

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

Geological Engineering Journal

Cilt-Volume 26
Sayı - Number 1 - 2002

ISSN 10116-9172



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

Editörler / Editors

Abidin TEMEL
Hacettepe Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
06532 Beytepe – Ankara
Tel: 0312 297 77 55
Fax: 0 312 299 20 34
E-Posta: atemel@hacettepe.edu.tr

Mehmet ŞENER
MTA Genel Müdürlüğü
Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
Eskişehir yolu, 06520 Ankara
Tel: 0312 2873430/1246
Fax: 0312 286 35 19
E-Posta: mesener@mta.gov.tr

Dinçer ÇAĞLAN
MTA Genel Müdürlüğü
Fizibilite Etütleri Dairesi
Eskişehir yolu, 06520 Ankara
Tel: 0312 2873430/2206
Fax: 0312 286 35 19
E-Posta: dincer@mta.gov.tr

Yardımcı Editörler/ Assistant Editors

Hüseyin YILMAZ
Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas
Sedat TÜRKMEN
Mersin Üniversitesi-Mersin
Yıldırım GÜNGÖR
İstanbul Üniversitesi-İstanbul

Jeoloji Mühendisleri Odası Chamber of Geological Engineers Yönetim Kurulu/ Executive Board

Aydın ÇELEBİ / Başkan – President
Oktay EKİNCİ / II. Başkan- Vice President
İsmet CENGİZ / Genel Sekreter – Secretary General
Dündar ÇAĞLAN / Sayman – Treasurer
Ramazan DEMİRTAŞ/Yayın Üyesi–Secretary of Publication
Buket ECEMİŞ / Mesleki Uygulamalar Üyesi – Professional
Application Secretary
Hatice Erbay ÇALAĞAN / Sosyal İlişkiler Üyesi – Social
Affairs Secretary

Yayın Kurulu / Editorial Board

Musa ALPASLAN (Mersin Üniversitesi)
Kemal AKDAG (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Fehmi ARIKAN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Eşref ATABEY (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Serdar BAYARI (Hacettepe Üniversitesi)
Emel BAYHAN (Hacettepe Üniversitesi)
Berk BESBELLI (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Muazzez ÇELİK (Selçuk Üniversitesi)
Yavuz ERKAN (Hacettepe Üniversitesi)
Okay EROSKAY (Kültür Üniversitesi)
Yurdal GENÇ (Hacettepe Üniversitesi)
Candan GÖKÇEÖĞLU (Hacettepe Üniversitesi)
Ergun GÖKTEN (Ankara Üniversitesi)
Fikret KAÇAROĞLU (Cumhuriyet Üniversitesi)
Erçin KASAPÖĞLU (Hacettepe Üniversitesi)
Halil KUMSAR (Pamukkale Üniversitesi)
Mahmut MUTLUTÜRK (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Eran NAKOMAN (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Faruk OCAKOĞLU (Osman Gazi Üniversitesi)
Nazım OTLU (Cumhuriyet Üniversitesi)
Ahmet SAĞIROĞLU (Fırat Üniversitesi)
Sönmez SAYILI (Ankara Üniversitesi)
Şakir ŞİMŞEK (Hacettepe Üniversitesi)
Tandoğan ENGİN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)
Asuman TÜRKMEÑOĞLU (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
Necati TÜYSÜZ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Reşat ULUSAY (Hacettepe Üniversitesi)
Hasan YAZICIOĞLU (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Jeoloji Mühendisliği Dergisi Makale ve Dizin Ozleri GeoRef ve Geobase/GeoAbstracts Uluslararası Indexler tarafından taranmaktadır.

Jeoloji Mühendisliği Dergisi / Geological Engineering Journal

Cilt 26 Sayı 1-2002
Volume Number

Araştırma Makaleleri / Research Articles

1- YAVUZ, B.A., TÜRK, İSİ. ve KOCA»M,Y.

Muğla Yöresi Mermerlerinin Mineralojik, Kimyasal Fiziksel ve Mekanik Özellikleri
The Mineralogical, Chemical, Physical And Mechanical Properties Of Muğla Regton Marbles

19- ÖZDEMİR,A.

Baa Yapı Malzemelerin Kapiler Su Emme Potansiyelleri
Capillary Water Sorption Potentials Of Some Building Materials

33- ÖZEN, H., SARİFAKIOĞLU, E.

Dağküplü Ofiyoliti île Sivrihisar (Eskişehir) Dolayındaki Ofiyolitlerin Petrografisi ve Jeokimyası

The Petrography And Geochemistry Of Dağküplü Ophiolite Apd Ophiolites Around Sivrihisar (Eskişehir)

Muğla Yöresi Mermerlerinin. Mineralojik, Kimyasal Fiziksel ve Mekanik özellikleri

The Mineralogical, Chemical, Physical And Mechanical Properties Of Muğla Region Marbles

A. Bahadır YAVUZ*, Necdet TÜRK** ve M.Y. KOCA**

*D*E,, Ü., Torbalı Meslek **Yüksekokulu**, Torbalı, İzmir..

†ME D,E.Ö., **Jeoloji Mühendisliği Bölümü**, Bornova, İzmir.

• O Z

Muğla, yöresinde dota, renk ve desen açısından, farklılıklar sunan dört ayrı stratigrafik seviyede mermer üretimi yapılmaktadır. Bu mermer seviyeleri; alttan üste doğru Permokarbonifer yaşlı fiil itler içerisinde bant ve mercerler şeklinde yer alan siyah, mermerler, Triyas yaşlı şistler içerisinde mercerler şeklinde bulunan değişik ton ve desenlere sahip beyaz mermerler,, Üst Kretase yaşlı zımparalı beyaz-grimsi beyaz mermerler ve Paleosen yaşlı renkli Ege Bordo Mermeri Mir. Muğla yöresinde farklı stratigrafik seviyelerde açılmış olan mermer ocaklarından alınan mermer numunelerinin mineralojik, kimyasal fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin birbirleri arasındaki ilişkileri araştırılmıştır.

Muğla yöresi mermerleri, genelde düşük poroziteli, yüksek birim hacim ağırlığına sahip ve yüksek dirençli kayaçlar olup mineral boyutları 22-769 (µ arasında değişmektedir., Mermerlerin, mineral boyutlarının büyümesine bağlı olarak, tek eksenli basma, nokta yükleme, eğilme ve Böhme yüzeysel aşınma dirençleri ile Schmidt darbe dayanımı ve kuru. birim, hacim, ağırlıklarının azaldığı, kuru birim, hacim ağırlığının artmasına bağlı olarak, ise tek eksenli basma, nokta yükleme, eğilme ve Schmidt darbe dayanımlarının arttığı belirlenmiştir. Muğla yöresi mermerlerinin tek eksenli basınç dirençleri (a_c) ile nokta yükleme

dirençleri ($I_s,50$) aralarındaki K katsayısının 15 ila 26 arasında değiştiği ve aralarındaki ilişkinin $a_c = 14.24 I_s + 32$ eşitliği ile tanımlandığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Muğla, Kalsit ve Dolomit,,

SUMMARY

Block marble productions are made at four different stratigraphic level having different texture, colour and pattern in the Muğla region.. These marble levels from bottom to top are **Permocarboniferous** aged- banded and lens shaped white marbles interbedded with the same' aged phyllites, Trias aged white marbles found as lenses within schists with different hue and pattern. Upper Cretaceous aged **emery** bearing white - greyish white marbles and. Paleocene aged red coloured Aegean **Bordeaux** Marble. In this paper the mineralogical, chemical, physical and mechanical properties of the marble samples obtained from **the** working quarries opened at different stratigraphic levels were determined and the variations of these properties were investigated.*

The Muğla region marbles, generally have low porosity, high unit weight and are highly strong rocks having mineral sizes vary between 22 β and 769 ft As the mineral sizes increase, the uniaxial compressive strength, point load strength index, flexural strength and Böhme surface attrition values, Schmidt Hammer values and dry unit weight are found to decrease and as the dry unit weight increases the uniaxial compressive strength, point load strength index, flexural

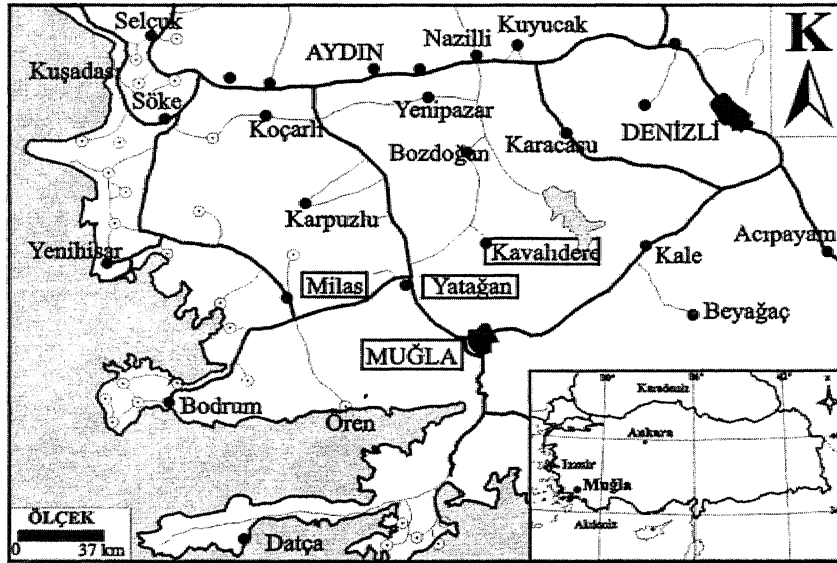
strength, Böhme surface attrition value, Shore hardness index and Schmidt hammer values are found to increase. The ratio between the uniaxial compressive strength (GC) and the point load strength index (Isc50) of the Mugla marbles is found to vary between 15 and 26 and the mean relation is found to be represented by $dc = 14,24 Isc + 32$.

Key Words: Muğla Marble, Dolomite» Calcite

GİRİŞ

Muğla İli yöresi, 1980'li yıllarda, ülkemiz mermer sektöründeki gelişmeye bağlı olarak önemli bir mermer üretim ve işleme merkezi

haline gelmiştir. Yörede, blok mermer üretimi Muğla İli'ne bağlı Yatağan, Milas ve Kavaklıdere ilçeleri ve yakın çevrelerinde yapılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası..

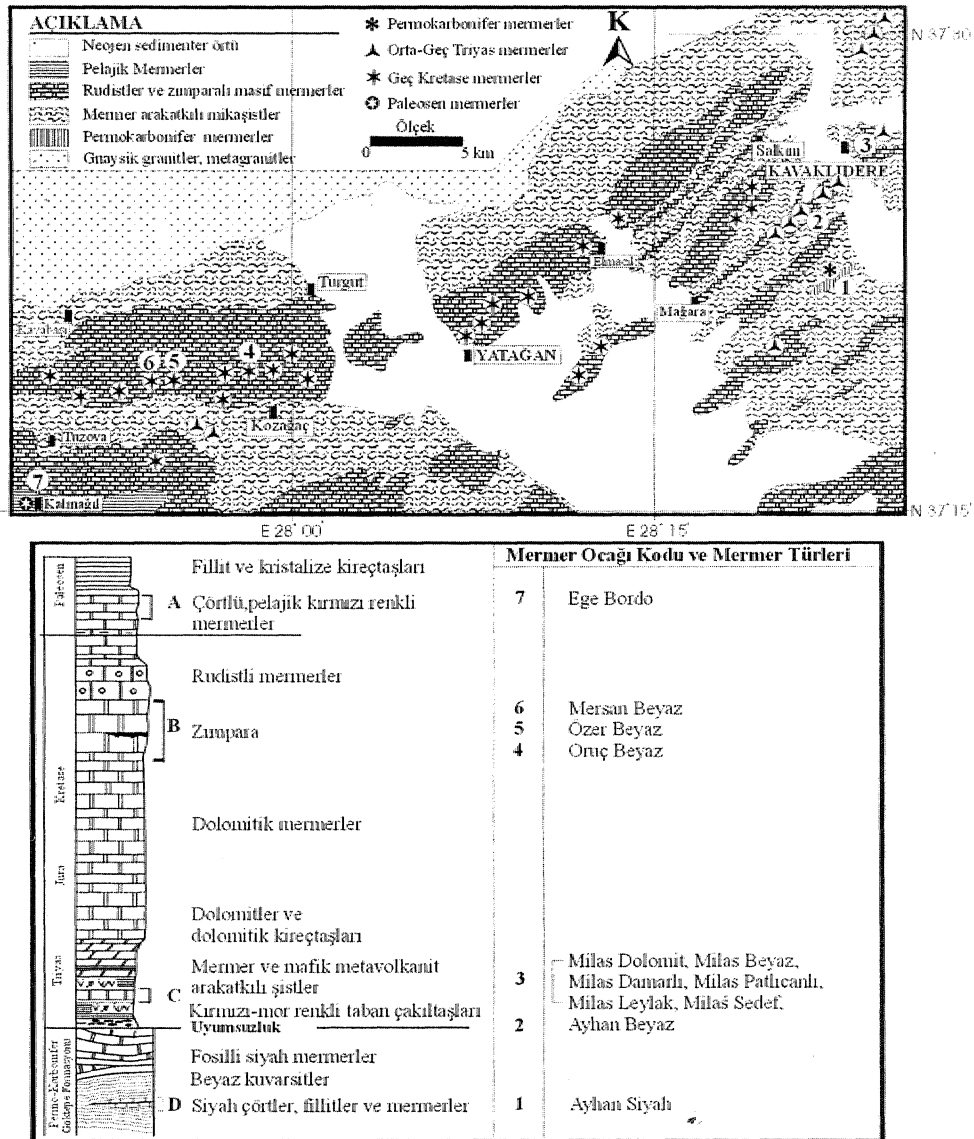
Figure I. The location map of the study area..

Muğla yöresi mermerlerinin, buldukları stratigrafik seviyeye, bağlı olarak, doku, renk ve desenleri farklılıklar sunmaktadır. Bu yörede, dört ayrı stratigrafik mermer seviyesi yer almaktadır (Şekil 2). Bu mermer seviyeleri alttan üste doğru Permokarbonifer yaşlı fosilli siyah mermerler ile

aynı yaşlı fiilitler içerisinde bant ve mercerler şeklinde yer alan siyah mermerler, Triyas yaşlı şistler içerisinde mercer şeklinde yer alan ve değişik ton ve desenlere sahip beyaz, mermerler, Üst Kretase yaşlı zımparalı beyaz-grimsi beyaz mermerler ve Paleosen yaşlı kırmızı renkli pelajik

mermerlerdir., **Muğla** yöresi mermer **ocaklarında**, yatay ve düşey yönlerde farklı renk. ve desenli mermerler **yer almakta** ve bu **nedenle** aynı mermer ocağından, mermer **sektöründe** farklı isimlerle tanımlanmış değişik **mermer** türleri üretilmektedir (Şekil 2).. Bu çalışmada, Muğla ili sınırları

içerisinde, blok mermer üretimi yapılan ve değişik stratigrafik seviyelerde açılmış olan 'mermer ocaklarından alınan mermer numunelerinin mineralojik, **kimyasal**, fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş, be. özelliklerin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır.

