. İnceleme alanı jeoloji haritası (Umut vd., 1983).

Figure 2. Geological map of study area (Umut et al., 1983)

Tablo 1. Karatepe bazaltlarının XRF spektrometrideki kimyasal analiz sonuçları.

Table 1. The Chemical Analysis of XRF Spectrometric of Karatepe Basalts

Örnek No								
Bileşenler	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	N 6	N 7	N 8
SiO ₂ (%)	46,09	42,19	44,70	47,38	46,75	44,05	47,05	46,37
Al ₂ O ₃ (%)	9,05	14,78	13,86	9,50	10,65	12,51	9,93	11,45
Fe ₂ O ₃ (%)	10,98	8,75	9,87	12,01	11,01	10,35	9,43	10,10
MgO (%)	9,07	10,22	11,03	11,08	12,88	9,78	12,26	11,34
CaO (%)	10,07	8,93	7,48	8,67	8,23	10,08	9,75	8,72
Na ₂ O (%)	3,91	4,38	3,47	2,25	2,32	2,01	4,18	3,05
K ₂ O (%)	1,82	3,02	1,77	2,10	1,23	3,55	1,05	1,79
TiO ₂ (%)	4,33	3,25	2,59	2,17	1,98	3,65	3,10	2,89
P ₂ O ₅ (%)	0,69	1,11	0,86	0,86	1,04	0,73	0,08	0,92
MnO (%)	0,17	0,09	0,10	0,09	0,11	0,19	0,13	0,15
Cr ₂ O ₃ (%)	0,03	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,02	0,05
Ateşte Kayıp (%)	3,79	3,21	4,23	3,83	3,75	3,04	3,02	3,17

Bazaltların çeşitli gözeneklerinde karbonat ve zeolit dolgu saptanmıştır. Bozunma ve ayrışma yüzeyleri koyu kırmızı ve kahve renklidir.

Bazaltların bünyesindeki süreksizlik düzlemleri ayrı ayrı ele alındığında, mühendislik açısından bu tür kayaç kütlelerinin davranışı katmanlı kayaçların davranışına benzetilmiştir. Bazaltlardaki eklem ara uzaklıklarının 30-6 cm arasında olmasından dolayı, bazaltlar “sık eklemli kaya” olarak tanımlanmıştır (ISRM, 1981). Eklem açıklığı eklem dolgusu türü ile birlikte kayaç kütlelerinin davranışında etkili olmaktadır. Özellikle mühendislik çalışmalarında, üretimde, maliyet ve emniyet açısından önemlidir.

Karatepe bazaltları, < 10 mm ile >10 mm süreksizlik açıklığına sahip olması nedeni ile “orta derecede geniş ve geniş açıklıklı eklemli kaya” olarak tanımlanmıştır (ISRM., 1981). Bazaltların kaya kalitesinin bir değeri olan RQD (Rock Quality Designation); $RQD: 100 \cdot e^{-0,1 \cdot \lambda} \cdot (0,1 \cdot \lambda + 1)$ (Priest and Hudson, 1976), formülü ile % 30,42 olarak bulunmuştur. Burada “λ” 1 m. uzunluğundaki bir mesafedeki ortalama çatlak sayısı olarak alınmıştır.

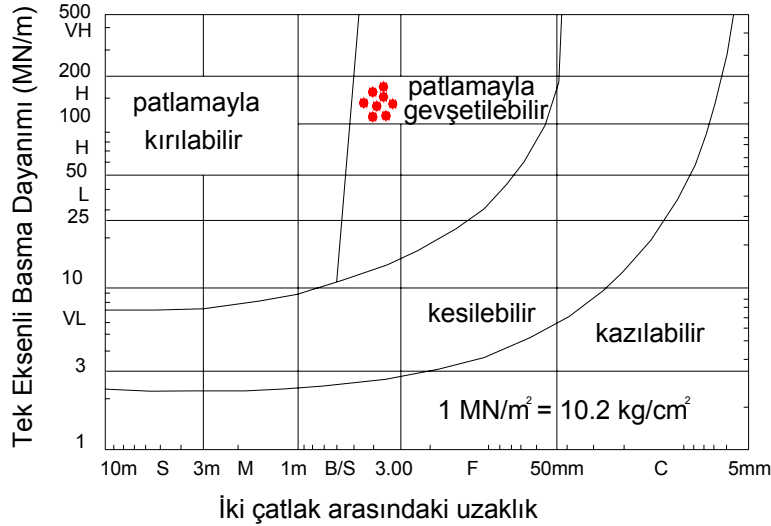
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER