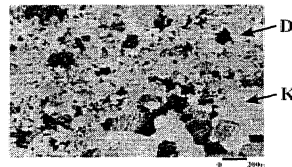


Şekil 2. Çalışma alanına ait genel jeoloji haritası ve stratigrafik kolon kesiti (Kun ve diğ., 1999'dan değiştirilerek).

Figure 2. The geological map and stratigraphic coloumner-section of the study area partially changed from (Kun ve diğ., 1999).

JEOLOJİ

Muğla, yöresi mermer ocakları Menderes Masifi'nin güney kanadında yer almakta olup, bu yörede mermer yalıkları Menderes Masifi'nin örtü serileri olarak adlandırılan birimler içerisinde yer almaktadır (Kun ve diğ., 1999). Muğla yöresinde örtü serisinin en altında siyah mermer mercikleri ve çörtler içeren fillitlerle başlayan ve beyaz kuvarsitler ve fosilli siyah mermerlerle devam eden Permokarbonifer yaşlı Göktepe Formasyonu yer almaktadır (Kun ve diğ., 1999) (Şekil 2). Göktepe Formasyonunun üzerine uyumsuz olarak, kırmızı-mor taban çakıltaşlarıyla başlayan ve Orta-Üst Triyas'tan Paleosen'e kadar olan zaman aralığında çökelmiş ve sürekli olan kaim bir karbonat platformu yer alır. Karbonat istifinin alt seviyelerinde, değişik boyutlarda mermer mercikleri ile mafik metavolkanit mercikleri içeren Geç Ladinien-Karnien yaşlı şistler yer almaktadır. Şistler üzerine uyumlu olarak Triyas yaşlı dolomit ve dolomitik kireçtaşları ile Jura yaşlı kaim bir dolomiti k mermer seviyesi yer alır (Şekil 2). Bu birimin üzerinde, Geç Kretase yaşlı, zımpara içerikli mermerler yer almaktadır. Yörede Geç Kretase yaşlı platform karbonatları üzerinde, Paleosen yaşlı çörtlü kırmızı renkli pelajik kireçtaşları bulunur. Brinkman (1.967) tarafından Kızılağaç Formasyonu olarak adlandırılan birim, Geç Kretase yaşlı karbonat kayaları üzerinde uyumlu bir dokanak boyunca yer almaktadır (Kon ve diğ., 1999) (Şekil 2).



D: Dolomit K: Kalsit

Şekil 3. (a) Milas Beyaz (b) Milas Patlıcanlı mermerlerinin polarizan mikroskop altındaki görüntüleri (Yavuz., 2001).

Figure 3. The view of Milas White And Milas Dark Lilac marbles under the polarized microscope (Yavuz., 2001).

MİNERALOJİK ÖZELLİKLER

Muğla yöresi mermerlerinin mineralojik incelemeleri, mermer ocaklarında renk ve desen açısından farklılıklar sunan değişik bölümlerden alınan, taze-aynışmamış kaya numuneleri üzerinde yapılmıştır. Araştırma için alınan mermer örnekleri üzerinde, ocaklarda göz lene n yönlenmeye dik ve paralel konumlarda olmak üzere ikişer adet ince kesit yaptırılmış ve hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiştir. Mermerlerin mineral yüzdeleri polarizan mikroskoba monte edilen nokta sayıcı aleti ile belirlenmiştir (Çizelge!). Kalsit mineralinden oluşan mermerlerde granoblastik doku gözlenmektedir (Şekil 3a). MgO oranı yüksek, dolomitik mermerlerde ise heteroblastik doku gözlenmektedir (Şekil 3b). Dolomitik mermerlerde iri kalsit minerallerinin ($378 \mu\text{m} \pm 132$) yanısıra, ince dolomit mineralleri de ($60 \mu\text{m} \pm 23.9$) doku içerisinde yer almaktadır (Çizelge 1). İnce kesitlerde dolomit ile kalsit mineralleri gümüş kromat yöntemi ile boyanarak ayımlanmışlar ve yüzdelik oranları belirlenmiştir (Çizelge 1) (Lemberg., 1892).

Granoblastik doku gözlenen Oruç Beyaz, Özer Beyaz ve Mersan Beyaz gibi, üst Kretase yaşlı zımparalı mermerlerin mineral boyutları, diğer seviyelerde üretilen mermer türlerine oranla daha iri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Muğla Yöresi Mermerlerinin Mineralojik Bileşimi ve Mineral Boyutları (Yavuz., 2001).
Table 1. The Mineralogical Compositioe. and Mineral Sizes of the Muğla Marbles (Yavuz., 2001).

Mermer Tirü ; Mermer ; Mineral. Boyutu	Mimerai Bileşimi
I Ocağı Kod« (j) N=100 (Şekil 2)	(%D)
Ayhan Siyah ! 1 ! 156 ± 68.	Kalsit (% 92), Dolomit (% 8) Muskovit j
• ^ :	(Yönlenme gözleniyor)
Milas Dolomit 2 22 ± 1,6	Dolomit (% 92), Kalsit (%8)
Milas Beyaz • 2 437 + 162,	Kalsit (% 100)
Milas Damarlı : 2 470 ± 150	Kalsit (% 99), Muskovit+Opak (% 1)
Milas Sedef 2 : : 378 ± 132	Kalsit (% 66)
49.2 ± 19.47	Dolomit (% 34)
: Milas Patlıcanlı 2 285.38 ± 91.7	Kalsit (% 76)
İ 60.90 ± 23.,9 •	Dolomit (% 24)
! i	(Yönlenme gözleniyor)
Milas Leylak : 2 367.45 ± 105.6	Kalsit (% 78)
57.9 ± 21.66 I	Dolomit (% 22)
Ayhan Beyaz 3 : 7691291	Kalsit (% 100)
: Oruç Beyaz 4 768 ± 303	Kalsit (% 100)
Özer Beyaz 5 600 ± 216	Kalsit (% 100)
	(Yönlenme gözleniyor)
Mersan Beyaz j 6 625 ± 236	Kalsit (% 100)
j	(Yönlenme gözleniyor)
Ege Bordo 7 j 319 ± 114 "	Kalsit (% 88), Kuvars (% 4), :
;	Amfibol (% 2-3), Muskovit j
1 . (% 2-3), Epidot (% 1 -2), Opak (% 1) !	

N= Ölçüm sayısı

1: Ayhan Siyah, 2: Ege Maden, 3: Ayhan Beyaz, 4: Oruçoğlu, 5: özer ,6: Mersan ,7: Ege Bordo

KİMYASAL BİLEŞİM

Muğla yöresinde değişik stratigrafik konumlardaki mermer seviyeleri içerisinde açılmış ve halen işletilmekte olan mermer ocaklarının farklı seviyelerinden alınan taze mermer örneklerinin, atomik absorpsiyon cihazı kullanılarak kimyasal analizleri yapılmış ve deneylerin sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Ayrıca, bu kimyasal analizlerde yüksek oranda MgO içerdiği belirlenen dört numunenin XRD'si çekilmiş ve bu mermerlerde dolomit ile kalsit

minerallerinin varlığı kamlanmıştır (Şekil 1 4).. Muğla yöresi, mermerlerle kimyasal analiz sonuçları onların jeolojik yaşlarına bağlı olarak kimyasal içeriklerinde belirgin bir farklılığı olmadığını göstermektedir (Çizelge 2), Kimyasal analizler dolomitik mermerlerde MgO oranının % 2.5-17 arasında değiştiğini ve mermerlerin MgO ve CaO oranlarının toplamının % 53.5 ± 2.5 olduğunu ve kızdırma kayıplarının % 38*24 ile % 45,05 arasında değiştiği gözlenmiştir.,

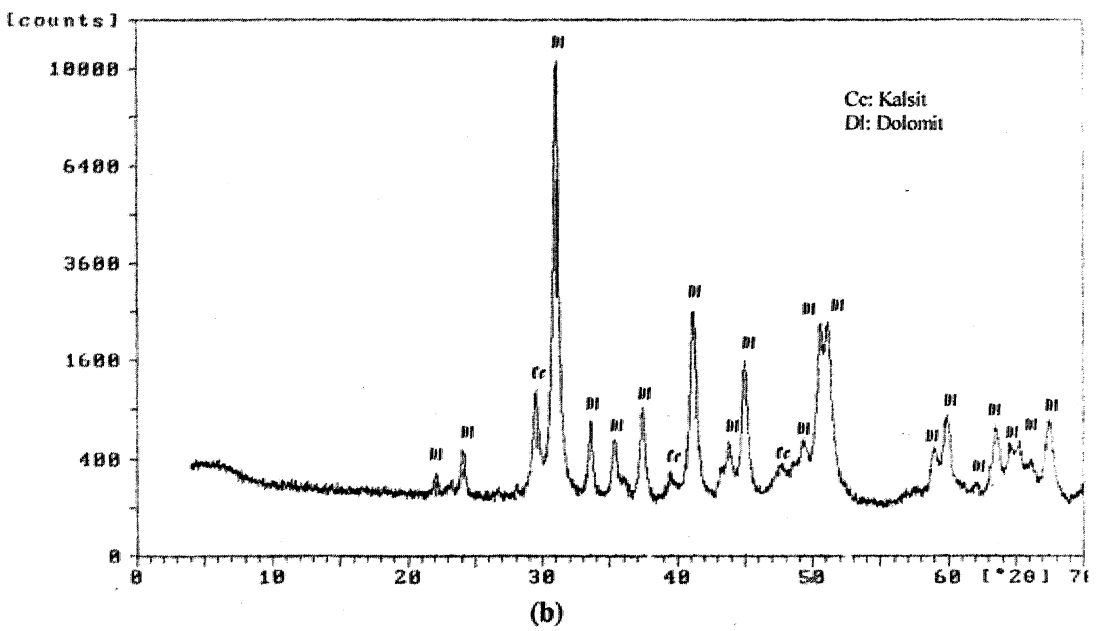
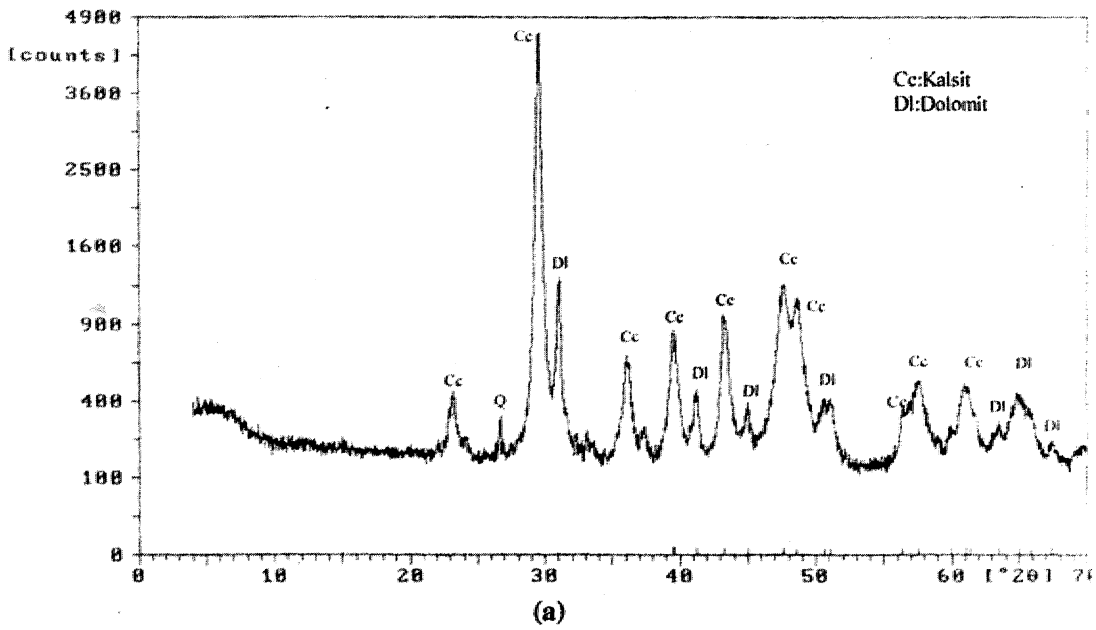
Çizelge 2: Muğla Yöresi Mermerlerinin Kimyasal Bleşimleri (Yavuz,, 2001).