Doğal taşların üretimi, teknolojik özelliklerine (kazılabilme, delinebilme, kesilebilme, parlatılabilme ve patlatılabilme) bağlıdır. Teknolojik özellikler; kaya kütlelerinin dayanımına, süreksizliklerine, ayrışma derecelerine göre değişir. Kaya, Franklin vd. (1971)’e göre, tek eksenli basma dayanımı ve çatlak ara uzaklığına bağlı olarak “Patlatma ile gevşetilir” (Şekil 3), Wood vd. (1980) göre ise, tek eksenli basma dayanımı ve kaya kalitesi (RQD) değerine göre “Delme ve Patlatma ile Üretimi” yapılabilir (Şekil 4).

Kırılma yüzeyleri hafif pürüzlü, dalgalı, köşeli, kırıklı ve hacimsel katsayı değerleri yüksek olan kayalar oldukça kaliteli bir beton üretimini sunmaktadır.

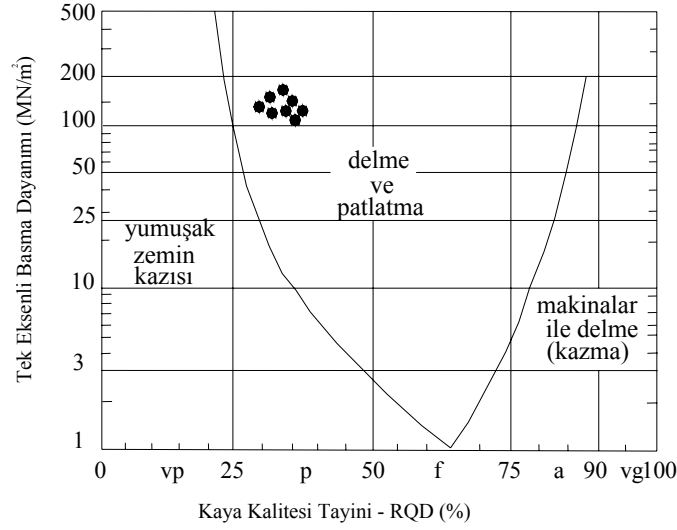
Yer yer çatlaklarda ince kalsit dolgular gözlenmekte, bu da bazen serbest basınç dayanımı değerini düşürebilmektedir. Bazaltların oluşumunda, volkan faaliyetine bağlı olarak bol gaz boşluklu kısımlar bulunmaktadır. Dayanımı düşük olan bu tür bazaltlar daha çok dolgu malzemesi olarak kullanılmaya uygun malzeme türü olmaktadır.

Doğal yapı taşlarının özgül ağırlık ile birim ağırlığının birbirine yakın olması, porozitenin düşük olmasının sonucudur. Bu da tek eksenli basma dayanımı değerini artırmaktadır (Tablo 2).



Şekil 3. Tek eksenli basma dayanımı ile çatlak ara uzaklığına göre üretim sınıflaması (Franklin vd., 1971).

Figure 3. The classified production of Karatepe basalt (Franklin, et al., 1971).



Şekil 4. Tek eksenli basma dayanımı ve kaya kalitesine göre üretim sınıflaması (Wood vd., 1980).

Figure 4. The classified production of uniaxial compressivestrength and rock quality designation (Wood et al., 1980).

Tablo 2. Bazaltların fiziksel özellikleri

Table 2. Physical properties of basalts

Örnek No	Özgül Ağırlık (Gs)	Kuru Birim Ağırlık (kN/m ³)	Doygun Birim Ağırlık (kN/m ³)	Su Emme (%)	Efektif Porozite (%)	Toplam Porozite (%)
N 1	2,93	28,95	29,72	0,11	0,10	0,37
N 2	2,91	28,36	29,72	0,28	0,23	0,44
N 3	2,87	28,34	28,93	0,15	0,31	0,46
N 4	2,90	28,23	29,16	0,23	0,38	0,54
N 5	2,89	28,11	28,88	0,07	0,88	1,63
N 6	2,88	28,10	28,96	0,75	0,96	1,88
N 7	2,88	27,97	28,43	0,90	1,01	2,21
N 8	2,87	27,82	28,47	0,89	1,17	2,43

Friedrick Mohs (1812) mineral sertliğine göre sınıflandırılan numunelerin, 6-7 sertliğe (çelik ile çizilebilen) sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca schmidt çekici ile geri tepme sayısı sınıflandırmasına (45-30 ile 45-60 arası) göre; numunelerin “sert kaya-çok sert

kaya” grubunda olduğu belirlenmiştir (ISRM., 1981). Ayrıca, tek eksenli basma dayanımı sayısal değerleri ile elastisite modülü sayısal değerlerine göre (Tablo 3), Karatepe bazaltları “yüksek dirençli-orta modül oranlı” olarak (Deere and Miller, 1966) belirlenmiştir.