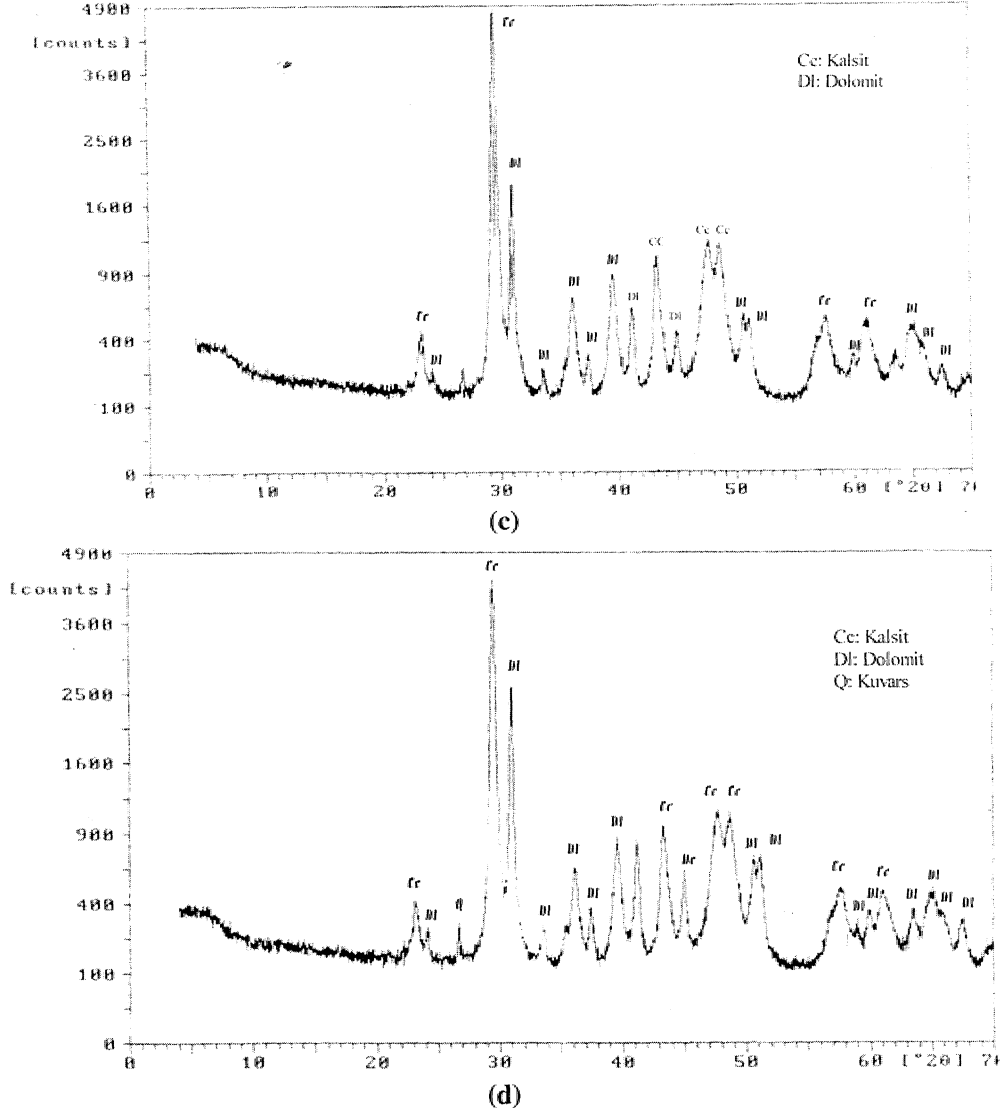
Table 2. The Chemical Composition of the Muğla Marbles (Yavuz., 2001).

Mermer Türü	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO	MnO	K.Kayb
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Ayhan Siyah*	0.42	0.309	0.718	3.591	50.5	0.022	0.021	0.11	0.006	43.70
Milas Dolomit*	0.12	0.016	0.121	17.16	35.2	0.003	0.003	0.00	0.18	46.71
Milas Beyaz	0.27	0.065	0.06	0.59	54.7	0.001	0.001	0.00	0.006	43.67
Milas Damarlı	0.23	0.065	1.424	4.21	49.9	0.004	0.004	0.00	0.189	43.93
Milas Sedef*	0.04	0.016	0.0133	6.45	48.2	0.001	0.002	0.00	0.012	45.05
Milas Patlıcanlı*	0.065	0.279	4.937	49.5	0.005	0.004	0.00	0.036		44.41
Milas Leylak	0.00	0.035	0.136	6.96	47.1	0.001	0.000	0.00	0.026	44.79
Ayhan Beyaz	0.12	0.016	0.030	0.534	54.8	0.001	0.004	0.00	0.012	43.67
Oruç Beyaz	1.19	0.016	0.012	0.253	55.5	0.001	0.002	0.00	0.0004	43.89
Özer Beyaz	0.08	0.016	0.048	1.207	54.6	0.003	0.017	0.00	0.0002	43.45
Mersan Beyaz	0.64	0.358	0.218	0.562	54.8	0.001	0.016	0.00	0.004	43.45
Ege Bordo	0.58	0.176	1.424	0.618	47.8	0.42	0.33	0.11	0.358	38.24

* XRD grafiği çekilen mermer numuneleri.

†: Marble samples which have XRD^h





Açıklama

a) Ayhan Siyah b) Milas Dolomit c) Milas Sedef d) Milas Patlıcanlı

Şekil 4. Muğla yöresi mermerlerine ait XRD grafikleri.

Figure 4. The XRD graphs of the Muğla marbles.

FİZİKSEL ÖZELLİKLER

Muğla yöresi mermerlerinin fiziksel özellikleri Türk Standartları (TS 699)*da önerilen deneylerle belirlenmiş ve yapılan deneylerin sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Muğla yöresi mermerleri, International Association of Engineering Geology (Anon, 1979)*'nin sınıflandırmasına göre yüksek birim hacim ağırlığına sahip düşük poroziteli

kayaçlar grubuna girmektedirler. İri mineralli olan Üst Kretase yaşlı mermerlerinin (Oruç Beyaz, Özer Beyaz ve Mersan Beyaz) porozite ve ağırlıkça su emme oranlarının dolomitik mermerler ile yöredeki diğer mermer türlerine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (ÇizelgeS).

Çizelge 3: Muğla Yöresi Mermerlerinin Fiziksel Özellikleri (Yavuz, 2001).

Table 3. The Physical Properties of Muğla Marbles (Yavuz, 2001).

Mermer Türü	Birini Hacim Ağırlığı (Kuru) (kN/m ³)	Birim Hacim Ağırlığı (Suya Doygun) (kN/m ³)	P'orozite (%)	Ağırlıkça. Su Emme (%)	Boşluk Oram (%)	Don Sonrası Ağırlık Kaybı (%)
Ayhan Siyah	27.2010.03	27.22±0.03	0.25010.0	0.0910.01	0.26010.0	*
Milas Beyaz	27.2510.06	27.2610.06	0.108±0.0	0.04±0.01	0.10910.0	*
Milas Dolomit	28.04 ±0.12	28.08±0.12	0.437±0.0	0.15±0.02	0.439±0.0	0.2610.03
Milas Damarlı	27.18±0.02	27.19±0.02	0.10210.0	0.04±0.01	0.102±0.0	*
Milas Sedef	27.36±0.06	27.39±0.06	0.230±0.0	0.08±0.01	0.231±0.0	*
Milas Pathcanlı	27.6110.26	27.62±0.27	0.165±0.0	0.06±0.02	0.166±0.0	*
Milas Leylek	2730±0.06	273110.06	0.101 0.02	0.0410.07	0.1010.02	*
Ayhan Beyaz	27.1510.05	27.1710.05	0.15810.0	0.0610.01	0.15810.0	0.0910.002
Oruç Beyaz	27.1110.09	27.1410.09	0.30810.0	0.1110.01	0.30910.0	0.2810.023
Özer Beyaz	27.0310.04	27.0710.03	0.40710.0	0.1510.01	0.409±0.0	0.35±0.078
Mersan Beyaz	27.0410.02	27.0710.02	0.37210.0	0.14±0.05	0.37310.0	0.32±0.063
Ege Bordo	27.4210.03	27.43±0.03	0.18410.0	0.0710.02	0.18510.0	*

* Don sonrası ağırlık kaybı gözlenmeyen, numuneler.

N: Deney Sayısı

MEKANİK ÖZELLİKLER.

Muğla yöresi mermerlerinin mekanik özellikleri TS 699'da önerilen 3»ntemlere uygun olarak yapılan deneylerle belirlenmiş olup» elde edilen sonuçlar Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir. Mermerler,, tek eksenli basınç dirençleri açısından Deere ve Miller (1966)*e göre yüksek-aşm yüksek dirençli kayalar grubuna girmektedirler. Ayhan Siyah, Milas Patlıcanlı, Özer Beyaz ve Mers an Beyaz gibi belirgin yönlenmeler sunan mermerler, yönlenmeye paralel yüklemelerde» dik yüklemelere oranla daha. düşük yükler altında kırıldıkları saptanmıştır (Çizelge 4).. Ayrıca, Oruç Beyaz, Özer Beyaz ve Mersan Beyaz gibi Üst Kretase yaşlı mermerlerin donma-çözülme sonrası tek eksenli basınç dirençlerinin belirgin oranda azaldığı saptanmıştır { Çizelge 4).

Nokta yükleme direnci deneyleri, düzgün kesilmiş "5 cm lik küp numuneler üzerinde ve mermerlerde gözlenen, yönlenmelere dik ve paralel konumlu olmak üzere iki ayrı şekilde yapılmıştır (Çizelge 4). Muğla yöresi mermerleri.» nokta yükleme direnci indeksi değerleri dikkate alındığında Bieniawski (1975)'e göre yüksek-çok yüksek dirençli kayalar grubuna. girmektedirler(Çizelge 4). Yönlenme sunan mermerlerin,» yönlenmeye paralel yüklemelerde, yönlenmeye dik yüklemelere oranla daha düşük. yükler altında, kırıldıkları saptanmıştır (Çizelge 4). •

Muğla yöresi mermerleri üzerinde yapılan eğilme direnci, Böhme yüzeysel aşınma direnci,

Shore sertliği ve Schmidt darbe dayanımı testleri sırasıyla TS 699 ve ESRM (1981) standartlarına uygun olarak, yapılmış ve sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü gibi yöredeki diğer mermer türlerine oranla daha iri kristalli olan Üst Kretase yaşlı mermerlerin (Oruç Beyaz, Özer Beyaz, Mersan. Beyaz) eğilme ve darbe dirençlerinin daha düşük,, shore sertliği ve Schmidt darbe dayanım değerlerinin ise aynı mertebelerde olduğu belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Üst Kretase yaşlı zımparalı mermerleri (Oruç Beyaz» Özer Beyaz ve Mersan Beyaz) mineral boyutlarının, yer yer dolomitik olan Triyas yaşlı. mermerlere oranla (Milas Beyaz, Milas Damarlı, Milas Leylak vb) daha iri. olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Mermerlerin genelde CaCO₃ oranlarının % 50'den fazla olduğu, dolomitik mermerlerin % 2.5-17 arasında MgO içerdiği ve CaO + MgO oranı toplamlarının % 53.5 ± 2.5 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, mermerlerin kızdı rma kayıplarının % 38.24 ile % 4.5,05 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Üst. Kretase yaşlı mermerlerin porozite ve ağırlıkça su emme oranları ile don sonrası ağırlık kaybı yüzdelerinin, Triyas yaşlı dolomitik mermerlere oranla» daha yüksek olduğu ve mermerlerin birim hacim ağırlığı değerlerinin 2,7 mertebesinde olduğu belirlenmiştir..

Çizelge 4. Muğla Yöresi Mermerlerinin Tek Eksenli Basınç direnci ve Nokta
Yükleme: Dayanım İndeksleri (Yavuz., 2001).

Table 4. The Uniaxial Compressive Strength and Point Load Strength Index Values of the Muğla
Marbles (Yavuz., 2001).

Mermer Türü	N	Ged (MPa)	N	CTCp (MPa)	N	ocdd (MPa)	N	IsSOd (MPa)	Ni	Is50p (MPa)
Ayhan Siyah	9	119.7 ± 17.0	9	76.5 ± 27.3	1	103.4 ± 12.1	9	5.99 ± 1.37	8	3.09 ± 130.1
Milas Beyaz	13	99.0 ± 18.9	-	-	7	98.7 ± 14.1	20	6.0 ± 0.97	-	-
Milas Damarlı	11	99.4 ± 21.8	-	-	8	90.5 ± 12.7	12	6.1 ± 0.73	-	-
Milas Sedef	13	131.6 ± 14.2	-	-	7	129.2 ± 13.1	9	6.55 ± 0.89	-	-
Milas Dolomit	8	159.2 ± 11.2	-	-	-	-	10	6.94 ± 0.55	-	-
Milas Patlıcanlı	9	155.5 ± 7.6	9	140.7 ± 7.6	7	152.2 ± 3.5	11	7.23 ± 0.36	9	5.82 ± 0.56
Milas Leylak	10	100.4 ± 11.7	-	-	8	99.6 ± 11.1	12	6.84 ± 1.32	-	-
Ayhan Beyaz	10	83.7 ± 11.5	-	-	6	78.6 ± 7.4	10	3.83 ± 0.6	-	-
Oruç Beyaz	9	73.6 ± 3.7	-	-	9	67.5 ± 5.5	10	2.51 ± 0.56	-	-
Özer Beyaz	10	70.1 ± 10.3	9	61.7 ± 4.0	7	50.2 ± 7.5	11	2.62 ± 0.48	12	2.82 ± 0.86
Mersan Beyaz	10	67.7 ± 7.4	8	54.5 ± 4.4	7	60.4 ± 3.5	-	-	-	-
EgeBordo	9	116.8 ± 11.9	-	-	9	111.4 ± 10.7	10	5.06 ± 1.46	-	-

$\bar{\sigma}_{cd}$: İksel tabakalanma düzlemlerine dik konumlu tek eksenli basınç direnci. $\bar{\sigma}_{cp}$: İksel tabakalanma düzlemlerine- paralel konumlu tek eksenli basınç direnci, $\bar{\sigma}_{cdd}$: İksel tabakalanma düzlemlerine dik konumlu, don. sonrası tek eksenli basınç direnci **Is50d**: İksel tabakalanma düzlemlerine dik konumlu nokta yükleme dayanım indeksi. **Is50p**: İksel tabakalanma düzlemlerine paralel konumlu nokta yükleme dayanım indeksi. N: Deney Sayısı.

Muğla yöresi mermerlerinin tek. eksenli basınç dirençlerinin 67.7 Mpa ile 119.7 Mpa arasında değiştiği ve yönlenmeye paralel yüklemelerde, basınç dirençlerinde belirgin azalma olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Yöre: mermerlerinin, tek.

eksenli basınç dirençleri açısından Deer ve Miller 1966'nın sınıflandırmasına göre yüksek dayanımlı kayalar grubuna girmektedirler. Ayrıca iri kristalli Üst Kretase mermerlerinin don sonrası tek eksenli basınç değerlerinde belirgin oranda azalma olduğu saptanmıştır.

MgO oranı yüksek ve ince kristalli dolomit mineralleri içeren mermerlerin» MgO oranı düşük, iri kristalli kalsit mineralleri içeren mermer türlerine oranla/daha yüksek tek eksenli basınç, eğilme, darbe ve böhme yüzeysel aşınma direnci ile daha yüksek nokta yükleme dayanım, indeksi değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 1,2,4 ve 5).

Çizelge 5: Muğla Yöresi. Mermerlerinin Eğilme Direnci, Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci,

Darbe Direnci,, Shore Sertliği, ve Schmidt Darbe Dayanımları (Yavuz,, 2001).

Table 5. The Bending Strength, Böhme Abrasslon Resistance, Impact Srtength Shore Hardness Value and Schmidt Rewound Value of the Muğla Marbles (Yavuz,, 200 i)..