Tablo 3. Bazaltların tek eksenli basma dayanımı, çekme dayanımı ve elastisite modül oranları

Table 3. Uniaxial compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity values of basalts

Örnek No	Tek Eksenli Basma Dayanımı (σ_c - MPa)	Çekme Dayanımı (σ_t - MPa)	Elastisite Modülü (E_c - Mpa)
N 1	245	118	5945
N 2	221	105	5933
N 3	192	94	5235
N 4	183	81	5151
N 5	171	113	4075
N 6	128	63	3169
N 7	102	50	2628
N 8	95	41	2125

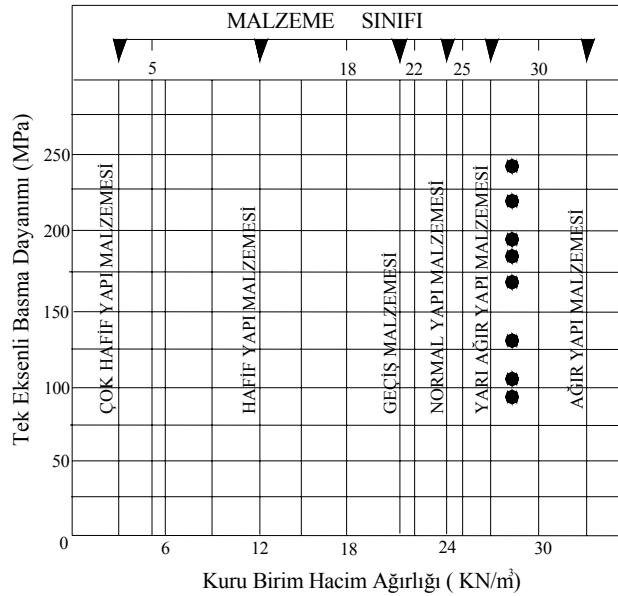
Karatepe bazaltları, ağırlıkça su emmenin düşük olması (% 0,07 ile 0,9 arası), kılcallık değerinin de düşük olması ($3,5 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{sn}$), malzemenin sodyum sülfat don kaybının düşük olması (en fazla % 1,4) bazaltların dona dayanıklılığının çok yüksek olduğunu, Los Angeles aşınma kaybının (1000 devirde % 9,5 ile 13,2) düşük olması, CBR değerinin maksimum ıslak olarak % 28 olması, yassılık indeksinin % 14 ile 18 arasında olması, darbe dayanımının $14,2$ ile 16 kgf/cm^2 olduğu, soyulma oranının (% 60-70 Pen. De. AC ile) % 45-47 arasında olduğu D.L.H. Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı'nca laboratuarda yapılan

deneylece belirlenmiş (D.L.H. Gen.Müd.Araş.Dai.Bşk. 07.04.1994 tarih ve 94-11/300 nolu rapor) olup, bu deneyler Karatepe bazaltlarının mühendislik özelliklerinin mühendislik yapılarında kullanımı açısından uygun olduğunu göstermektedir (ASTM.,1966).

Karatepe bazaltları, Cormon (1973)'e göre; kuru birim ağırlığı dikkate alınarak sınıflandırıldığında, “**yarı ağır yapı malzemesi**” (Şekil 5), Venuat (1983)'e göre, kullanılabilirlik sınıflamasında; kuru birim ağırlığı ve tek eksenli basma dayanımına bağlı olarak göre “**yarı ağır yapı malzemesi**” olmaktadır (Şekil 6).

KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (KN/m ³)	3,00	AĞIR YAPI MALZEMELERİ	Karatepe Bazaltı
	2,50	YARI AĞIR YAPI MALZEMELERİ	
	2,20	NORMAL YAPI MALZEMELERİ	
	1,80	GEÇİŞ MALZEMELERİ	
	0,50	HAFİF YAPI MALZEMELERİ	
	0,50	ÇOK HAFİF YAPI MALZEMELERİ	

Şekil 5. Bazaltların yapı malzemesi sınıflandırmasındaki yeri (Cormon, 1973).
Figure 5. The building materials classification of basalts (Cormon, 1973).



Şekil 6. Bazaltların farklı alanlarda kullanılabilirliği sınıflaması (Venuat, 1983).
Figure 6. The classification of basalts according to their use (Venuat, 1983).

SONUÇLAR

1. Karatepe bazaltlarının; koyu gri, siyah renkli, genellikle çatlaklı, kompakt, nadiren gözenekli, karbonatlı ve zeolit dolgululu boşluklara sahip, Mohs sertlik cetveline göre 6-7 sertlikte, Schmidt sertliğine göre “sert-çok sert kaya” arasında, asitte herhangi bir reaksiyon vermeyen özelliklere sahip, mikroskop da “olivine bazalt” olduğu saptanmıştır.

2. Fiziksel ve mekanik olarak; Karatepe bazaltların, 2,87-2,93 arasında özgül ağırlığa sahip, 27,82-28,95 kN/m³ arasında kuru birim ağırlığa sahip, 28,43-29,72 kN/m³ arasında doymuş birim ağırlığa sahip, % 1’den az ağırlıkça su emme oranına, % 1,17’den az efektif poroziteye, % 2,43’den az toplam poroziteye sahip, 95,10-245,07 MPa arasında tek eksenli basma dayanımına sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bazaltların % 1,4’den az sodyum sülfat don kaybına sahip, 1000 devirde % 9,5-13,2 arasında Los Angeles aşınma kaybına sahip, CBR değerinin (max. ıslak olarak) ortalama % 28 civarında olduğu, yassılık indeksinin % 14-18 arasında olduğu, 14,2-16 kgf/cm² arasında darbe dayanımına sahip, soyulma oranının (% 60-70 Pen. De. AC ile) % 45-47 arasında olduğu belirlenmiştir.

3. Bazaltların süreksizlik ara uzaklıkları genellikle 30 cm’den az olması nedeni ile ISRM (1981)’e göre “**sık eklemli**” olduğu, süreksizlik açıklıkları dikkate alındığında da “**orta derecede geniş ve geniş açıklıklı eklemli**” tanımlanmışlardır.

4. Karatepe bazaltlarının tek eksenli basma dayanımı-elasticite modülü dikkate alındığında Deere and Miller (1966)’e göre “**yüksek dirençli-orta modül oranlı**” olduğu saptanmıştır.

5. Bazaltların mühendislik özellikleri açısından TS.706 Beton Agregaları, TS.699 ve TS.2513 Doğal Yapı Taşlarının Muayeneleri, TS. 7043 Balast Olma Standartları’na uygun olduğu saptanmıştır.

6. Karatepe bazaltları; Cormon (1973)’e göre kuru birim ağırlığı, Venuat (1983)’e göre kuru birim ağırlığı-tek eksenli basınç dayanımı dikkate alındığında “**yarı ağır yapı malzemesi**” olarak tanımlanmıştır.

7. Bazaltların, tek eksenli basma dayanımı-çatlak ara uzaklığı dikkate alınarak (Franklin vd.1971) “**patlatma ile gevşetilerek**”, tek eksenli basma dayanımı-kaya kalitesi (RQD) dikkate alınarak (Wood vd. 1972) “**delme ve patlatma**” ile üretim yapılabileceği saptanmıştır.

SUMMARY

This study is about determining mineralogical and engineering characteristics of Karatepe basalts, which are defined as natural building stones. Also determining its applicability in engineering structures

considering its current characteristics is another objective.

Karatepe basalts are mineralogically and petrographically observed in both large and small olivine phenocrystallines and plagioclase microlites, monoclinic pyroxene and opaque minerals (hematite magnetite) matrix. Karatepe basalts are named as “**olivine basalt**” in these researches. SiO₂ percentage has been determined to be between 42,19% and 47,38% in basalts through rock XRF-spectrometry analysis. Carbonate and zeolite fillings have been detected in some spots in basalts’ pores and separation surfaces are dark red and brown.

According to the discontinuity planes; “**closely jointed rock**” (joint interval between 6-30 cm), “**medium level wide-wide gap joints**”; (joint gap; <10 mm. and >10 mm) have been determined.