Mermer Türü	N	Eğilme Direnci (MFa) (o cd)	N'	Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (ctfVSÖ cm ²)	N	Shore Sertliği	Nj	Darbe Direnci (M. mm/m m ³)	N	Scimld t Darbe Dayanı mı
Ayhan Siyah	5	19.7±3.9	5	18.6±1.54	7	47.5014., 78	9	4.6010.9	12	59.311.069
Milas Beyaz	5	16.6±3.2	5	21.011.26	6	45.5214.98	1	2.8710.9	2	56,811.047
Milas Damarlı	5	15±1.5	5	21.0±2.53	3	47.4114.83	1	2.781 i, 2		.
Milas Sedef	6	21.8±1.3	15	20.0±2.31	7	48.1513..94	1	3.9510.7		-
Milas Dolomit	6	25.011.8	5	18.011.0		-	7	4.7710.8		~
Milas Patlıcanlı	6	25.813.8	5	24.011.5	8	51.6512..31	9	6.6011.8	2	65.4±1.04
Milas Leylak	5	25.7±2.9	5	21.011.54	9	49.5013.79	1	3.5411.1		
Ayhan Beyaz	5	18.0±0.14	5	26.0±2.0	7	43.2614.98	1	2.1210.4	2	43.6±4.098
Oruç Beyaz	5	9.4 ±2.6	15	34.011.6	7	36.9815..65	1	1.40±0.5	2	52.6±0.05
Özer Beyaz	5	8.9 ±1.5	6	29.710.87			1	1.2010.7	2	52.811.039
Mersan Beyaz	5	9.210.75	5	31.4013.82			1	1.3010.7		-
Ege Bordo	5	23.711.4	5	21.,0913.5.5	6	51..6012.94	1	7.5012.0	2	56.. 110.087

N= Denev Sayısı 0 cd : İlksel tabakalanma düzlemlerine dik konumlu eğilme direnci..

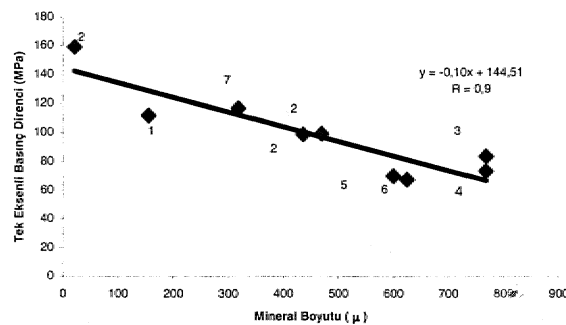
Yurt içi ve yurt dışında oldukça iyi tanınmış olan Muğla yöresi mermerlerinin fiziksel özellikleri,, Mekanik özellikleri açısından ise tek eksenli basınç, don sonrası tek eksenli basınç, eğilme ve darbe direnci **değerleri** doğal yapıtaşı olarak kullanımları açısından (Çizelge 3 ve 6). Türk standartlarında öngörülen sınır değerler içerisinde yer alırken, Böhme yüzeysel aşınma direnci değerlerinin iri. mineralli olan bazı mermer türleri için (Ayhan Beyaz, Oruç Beyaz, Özer Beyaz ve Mersan Beyaz) sınır değerleri aştığı saptanmıştır (Çizelge 4-5 ve 6).

Muğla yöresi mermer ocaklarından alınan değişik mermer türlerinin mineral boyutları ile Çizelge 6. Mermer ve Kalsiyum Karbonat. Bileşimli. Kayaçların Doğal Yapı Taşı Olarak

Kullanılabilmesi İçin. Sahip Olmaları, Gereken Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Sınır Değerleri (TS 10449).

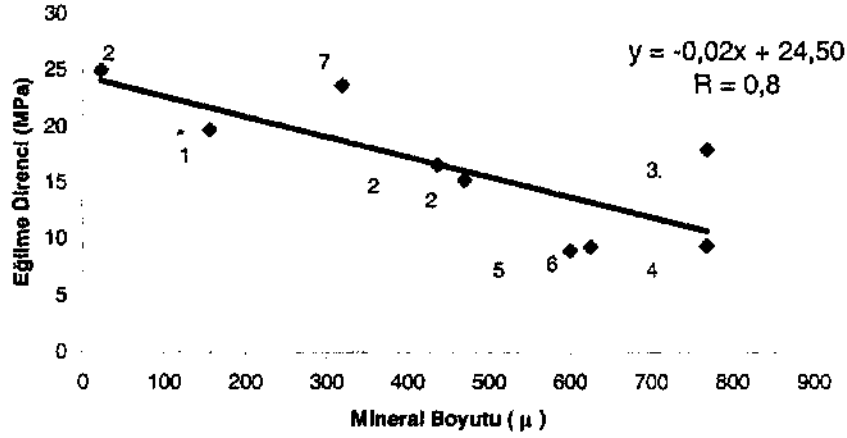
Table 6. Required Physical and Mechanical Properties of Marbles and Carbonate Rocks for Their Use as Natural Building Stone (TS 10449),

Fiziksel Özellikler	Sınır Değer	Mekanik Özellikler	Sınır Değer
Ağırlıkça Su Emme (%)	< 0.4	Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa) (Döşeme)	> 50
		Tek Eksenli Basınç Direnci. (MPa) (Kaplama)	> 30
Doluluk Oranı (%)	> 98	Eğilme Direnci (MPa)	> 6
Don Sonrası Ağırlık Kaybı (%)	< 1	Don Sonrası. Basınç Direnci (MPa)	> 30
		Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci (cm³/ 50 cm²) (Döşeme)	< 15
		Böhme Yüzeysel Aşınma Direnci. (cm³/50 cm²) (Kaplama)	< 25
		Darbe Dayanımı (N.mm/mm ³) (Döşeme)	> 0,6
		Darbe Dayanımı (N.mm/mm ³). (Kaplama)	> 0,4

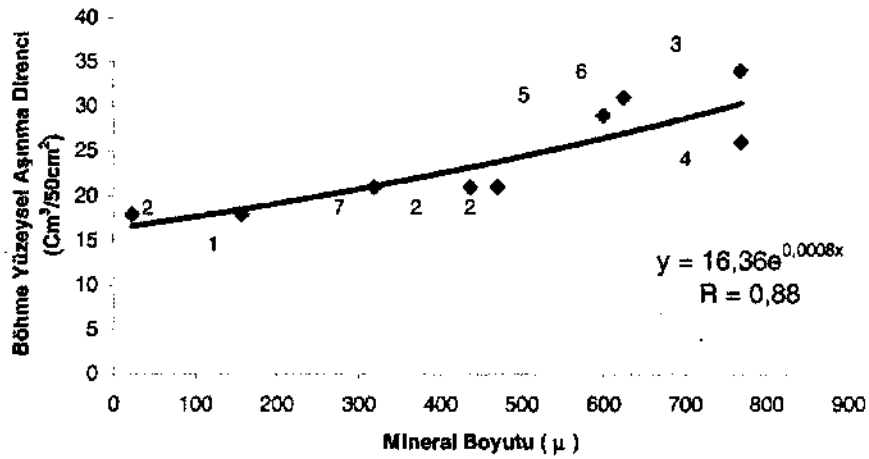


Şekil 5. Muğla yöresi mermerlerinin mineral boyutları ile tek. eksenli basınç dirençleri arasındaki ilişki.,

Figure 5. Relation between the mineral sizes and the uniaxial compressive strengths of Muğla marbles (Yavuz,, 2001),,

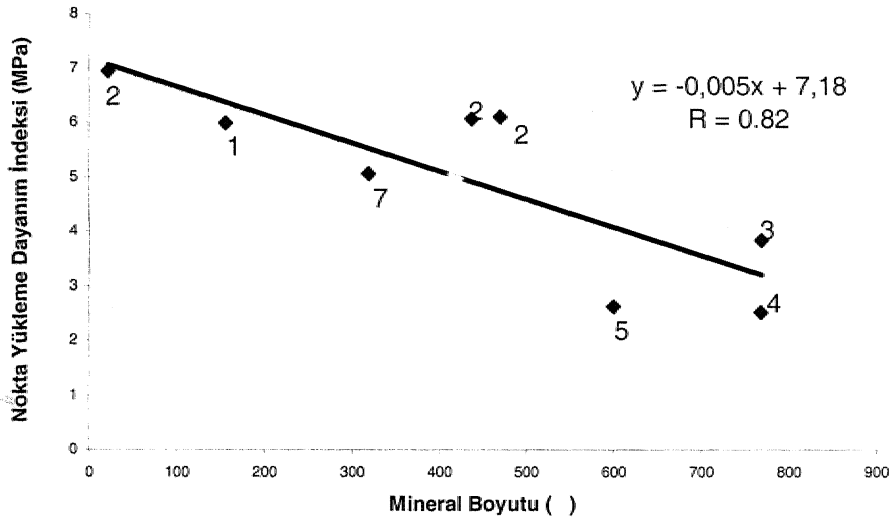


Şekil 6. Muğla yöresi mermerlerinin mineral boyutları ile eğilme dirençleri arasındaki ilişki.
Figure 6. Relation between the mineral sizes and the bending strengths of Muğla marbles (Yavuz., 2001).



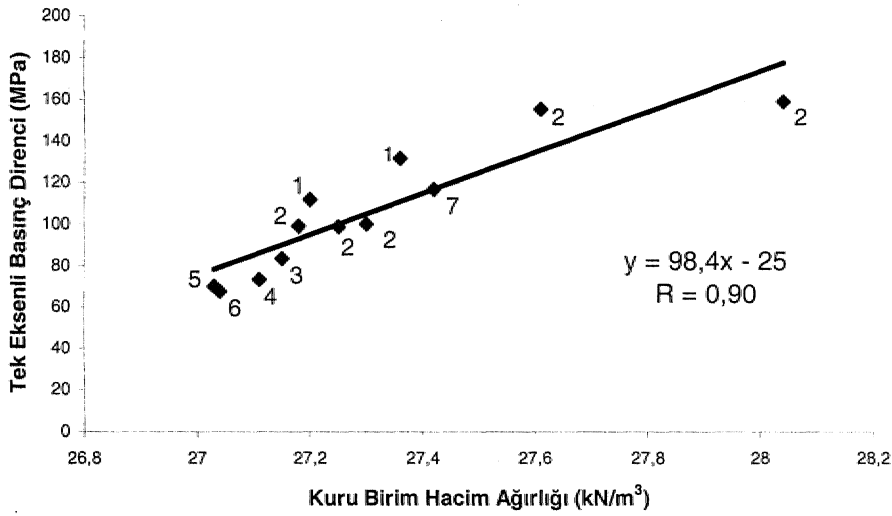
Şekil 7. Muğla yöresi mermerlerinin mineral boyutları ile Böhme yüzeysel aşınma dirençleri arasındaki ilişki.

Figure 7. Relation between the mineral sizes and Bohme abrasion resistances of the Muğla marbles (Yavuz., 2001).



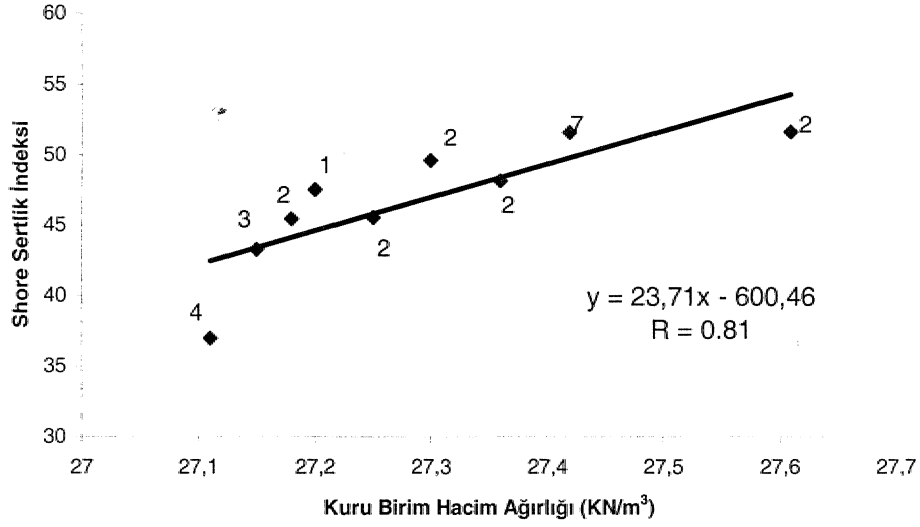
Şekil 8. Muğla yöresi mermerlerinin mineral boyutları ile nokta yükleme dayanım indeksleri arasındaki ilişki.

Figure 8. Relation between the mineral sizes and point load index values of the Muğla marbles.



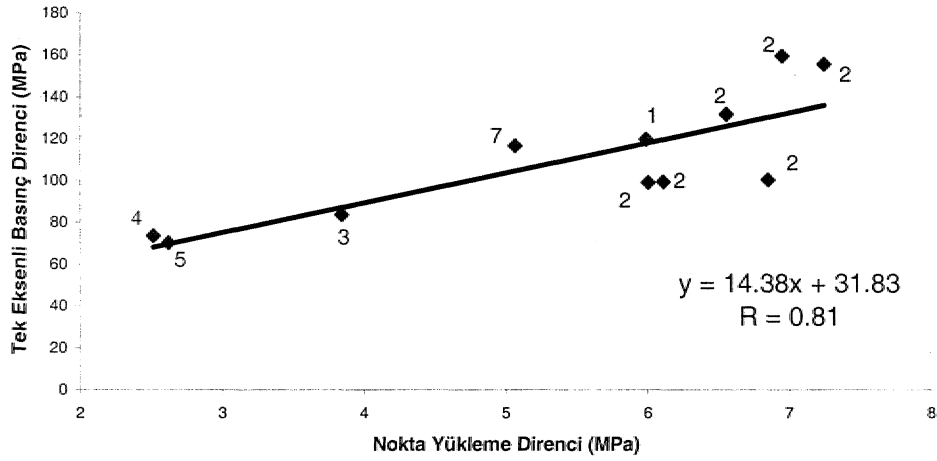
Şekil 9. Muğla yöresi mermerlerinin kuru birim hacim ağırlıkları ile tek eksenli basınç dirençleri arasındaki ilişki.

Figure 9. Relation between the dry unit weights and the uniaxial compressive strengths of the Muğla marbles.



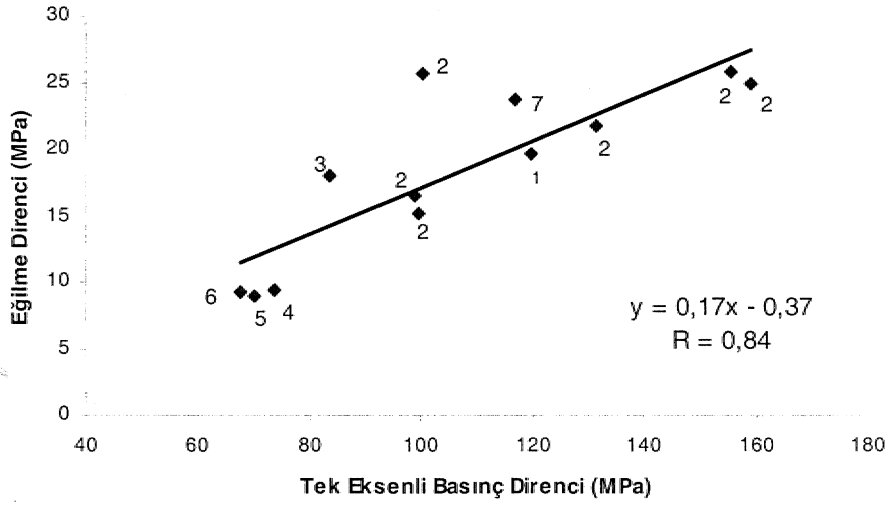
Şekil 10. Muğla yöresi mermerlerinin kuru birim hacim ağırlıkları ile Shore sertlik indeksi arasındaki ilişki.

Figure 10. Relation between dry unit weights and the shore hardness values of the Muğla marbles.



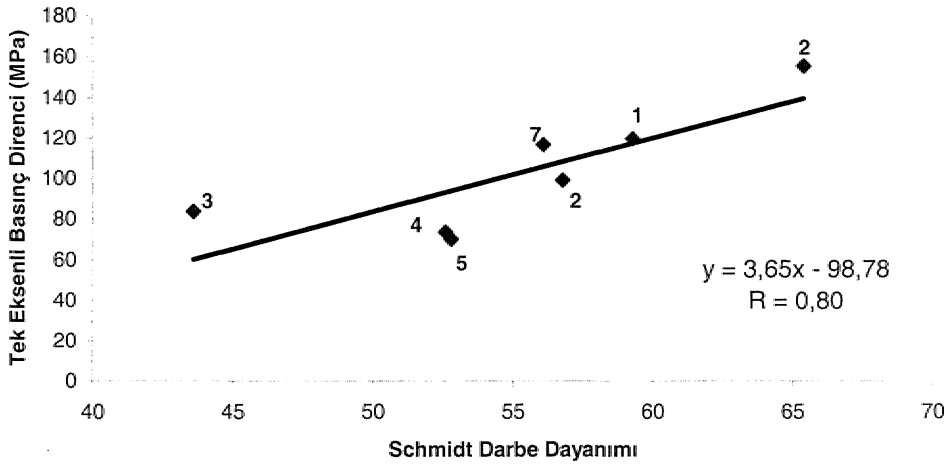
Şekil 11. Muğla yöresi mermerlerinin nokta yükleme dirençleri ile tek eksenli basınç dirençleri arasındaki ilişki.

Figure 11. Relation between the uniaxial compressive strengths and the point load index value of the Muğla marbles.



Şekil 12. Muğla yöresi mermerlerinin tek eksenli basınç dirençleri ile eğilme dirençleri arasındaki ilişki.

Figure 12. Relation between the uniaxial compressive strengths and the bending strengths of the Muğla marbles.



Şekil 13* Muğla yöresi mermerlerinin Schmidt çekici darbe dayanımı ile tek eksenli basınç dirençleri arasındaki ilişki..

Figure 13. Relation between the uniaxial compressive strengths and the Schmidt rebound hardness value of the Muğla marbles.

Kuru birim hacim ağırlıklarının artışına bağlı olarak tek eksenli basınç dirençleri (Şekil 9) ile Shore sretlik indeksi değerlerinin (Şekil 10) arttığı belirlenmiştir.

Yüksek tek eksenli basınç direncine sahip olan mermerlerin yüksek nokta yükleme dayanım indeksli oldukları ve tek eksenli basınç dirençleri sie nokta yükleme dayanım indeksleri arasında $a_c = 14.24 \text{ Is}50 + 32$ denklemi ile tanımlanan doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir... Ayrıca mermerlerin tek eksenli, basınç dirençlerinin artışına bağlı olarak eğilme dirençleri ile (Şekil 12), Schmidt darbe dayanımlarının (Şekil 13) arttığı saptanmıştır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada,, mermer örneklerinin mineralojik ve petrografik .incelemesinde yardımcı olan Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Osman CANDAN ve XRD grafiklerinin yorumlanmasında yardımcı olan Yard.Doc.Dr. Mümtaz Çolak*a, makale taslağını inceleyerek değerli katkılarını koyan Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Prof.Dr.Seyfi KUKALSIZ'a ve Konya Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim Üyesi Doç.Dr. Muazzez ÇELİK KARAKAYA'ya ve arazi çalışmalarım esnasında her türlü imkanı sağlayan Ege Maden, Onıçoğlu, Mersan, Özer ve Ayhan Mermer Firmaları yetkililerine teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Anon, 1979, Classification of rocks, and soils for engineering geological mapping,. Part I-Rock and soil materials; Bull.Int. Ass.Eng Geol, 19, 364-371.

Bieniavski, Z.T., 1975, Rock mass classification in rock engineering. Proc. Symp.

Exploration for Rock Engineering., Johannesburg., 1,97-106.

Brinkman, R., 1967, Die Südflanke des Menderes Massive Me Milas, Bodrum und ören, Scient Report of Faculty of Science, Ege University., 43p, 12,2 abb., 1 Tab.,, İzmir-Bornova.

DeereJD.U., & MillerJR.P., 1966, Engineering classification and index properties for intact rocks.. Report A.FWL-TR-65-116... Air Force Weapons Laboratory (WLDC) Kirtland Air Force Base,, New Mexico.

I.S.R.M 1981.,, International. Society for Rock Mechanics Suggested Methods Rock Characterization,, Testing and Monitoring.E.T. Brown., (ed), Pergamon Press,Lon.don, 211 pp..

Run, M., Güngör, T, ve Erdoğan., B.,, 1999, Menderes Masifindeki Mermer Yataklarının Stratigrafik Konumlan ve özellikleri., I, Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 46-53. İzmir.

Lemberg. J., 1892, Zur microchemischen Untresuchung einiger Minerale; Zeitschr. Deutsch.g6ol. Gesellsch., vol. 44, pp.. 224-242,

T.S. 699/ Ocak. 1987.,. ILD..K, 691.2 Doğal yapı taşları-muayene ve deney metodları.

T.S- 10449/ Ekim. 1991., Mermer - kalsiyum karbonat esash-yapı ve kaplama taşı olarak kullanımları.,

Yavuz.A.B., 2001., Muğla Yöresi .Mermer Ocaklarında Blok Mermer Üretimini Etkileyen Jeolojik Parametreler: Doktora Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 33İs., İzmir. (Yayınüanmamış).

Bazı Yapı Malzemelerin Kapiler Su Emme Potansiyelleri *Capillary Water Sorption Potentials Of Some Building Materials*

Adnan ÖZDEMİR,

Selçuk Üniversitesi,, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya

(e-posta: aozdemir@selcuL.edu.tr).

ÖZ

Konya ve yakın çevresindeki yapılarda özellikle tarihi yapılarda, yapı malzemesi içerisine kapilarite yoluyla alınan suyla bu malzemelerde satıl bozulmaları oluşmaktadır. Kapiler su emme miktarının yapı malzemesi türüne göre değişiminin belirlenebilmesi amacıyla yörede kullanılan doğal ve suni yapı malzemelerinin kapiler su emme potansiyelleri incelenmiş, belirlenen kapiler su emme katsayılarının malzemelerin diğer indeks özellikleriyle ilişkileri araştırılmıştır.. Çalışmada tarihi ve güncel yapılarda kullanılan andezitik tuf (Sille taşı), traverten, kireçtaşı ve granit gibi doğal yapı taşları ile gaz beton, beton ve pomza (bims) kumuyula yapılan bims betonu gibi yapay yapı malzemelerin kapiler su emme potansiyelleri belirlenmiştir, Kapiler su emme deneyleri her bir yapı malzemesinden alınan 7 adet 2x5x10 cm boyutlarındaki prizmatik örnekler üzerinde yapılmıştır. Kapiler su emme katsayısının,, gaz betonda 7.3, bims betonda 3.6, betonda 4, andezitik tuf te 2.9, travertende 0.1, kireçtaşında 0.4, granitte ise 0.08 kg/(m²saat^{0.5}) olduğu deneylerle tespit edilmiştir. Andezitik tufün yaygın olarak kullanıldığı tarihi, yapılarda meydana gelen nemlenmede bu yapı taşında belirlenen kapiler su emme katsayısının yüksek olmasının önemli derecede etken olduğu sonucuna varılmıştır. Yine bu çalışmada kapiler su emme katsayısının malzemenin diğer fiziksel özellikleriyle bağlantısını gösteren bazı eşitliklerde tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Andezitik tuf, granit, kapilarite, kireçtaşı, traverten, yapı malzemeleri

EXTENDED SUMMARY

Surface damages, in the building materials, are occurred due to the capillary water sorption in many building especially historical building at the Konya City and around. In this study, capillary water sorption potential of the natural and artificial building materials which used on the building in the Konya district are investigated. The variation capillary water sorption coefficients with other index properties of these materials are researched so that variation of amount of capillary water sorption is determined for material type,. Capillary water sorption potentials are investigated, on the natural building stones such as andesitic tuff used on historical and actual buildings,, trevertine, limestone and granite with artificial building materials such as gas concrete, concrete and pumice concrete made from pumice sand with cement. All capillary water sorption experiments are carried out on seven piece samples which taken from every material with prismatic shape and same dimension such as 2 x 5 x 10 cm. In experiments., capillary water sorption coefficients for gas concrete, pumice concrete, concrete, andesitic tuff trevertine,, limestone, granite, were calculated in kg/(m².saat^{0.5}) as 7.3, 3.6, 4, 2.9,, 0.1, 0.4, 0.08 respectively., It is consequence that highly capillary water sorption coefficients of andesitic tuff caused on wetting which occurred in the historical building.. In addition, regression relationships between capillary water sorption coefficient and other index properties of materials is determined in this study.

Key words: Andesitic tuff, granite, capillary, limestone,, trevertine, building materials

GİRİŞ

Tavan-taban veya yan yüzeylerinden yapı içine giren su, yapı malzemesinin, nem içeriği ile ısısının değişmesine neden olmakta, ısı ve su içeriğindeki söz konusu bu değişim, de malzemede büzülme ve şişme gibi hacimsel deformasyonlara yol açmaktadır. Islanmayla oluşan deformasyon normal yoğunluktaki betonda. %0.03, mermer ve kireçtaşında %0.00r, kumtaşında ise %0.07 boyutlarındadır. Meydana gelen bu hacimsel deformasyonlara bağlı olarak malzemede zamanla mik.ro çatlaklar oluşabilmektedir. Daha sonra, oluşan bu mikro çatlaklardan, yapı malzemesi içerisine suyun girişi ve onun içerisindeki hareketi çok. daha kolaylaşmaktadır. 3,5 A° büyüklüğünde olan su molekülleri kendilerinden daha büyük olan yapı malzemesi içerisindeki gözeneklere ve mikrofissurlere rahatlıkla girebilmekte ve üzerindeki basınca bağlı olarak da birbirleriyle bağlantılı olan gözenekler ve mikrofissurler içerisinde hareket edebilmektedir. Yapı malzemesine doğrudan veya dolaylı yollarla giren su, yapılarda hasarlara, küflenmeyle de satıh bozulmalarına neden olmaktadır. Yine kapiler su emmeyle iç mekanlardaki havanın nem oranı sürekli değişmekte ve bunun sonucu olarak da yapı malzemeleri ile burada yaşayan canlılar genelde olumsuz yönde etkilenmektedir.

Kapilerite ile çekilen su ve nemden dolayı Konya kent merkezinde yer alan birçok yapıda iç ve dış yüzeylerin bozulduğu, özellikle tarihi yapılarda sanat değeri yüksek süslemelerin önemli derecede zarar gördüğü bilinmektedir. Daha önce inşa edilen yapılarda kapiler su emmeye bağlı olarak gelişen nemlenme zararlarının azaltılması veya ortadan kaldırılması ile yeni inşa edilecek yapılarda uygun malzeme seçiminin, yapılabilmesi için yapı malzemelerin

kapiler su emme katsayılarının bilinmesi gerekmektedir. Ancak Konya çevresinde kullanılan doğal yapı malzemelerinin kapiler su emme potansiyellerinin tespitine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bundan dolayı Konya çevresinde inşa edilen yapılarda kullanılan kireçtaşı, traverten, granit, ve andezitik tüf gibi doğal yapı malzemeleri ile beton, bims betonu ve gaz betonu gibi yapay yapı malzemelerin, kapiler su emme potansiyelleri incelenmiş ve kapiler su emme katsayıları tespit edilerek,, bu katsayıların diğer malzeme indeks özellikleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Yine çevrede kullanılan, yapı malzemelerinin kapiler su emme potansiyellerinin birlikte değerlendirilip yorumlanabilmesi ve mukayeselerinin ortaya konulması amacıyla doğal yapı malzemeleri yanında yapay malzemeler de bu çalışma kapsamına alınmıştır. Böylece özellikle tarihi yapılarda meydana gelen nemlenme ile yapı malzemesi ilişkisinin ortaya konulması temin edileceği gibi yörede yeni inşa edilecek yapılar için seçilecek malzemelerin kapiler su emme potansiyelleri hususunda. veri temini sağlanacaktır.

MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada,, Konya ve çevresinde yapı malzemesi olarak yaygınca kullanılan kireçtaşı, andezitik. tüf, traverten, granit gibi doğal yapı malzemeleri ile,, beton» bims beton ve gaz beton gibi yapay yapı malzemesi örnekleri üzerinde çalışılmıştır. Kireçtaşları Konya çevresinde Üst Miyosen yaşlı Ulu Muhsine formasyonundan, andezitik tefler Küçük Muhsine formasyonundan,, granitler Aksaray granit ocağından, travertenler ise Karaman civarında işletilen ocaklardan alınmıştır. Diğer taraftan deneylerde Ytong olarak bilinen ve izmir'de üretilen gaz betondan, Karaman - Niğde civarında çıkarılan pomza kumundan (bims kumu) üretilen bims betonundan ve po.rtlı.nd çimentosundan yapılmış beton örnekleri kullanılmıştır, İncelenen doğal yapı

malzemeleri Orta Anadolu'da oldukça yaygın olarak, kullanılmaktadır. Yörede- daha çok Sille Taşı olarak bilinen andezitik tüfler Konya ve çevresinde yapılan günümüze kadar gelmiş olan bir çok Selçuklu eserinde ve diğer tarihi yapılarda kullanılmıştır. Diğer taraftan gaz beton ile bims beton gibi yapı malzemelerinin üretimi ile kullanımı ses ve ısı yalıtımını sağlaması yanında, hafif olmaları nedeniyle gün geçtikçe artmaktadır., Bundan dolayı pomza kumundan (bims kumu) üretilen blok tuğla ve gaz beton gibi hafif yapı malzemeleri de inceleme kapsamında düşünülmüştür. Yukarıda değinilen malzemelerin her birisinden öncelikle 7 adet 5 x 10 x 2 cm boyutlu prizmatik örnekler hazırlanarak bu örnekler üzerinde birim hacim ağırlığı, doğal su içeriği,, atmosfer basıncı altında ağırlıkça ve hacimce su emme potansiyeli,, özgül ağırlık ve porozite gibi fiziksel özellikler belirlenmiş, daha sonra da, kapiler su emme deneyleri, yapılmıştır.