Technological characteristics of basalts have been researched for basalt production (excavability, drillability, cutability, explodability) and “**production with drilling and explosion**” have been found to be applicable. They have been physically and mechanically examined and; they have been determined to be “**hard-very hard rock**” (schmidt hardness) in hardness, have “**high strength-moderate module ratio**” in one axis compression strength and elasticity module and have “**low**” corrosion loss (Los Angeles) and determined to be applicable in engineering structures.

Karatepe basalts have been found to be “**semi heavy structural material**” in structure material and applicability classifications.

DEĞİNİLEN BELGELER

ASTM, 1966, Testing techques for rock mechanics; Amer.Soc.Test.Matr, Philadelphia, S.T.P., NO:402.p.

Cormon, P., 1973, “Beton de granulats legers”, Edition Eyrolles, Paris.

De Boer, N.P. de 1954, Report on geological reconnaissance in Turkish Thrace, September-December; G.A. Report No: 25373 (yayınlanmamış).

Deere, D.U. and Miller, R.P., 1966, Classification and indeks properties of intact rock, Tech. Report AFWL-TR-65-116, AF Special Weapons Center, Kirkland Air Force Base, New Mexico.

D.L.H. Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı, 07.04.1994 tarih 94-11/300 nolu, Çorlu Havaalanında beton asfaltta kullanılacak Karatepe taş ocaklarına ait asfalt değerlendirme raporu.

Fookes, P.G.,1980, An introduction to the influence of naturel aggregates on the performance and durability of concrete. Quaterly Journal of Engineering Geology 123, pp. 207-229.

- Franklin, J.A., Broch, E., and Walton, G.**, 1971, Logging the mechanical character of rock. Trans. Inst. Min. Metall. (Sect. A:Min. Industry), Jan. 1971, A1-A9.
- Goodman, R.E.**, 1993, Engineering Geology: Rock in Engineering Construction, Wiley, NewYork, 412 pp..
- Hochstetter, F. Von**, 1870, Die geologischen Verhältnisse des östlichen Türkei. Jb.b.k.geol. Reichsant. 20, s. 365-461, Wien.
- ISRM.**, 1981, Basic geotechnical description of rock masses; Int. Society of Rock Mech. Commission on the classification of rock and rock masses, Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanical Abstract, 18, 85-110 pp.
- Priest, S.D., and Hudson, J.A.**, 1976, Discontinuity spacing in rock, Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, 13, 135-148.
- Smith, M.R., and Collis, L.**, 2001, Editors, Aggregates: Sand, Gravel and Crushed Rock Aggregates for Construction Purposes, Geological Society, Engineering Geology Special Publication 17, The Geological Society, London, 399 pp..
- Tasong, W.S., Lynsdale, C.J. and Cripps, J.C.**, 1998, Aggregate-cement paste interface: II. Influence of aggregate physical properties, Cement and Concrete Research 28, pp. 1453-1465.
- TSE.**, 1980, TS. 706, Beton Agregaları; Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE.**, 1987, TS. 699, Tabi Yapı Taşları Muayene ve Deneş Methodları; Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE.**, 1987, TS. 7043, Balast-Demiryollarında Kullanılan Taşlar; Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE.**, 1977, TS. 2513, Doğal Yapı Taşları; Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Umut, M., Kurt, Z., İmik, M., Özcan, İ., Sarıkaya, G.**, 1983, Tekirdağ ili-Silivri (İstanbul ili)-Pınarhisar (Kırklareli ili) alanının jeolojisi; MTA. Rap. No:7349 (yayınlanmamış).
- Umut, M., İmik, M., Kurt, Z., Özcan, İ., Ateş, M., Karabıyıköğlü, M., Saraç, G.**, 1984, Edirne ili-Kırklareli ili-Lüleburgaz (Kırklareli)-Uzunköprü (Edirne) civarının jeolojisi; MTA. Rap. No: 7604 (yayınlanmamış).
- Wood, A.M. Muir, Cooper, V.H., Kidd, B.C.**, 1980, Dams and their tunnels, Water Power and Dam Const. 1-IV, February-Mai.
- Venuat, M.**, 1983, "Du Beton Mousse au Beton de Polymeres", Cah., Tech., du Bafiment, No:52, Mai, Paris.

Yayına Geliş - Received : 24.02.04

Yayına Kabul - Accepted : 16.12.04