Örneklerin hazırlanmasında ve deneylerde. TSE 699- Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları (TSE, 1987) ile TSE 4045-Yapı Malzemelerinde Kapiler Su Emme Tayini (TSE,, 1984) standardına uyulmuştur. Temel, kapilerite teorisi, kapiler su emme (W -kg/m²) ve kapiler su emme katsayısının (A -kg/m².s^{0.5}) tespitine ilişkin diğer teorik ve uygulamalarla ilgili detaylar

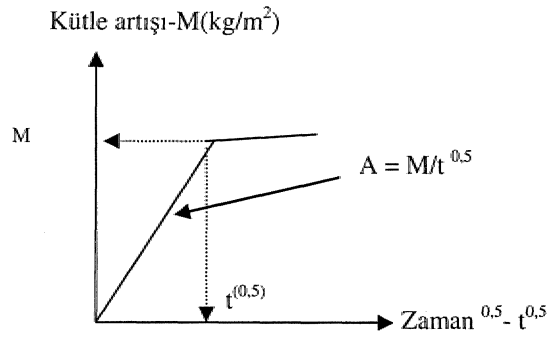
Collins (1962; Saydam 1973'ten), Vos (1965), Davis (1969),,, Nielsen (1972), Nielsen vd., (1986), Domeniça ve Schwartz (1990), Wittig ve Lingott(1992), Volkwein (1993), Atkins (1994), Hall (1994), Adan. (1995), Freitas vd., (1995), Brocken ve Pel (1995), Sosoro ve Reinhardt (1995),,, Janz (1997), de verilmektedir.

Kapiler su emme. deneylerinde yapı malzemelerinden hazırlanan 2cm x 5cm x 10 cm boyutlarındaki prizmatik örneklerin en büyük yüzeylerinin (5cm x 10cm = 50cm²) suyla temas ettirilerek 24 saat kapiler su emmeleri sağlanmış ve zamana bağlı olarak ne kadar su emdikleri tespit edilmiştir., 105 °C da kurutulmuş örnekler üzerinde yapılan, kapiler su emme deneylerinde, su emmeyle oluşan örnek kütlesi- zamanın kareköküne göre grafiğe geçirildiğinde, su emmenin sabit kaldığı zaman (t) ve buna karşılık gelen örnek kütlesi (M) tespit edilmiştir (Şekil 1). Bu değerlerden, de kapiler su emme katsayısı A Ckg/(m²/s^{0.5});

$$M = A \cdot t^{0.5}$$

eşitliğinden belirlenmiştir.,

Emme katsayısı A (kg/m².s^{0.5}), yoğunluk. p (kg/m³), kapiler taşınma için gerekli olan efektif porozite n_a (m³/m³) ve penetrasyon katsayısı, B (m/s^{0.5})» değerlerine bağlı olarak:



Şekil 1. Kapiler su emme katsayısının belirlenmesi,

$A = p n_a B$ Figure 1 Determination of capillary water sorption coefficient. (2) şeklinde yazılabilir (Janz 1997),.

Yukarıda değinilen esaslara göre yapılan deneylerden elde edilen verilere ve onların

değerlendirilmelerine bundan sonraki bölümde yer verilmiştir.

DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞILMASI

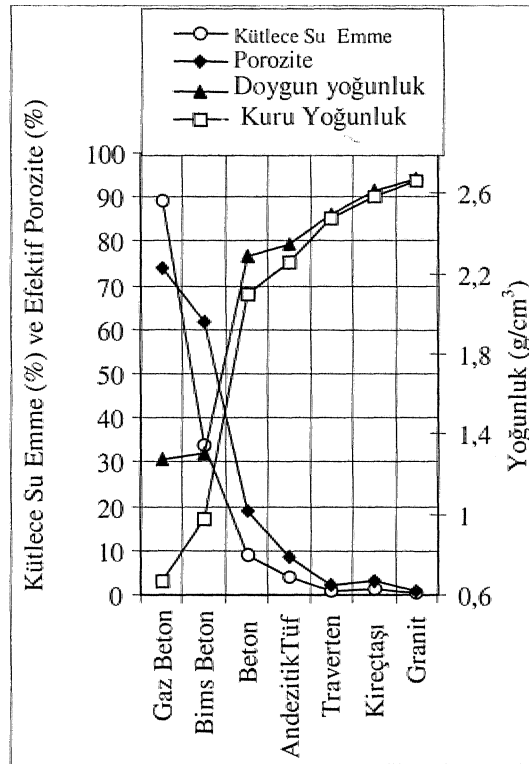
Gaz Beton, bims beton, beton, andezitik tüf, traverten, kireçtaşı ve granit yapı malzemelerinin atmosfer basıncı altında kütlece su emme

potansiyeli, porozite, kuru ve doymun yoğunluğu gibi fiziksel değerleri tespit edilmiş ve elde edilen değerler Çizelge 1 de., bu değerlere göre çizilen grafik ise Şekil 2' de verilmiştir*

Çizelge 1» İncelenen yapı malzemelerin - bazı ortalama indeks değerleri

Table 1. Some mean index values measured on building material specimens

	Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Doymun yoğunluk (g/cm ³)	Kütlece Su Emme (%)	Porozite (%)	Özgül Ağırlık
Gaz Beton	0.67	1.27	89.4	74.0	2.60
Bims Beton	0.97	1.30	34.0	61.8	2.55
Beton	2.09	2.28	9.1	19.0	2.59
Andezitik Tüf	2.26	2.35	3.9	8.7	2.47
Traverten.	2.47	2.49	0.9	2.3	2.53
Kireçtaşı	2.59	2.62	1.2	3.1	2.67
Granit	2.67	2.8	0.4	0.9	2.69



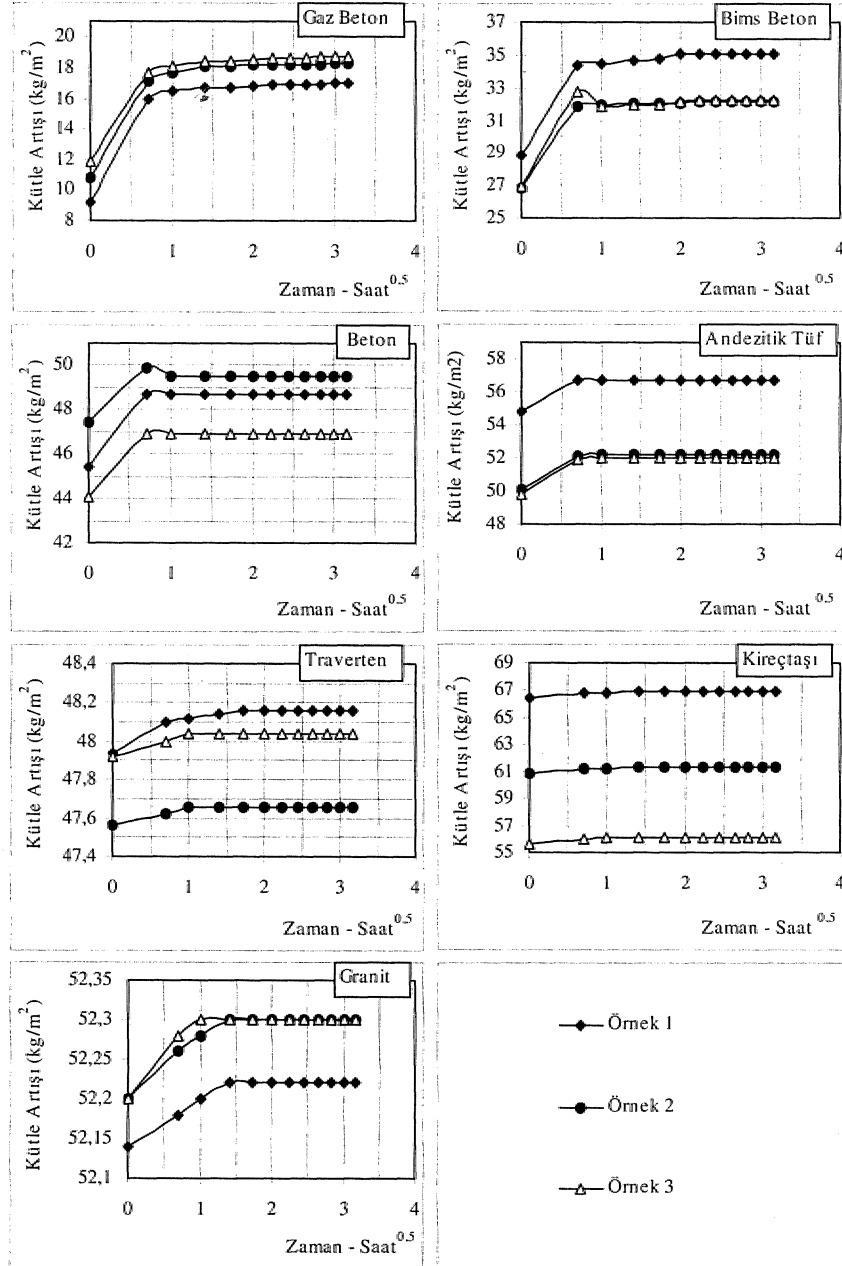
Şekil 2. Yapı malzemelerinde kütlece su emme-porozite, kuru ve doymun yoğunluklar.

Figure 2., Absorbed water mass per mass, porosity and dry-saturated density values of the building materials

Kapiler su emmenin başlangıcından itibaren örneklerin ne kadar su emdikleri zamana bağlı olarak belirlenerek, elde edilen deney verileriyle kütle artışı (kg/m²) - zaman (saat) grafikleri (Şekil 3) hazırlanmış ve bu grafiklerden de kapiler su emme katsayıları A(kg/m².saat^{0.5}) tespit edilmiştir. Diğer taraftan emilen su kütesinin yapı malzemesi kuru kütesine oranını gösteren " kapiler su emme (% kütlece) değerlerinin zamanla (saat) değişim grafiklerinden de (Şekil 4) yapı malzemelerinin zamanla kütlece su emme davranışları belirlenmiştir, Aynı malzeme için çizilen 7 adet grafiğin bir birine çok yakın olmasından dolayı grafiklerini okunması ve değerlendirilmesi imkansızlaşmaktadır* Bundan dolayı kütle artışı (kg/m²) - zaman^{0.5} (saat^{0.5}) grafikleri ile kapiler su emme (% kütlece) - zaman grafiklerinde saçınım gösteren sadece 3 örneğe ait değerlerin sunumuna yer verilmiştir, Ancak diğer değerlendirme ve hesaplamalarda 7 adet örneğe ait verilerin ortalama değerleri kullanılmıştır. İncelenen yapı malzemelerinde en düşük kuru yoğunluk gaz betonda (0.67 gr/cm³), en yüksek kuru yoğunluk ise granitedir (2,67 gr/cm³). Yapay yapı malzemelerindeki (gaz beton, beton, bims beton) kuru ve doğgun yoğunluklar doğal yapı malzemelerin (andezitik tuf, traverten, kireçtaşı ve granit) yoğunluklarından daha düşüktür. Atmosfer basıncı altında 4 gün süreyle su içerisinde bekletilen örneklerde en fazla su emme gaz betonda (%89.4), en az su emmenin ise granitte (%Ö3) olduğu belirlenmiştir.

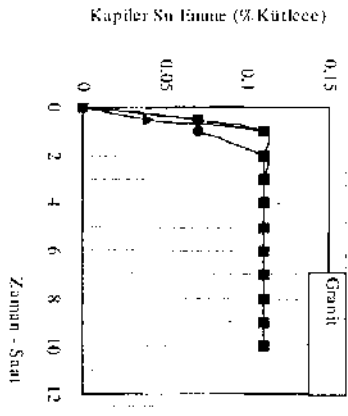
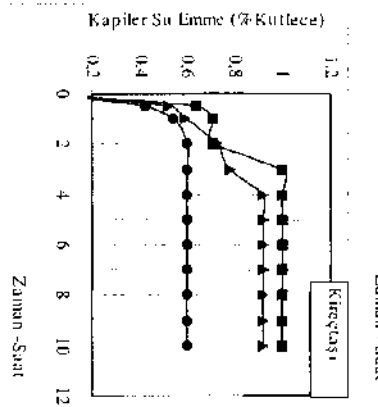
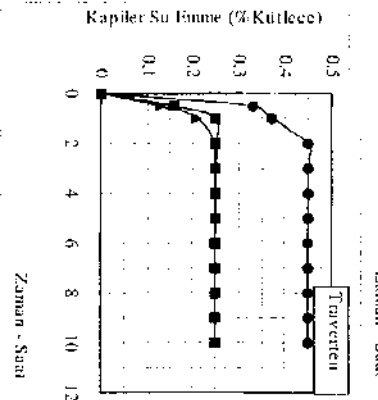
Diğer taraftan yapı malzemelerindeki porozite değerlerine bakıldığında ise kütlece su emme değerlerine benzer şekilde porozitenin gaz betonda yüksek» granitte ise en düşük olduğu

görülmektedir. Porozite bims betonda %33.1, betonda %19, andezitik tufde %8.7, travertende %2.3, kireçtaşında % 3,1» granitte İse %09 olarak belirlenmiştir, Kuru yoğunluk ile doğgun yoğunluk arasındaki fark, yoğunluğu düşük, porozitesî yüksek olan malzemelerde daha fazla, daha yoğun olan kireçtaşı ve granitte ise hem yoğunluklar arasındaki fark azalmakta, hem de kütlece su emme değerleri porozite değerine yaklaşımaktadır (Çizelge 1, Şekil 2). Yoğun malzemelerde kütlece su emme ile porozite değerlerinin birbirine yakın olması, bu malzemelerin içinde mevcut olan gözeneklerin tamamına yakın kısmının suyla doldurulduğunu göstermektedir. İncelenen örneklerde kapileriteyle meydana gelen birim alandaki kütle artışı ile emilen suyun kuru kütleyle oranlarının zamanla değişim grafikleri (Şekil 3» 4) incelendiğinde, gaz betonda yaklaşık 30 dakikada örneklerin kapilerite ile emebilecekleri suyun büyük bir bölümünü emdikleri» ancak kapiler su emmenin 6 saata kadar devam ettiği, m² 'de emilen su miktarının 7 ile 8 kg kadar, kütlece su emmenin de % 57 ile %93 düzeyleri arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir« Söz konusu bu değerlerin bims betonda m² başına 5 kg ile 6 kg, su emmenin yaklaşık 4 saat içerisinde tamamlandığı, kütlece kapiler su emmenin ise % 19-%22 düzeylerinde olduğu belirlenmiştir, Deney verilerine göre betonda 1 saat içerisinde kapilerite ile emilen su miktarı 3 kg/m² ve kütlece % 52 -%7.2 arasında değişkenlik göstermektedir. Doğal yapı malzemelerinden andezitik tufde ilk 1 saat



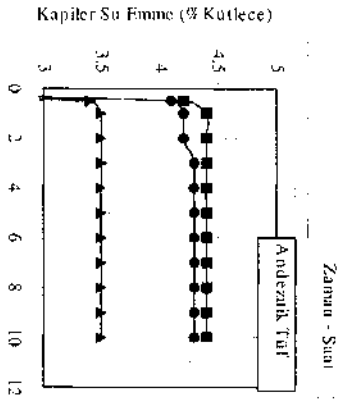
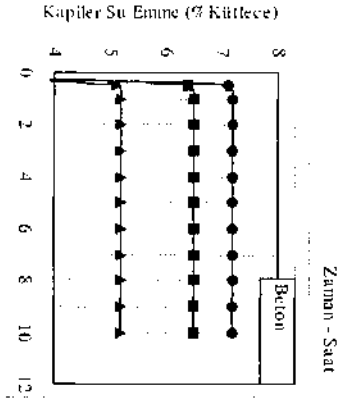
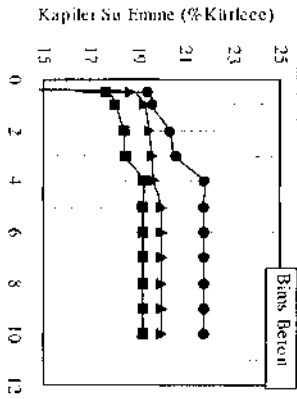
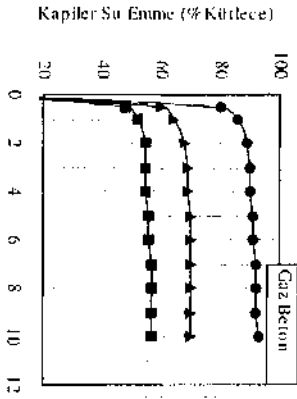
Şekil 3. Kapilerite ile emilen suyun birim alandaki kütle artışının karekök zamana göre değişimi.

Figure 3. The variation of capillary sorption water per square meter as a function of square root of time



- Örnek 1
- Örnek 2
- ▲ Örnek 3

Şekil 4. Kapiler su emme (%kütüğe) zamanla değişimi.
 Figure 4. The amount of capillary water (%mass) as a function of time



içerisinde kapiler su emme tamamlanmış olup m² * ye düşen su kütlesi 2 kg'dır. Andezitik tüfde kütlece su emme % 3.5 ile %4.4 arasında değişmektedir. Traverten, kireçtaşı ve granitte kapiler su emmeyle m²*ye düşen kütle artışları sırasıyla 0,1-0.2 kg, 0.4-0.44 kg,, 0.010 kg düzeylerindedir. Bu örneklerin % kütlece su emme değerlerine bakıldığında, travertende %2.5-%4.5, kireçtaşında %0.6- %1, granitte ise %0.11 su emmenin gerçekleştiği görülebilmektedir (Şekil 3 ve 4). Travellers ve granitte 2 saat içerisinde, kireçtaşında ise 3 saatte kapiler su emmenin tamamlandığı grafiklerde görülmektedir. Şekil 3* de verilen kütle artışı (kg) - Zaman^{saat} (saat) grafiklerinde, başlangıç zamanı ile eğimin düşerek yatay konuma geçtiği kırılma noktası arasında grafiğe çizilen teğetin eğiminden belirlenen kapiler su emme katsayısı A (kg/(m².Saat^{saat})) ile ortalama % kütlece kapiler su emme değeri/erinin yapı malzemesi türüne göre değişimleri Çizelge 2 ve Şekil 5'de verilmiştir. Kapiler su emme katsayısı, gaz betonda 7.692 kg/(m².Saat^{saat}) ile en yüksek» betonda yaklaşık 4 kg/(nT.Saat^{saat}) ve

bims betonda ise bu değerin 3.551 kg/(m².Saat^{saat}) civarında olduğu görülmektedir. Doğal yapı malzemelerinde ise andezitik tüfde kapiler su emme katsayısının 2.856 kg/(m².Saat^{saat}), olmasına karşılık traverten, kireçtaşı ve granitte bu değer 1 kg/(m².Saat^{saat}) 'den daha düşüktür (travertende 0.113, kireçtaşında 0.442 ve granitte 0.077 kg/(mlSaat^{saat})). Yukarıda verilen yapı malzemeleri için Nevander ve Elmarsson (1994) betonda 0.6-1.8 kg/(m².Saat^{saat}) brikette 5.4-22.2 kg/(m².Saat^{saat}), Wassman (1997) kireçtaşında 0.030-0.132 k/(m².Saat^{saat}) granitte 0.05 - 0.11 kg/(m².Saat^{saat}) değerlerini vermektedir. Granit için verilen değerin bu çalışmada elde edilen ile çok yakın olduğu görülmektedir.

Kapiler su emme katsayısı yüksek olan yapı malzemelerinde kütlece kapiler su emme değerlerinin de yüksek, yine kapiler su emme katsayıları ile kütlece su emme değerleri arasındaki farkın, yoğun malzemelerde daha az, hafif yapı malzemelerinde ise daha fazla olduğu. Şekil 5'de açıkça, görülmektedir.

Çizelge 2, Kapiler su emme katsayısı ile kütlece % kapiler su emme miktarları..

Table 2* Amount of capillary water sorption coefficients and capillary water sorption.

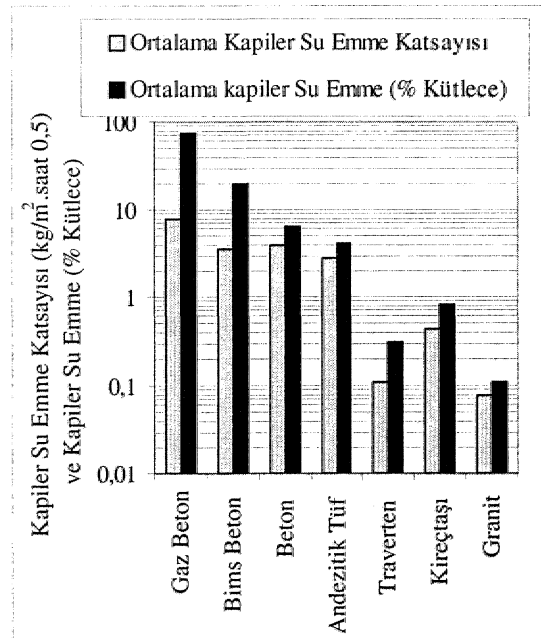
	Kapiler Su		Kapiler Su Emme	
	Emme Katsayısı A(kg/m ² ,s,aat ^{saat})	(%)	(%)	Kitlece)
	En Küçük-En Büyük.	Ort.,	En Küçük-En Büyük	Ort.,
Gaz Beton'.	7,269-8,10	7.692.	57.0-93,0	73.33
Bims Beton.	3.248-3.844	3.551	19.2-21.8	20.33
Beton.....'	3.450-4.582	3.994	5,2-7,2	6.30
AndezitikTff	2,658-2,969	2.856	3.5-4.4	4.07
Traverten.	0,097-0,122	0.113	0,25-0,45	0.32
Kireçtaşı	0.366-0.50?	0,442	0.6-1.0	0.84
Granit	0.057-0,102	0.077	0.11-0,1!	0,11

Bundan sonraki bölümde ise malzemelerin kapiler su emme katsayıları ile indeks özellikleri arasındaki ilişki değerlendirilecektir.

KAPİLER SU EMME KATSAYISI İLE KÜTLECE KAPİLER SU EMMENİN MALZEMENİN DİĞEM İNDEKS ÖZELLİKLERİYLE İLİŐKİSİ

Yapı malzemelerinde belirlenen kapiler su emme katsayısı ile kütlece kapiler su emmenin malzemede basit yollarla tespit edilebilen porozite, kütlece su emme, kuru ve doğun yoğunluk gibi indeks özellikleriyle ilişkileri araştırılmıŐ (Şekil 6, 7), belirlenen ilişki eşitlikleri Çizelge 3 de topluca verilmiştir. Eşitliklerin tespit edilmesinde

doğrusal, üssel ve logaritmik ilişkiler araştırılarak en büyük tanımlama sayısını veren eşitlikler alınmıştır, Kapiler su emme katsayısı ile atmosfer basıncı altında kütlece su emme değerleri arasında logaritmik ilişkinin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 6a). Düşük kütlece su emme değerlerinde gözlenen kapiler su emme katsayısındaki artış oranı, yüksek kütlece su emme değerlerinde gözlenmemektedir. Diğer taraftan kapiler su emme (%kütlece)(CMw-%) ile kütlece su emme (Mw-%) arasında ise lineer artan bir ilişkinin varlığı % 93.9 gibi yüksek tanımlama



Şekil 5. Kapiler su emme katsayısı ile Kapiler su emmenin kütlece su emme ve poroziteyle deđiŐimini..

Figure 5, The variation of capillary sorption coefficient and capillary sorpöioit as ũ function of water sorptionper mass and porozite

sayısı ile belirlenmiştir (Şekil 6b). Porozite kapiler su emme katsayısı logaritmik artan bir değişim sunarken(Şekil, 6c), kapiler su emme (%kütlece) ile değişimi üstel bir fonksiyonla uygunluk

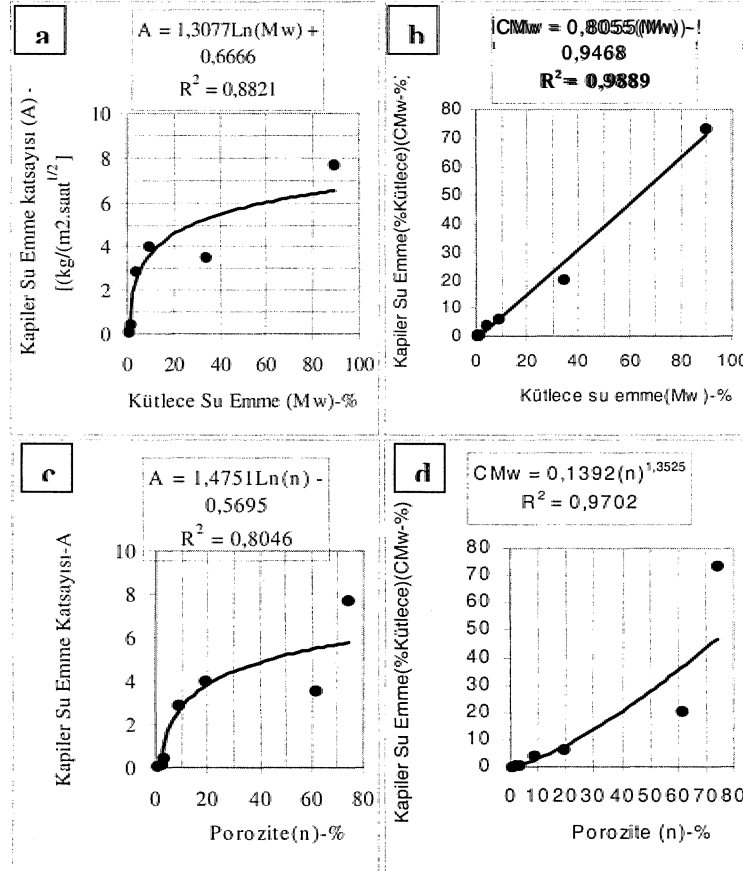
göstermektedir (ŐekU,6d). Porozite ile kapiler su emme katsayısı arasında belirlenen ilişki tanımlama sayısı (R^2) 0.8 düzeylerine kadar

düşerken, **porozitenin** kütlece **kapiler su emme ile** kadar yükselmektedir.. Kapiler su emme ile **porozite** arasında ≈ 0.97 gibi yüksek tanımlama sayısının belirlenmesi **incelenen** malzemelerdeki **boslu** idarin birbirleriyle **irtibatlı** olduklarını göstermesi açısından da önem arz etmektedir.

Kapiler su emme katsayısı (A) ile kapiler su emmenin (CMw) kuru yoğunlukla (Ky) değişimleri **incelendiğinde** (Şekil 7a ve Şekil 7b), kapiler su emme - kuru **yoğunluk** arasında daha yüksek bir **bağlantının** varlığı görülmektedir,

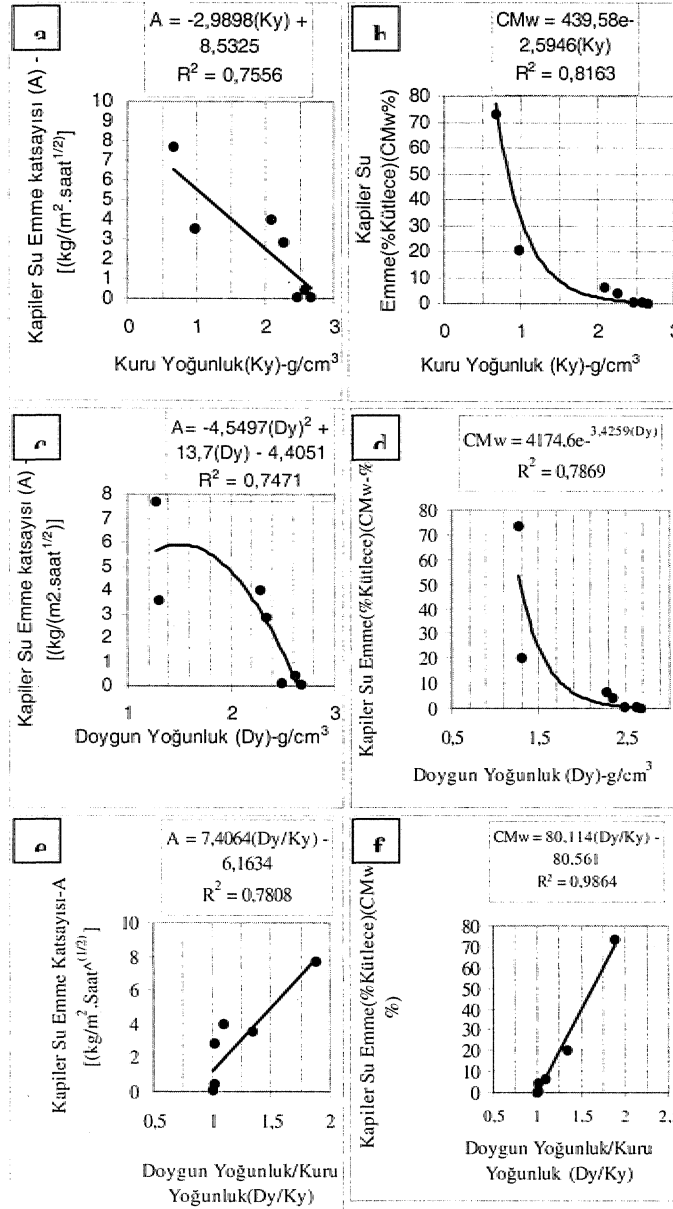
Kapiler su emme katsayısı (A- $\text{kg/m}^2.\text{saat}^{-0.5}$) ile kuru yoğunluk (Kg-g/cm^3) arasında lineer

olan ilişkisinde bu sayı **0.97** düzeyine azalan doğrusal ilişki (Şekil 7a, Çizelge 2), kapiler su emme ile kuru yoğunluk arasında ise azalan **üstel bir** ilişki (Şekil 7b, Çizelge 2) gözlenmektedir. Ancak bu ilişkilerde **noktalar** saçınım göstermekte ve tanımlama sayısı da **0.74 ile 0.78** düzeylerine kadar düşmektedir. Benzer şekilde,, doymun yoğunluk ile kapiler su emme ve kapiler su emme katsayısı arasında da yüksek tanımlama sayısı düzeyinde ilişkilerin, varlığı tespit edilmiştir (Şekil 7c ve 7d, Çizelge 2). Doymun yoğunluğun kuru yoğunluğa oranının (Dy/Ky), kapiler su emme katsayısı



Şekil 6. Malzeme türüne göre kapiler su emme (%Kütlece) ve kapiler su emme katsayıları.

Figure 6. Capillary water sorption and capillary water sorption coefficients ihr different material types.



Şekil 7. Kapiler su emme katsayısı ile kapiler su emmenin kuru, doğun yoğunluk ve doğun yoğunluğun kuru yoğunluğa oranı ile değişimi *,
 Figure?. The variation of capillary sorption coefficient and capillary sorption water per mass as a function of dry density, saturated density, and ratio of saturated density/dry density

ile değişiminde $R^2 = 0,9864$ gibi yüksek tanımlama düzeyinde lineer artan doğrusal bir ilişkinin varlığı tespit edilirken (Şekil 7e, Çizelge 2), bu oranın (Dy/Ky), kapiler su emme (% kütleye)

ile olan. ilişkisinde ise yine doğrusal artan bir ilişkinin olduğu ancak tanımlama sayısının $R^2=0,78$ düzeylerine kadar düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 7f, Çizelge 2)..

Çizelge 3, Yapı malzemelerinde bazı indeks özelliklerle **kapiler** su emme katsayısı ve kapiler su emme arasında belirlenen ilişkiler.

Table 3. Relationships between capillary sorption coefficient with capillary water sorption and some index values in building materials

Şekil No	İlişki Eşitliği	Tanımlama sayısı
6a	$A = 1.3077 \ln (Mw) + 0,666$	$R^2 = 0.882$
6b	$C_{mw} = 0.8055 (Mw) - 0.9468$	$R^2 = 0.989$
6c	$A = 1.4751 \ln (n) - 0.5695$	$R^2 = 0.805$
6d	$C_{mw} = 0.1392 (n)^{1.3525}$	$R^2 = 0.970$
7a	$A = -2.9898 (Ky) + 8.5325$	$R^2 = 0.756$
7b	$C_{mw} = 439,58 e^{-0.5W (Ky)}$	$R^2 = 0,816$
7c	$A = -4.5497 (Dy)^2 + 13.7 (Dy) - 4.4051$	$R^2 = 0.747$
7d	$C_{mw} = 4174.6 e^{-0.4259(Dy)}$	$R^2 = 0.787$
7e	$A = 7.4064 (Dy/Ky) - 6.1634$	$R^2 = 0.781$
7f	$C_{mw} = 80.114 (Dy/ky) - 80.561$	$R^2 = 0.986$

Açıklama:

A: Kapiler su emme katsayısı (kg/m² saat^{0.5})

Cmw: kapiler su emme (% kütleye)

E : Porozite (%)

Ky: Kuru yoğunluk (g/cm³)

Dy : Doygun yoğunluk (g/cm³)

Mw: Kütleye su emme (%)

R² : Tanımlama sayısı

DEĞERLENDİRME

Konya çevresinde kullanılan yapay yapı malzemelerin kapiler su emme katsayılarının doğal yapı malzemelerinden, daha fazla olduğu, özellikle traverten, kireçtaşı ve granitte' bu katsayının çok düşük kaldığı tespit edilmiştir. Doğal yapı malzemeleri içinde de aodezitik tüftün kapiler su emme katsayısının diğerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir,, Andezitik tüftün

fazlaca kullanıldığı tarihi yapılarda gözlenen nemlenme, bu malzemenin kapiler su emme katsayısının yüksek olmasıyla açıklanabilir., Yaygınca kullanılan betonun granite göre kapiler su emme katsayısı yaklaşık 52, travertene göre 35, andezite göre ise 14 kat daha fazladır, İncelenen doğal yapı malzemeleri içinde kapiler su emme katsayısı granitte ve travertende düşüktür. Doğada daha yaygın bulunabilen ve daha kolay işlenebilen

travertenin yapıya, maliyeti granite göre. daha düşüktür. Kapiler so emmenin, istenmeyeceği veya problem çıkarabileceği yapılarda granit ve maliyetinin düşük olmasıyla da traverten

Yapı malzemelerinde buraya kadar verilen bilgilerden de anlaşılacağı üzere, kapiler su emme katsayısı ile kütleli suya doygunluk, porozite,, kuru yoğunluk, doygun yoğunluk ve doygun yoğunluğun kuru yoğunluğa oranı arasında $R'' = 0.74-0.88$ tanımlama sayısı düzeyinde ilişkiler tespit edilmiştir. Kapiler su emme ile atmosfer basıncı, altında kütleli su emme arasında da sıkı bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.. Diğer taraftan kütlece kapiler su emme değerleri ile malzemelerin kütleli su emme, porozite, doygun yoğunluk/kuru yoğunluk oranları arasında ise $RT = 0.74-0.88$ 0.98 gibi yüksek-çok yüksek düzeyde tanımlama sayısını veren ilişkilerin varlığı belirlenmiştir. Konya ve yakın çevresinde kullanılan yapı malzemeleri üzerinde yapılan incelemeden elde edilen bu sonuçların kullanımında ihtiyatlı olunmalı, farklı petrografik yapıda, daha çok sayıda örnek üzerinde yapılabilecek deneylerle bu sonuçların denetlenmesi yapılmalıdır,. Ancak basit yöntemlerle belirlenebilen kütleli suya doygunluk, porozite gibi fiziksel özelliklerden yararlanılarak malzemelerin kapiler su emme potansiyellerinin. yaklaşık olarak tahmin edilebileceğini söylemek mümkündür.

SONUÇLAR

Bu çalışmada Konya ve yafan çevresinde kullanılan bazı doğal ve suni yapı malzemelerin, kapiler su emme potansiyelleri incelenmiştir,. Gözenekli hafif yapı malzemelerinde kapiler su emmelerinin daha fazla, yoğun doğal malzemelerde ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Gözenek oranı fazla olan gaz beton ve bims betonunda fazla su emme, granitte ise en düşük su emme tespit edilmiştir. Kapiler su emme katsayısı gaz

kullanımının tercih edilebilir olduğu söylenebilir.. Yörede fazlaca kullanılan andezitik tuffün kapiler su emme katsayısı ise betona yakındır.

betonda 7.692, betonda 3.,994, bims betonda 3.551, Andezitik... tuffde 2,856, kireçtaşında 0.442, travertende 0.113, granitte ise 0.077 $kg/(m^2.saat^{0.5})$ olduğu tespit edilmiştir. Gaz betonda ağırlıkça ortalama %73, bims betonda %18.3, Betonda %6.3, andezitik tuffde %4.07, kireçtaşında %08A travertende %03.2, granitte ise %01 düzeylerinde kapilerite ile su emme tespit edilmiştir,.

Kütleli soya doygunluk, porozite, kuru yoğunluk,, doygun yoğunluk ve doygun yoğunluğun kuru yoğunluğa oranı ile kapiler su emme katsayısı arasında $RT = 0.74-0.88$ düzeyinde, yine bu değişkenlerin kütlece kapiler su emme değerleri arasında ise $R''=0.78- 0.98$ anlamlılık düzeyinde bağıntılar tespit edilmiştir,. Belirlenen bağıntıların kullanılmasıyla kolay ve basit yöntemlerle tespit edilen kütleli suya doygunluk, porozite gibi değerlerden malzemelerin kapiler su emme potansiyellerinin hesaplanması mümkündür.

Konya çevresinde bulunan tarihi yapı larda yaygın olarak kullanılan ve yörede Sille Taşı olarak bilinen andezitik tüflerin kapiler su emme katsayısı betona 'yakın, traverten, kireçtaşı ve granitten daha yüksektir.. Eski yapılarda yoğun olarak gözlünen nemlenmede andezitik tuffün bu yüksek, kapiler su emme katsayısının önemli derecede etken olduğu düşünülmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Adan O.C.G. 1995,. Determination of moisture diffusivities in. gypsum renders'., Heron,Vol. 40(3), 201-215/'

Atkins P. W. ,,1994. Physical Chemistry, Fifth edition,, Oxford University Press.

Brocken, H.J.P., ve Pel, L. , 1995. Moisture transport over the brick/mortar interface.

Proceeding of the International symposium on Moisture problems in building walls, Porto, 11-13 Sept., pp. 415-424.

Collins FL E., ve Cooke C. R., 1959.. Trans Farady Soc., 55, 1602.

Davis S. N 1969. Porosity and permeability of natural materials in Flow Through Porous. Materials, ed., R. J. M. DeWiest. Academic Press, New York, 54-89.

Domenica P. A., Schwartz F. W., 1990. Physical and Chemical Hydrogeology, John Wiley and Sons., New York., 824 pp.

Freitas V. P., Krus M., Künzel H. ve Quenard D. 1995,. Determination, of the water diffusivity of porous materials by gamma-ray attenuation and NMR. Proceeding of the International symposium on Moisture Problems in Building Walls,, Porto, 11-13 Sept, pp.. 445-460,

Hall C. , 1994. Barrier performance of concrete: A review of fluid transport theory. Materials and Structures, Vol. 27, pp. 291-306.

Janz M, 1997. Methods of measuring the moisture diffusivity at high moisture levels. University of Lund, Lund Institute of Technology Division of Building Materials, Report TVBM-3076, 73p.

Nevander L. E., ve Elmarsson B., 1994., Hand, book of Moisture Practice and Theory; second edition, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Nielsen., A. F.1972. Gamma-ray-attenuation used, for measuring the moisture content and homogeneity of porous concrete. Building Science, Vol. 7, pp.257-263.

Nielsen D. R., van Genuchten, M Th. ve Biggar J. W. 1986. Wafer flow and Solute transport process in the unsaturated zone. Water Resources Research, Vol. 22, No. 9, 89S-108S.

Saydam, T. 1973,. Akışkanların Gözenekli Ortamdaki Akışı.. (Collins E., 1961' den çeviri)

İTÜ Kütüphanesi sayı 948, Çağlayan Basımevi., İstanbul, 304 s.

Sosom, M. ve Reinhardt, H. W. „1995. Thermal imaging of hazardous organic fluids in concrete,. Materials and Structures, Vol. 28,, No. 183, pp., .526-533.

TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ (TSE). 1984,. TS 4045, Yapı Malzemelerinde Kapiler So Emme Tayini., Türk standartları Enstitüsü., Ankara, 5 s.

TÜRK STANDARTLAR! ENSTİTÜSÜ (TSE),.1987. TS 699- Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları. Türk Standartları, Enstitüsü, Ankara, 82 s,

Volkwein A. 1993. The capillary suction of water into concrete and the abnormal viscosity of the pore water. Cement and Concrete Research, Vol. 23, pp.. 843-852..

Vos, B. El, 1965.. Non-steady-state method for the determination of moisture Content, in structures.. Humidity and Moisture,, Vol. 4, pp.. 35-47, New York..

Wassman L., 1997. Studies on the frost resistance of natural stones, Report TVBM-3077. Lend University, Lund Institute of technology,, 212p. Lund.,

Wittig, G., ve Lingott, H., 1992, Investigation of the moisture transport in building materials by microwave beam, (in German), aophysik 14, Heft 2, pp. 44-49..

Dağköplü Ofiyolitü ile Sivrihisar (Eskişehir) Dolayındaki Ofiyolitlerin Petrografisi ve Jeokimyası¹

*The Petrography And Geochemistry Of DuğkiipUi Ophiolite And Ophiolites
Around Sivrihisar (Eskişehir)*

Hayrettin ÖZEN*, Ender SARIFAKIOĞLU**;

*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara

**MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

ÖZ

Eskişehir İli'nin ve Sivrihisar İlçesi* nin KKD*da yer alan çalışma alanı, Neotetis okyanusunun kuzey kolunun «kapanması ile çarpışan Sakarya Zonu ile Anatolid-Torid Bloğunun arasında gelişen dalma-batma, üzerleme, ofiyolitik melanj, yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması ve magmatizma gibi değişik jeodinamik olayların ürettiği kaya birimlerinin bir araya geldiği bir kuşak (İzmir-Ankara-Erzincan Zonu) üzerinde bulunur..

Arazide ekaylı dilimler şeklinde izlenen ofiyolitlerin saha gözlemleri ve petrolojik incelemeler sonucu, eksikli-terslenmiş bir dizi sunduğu saptanmış olup dalma-batma zonu (SSZ) ofiyolit özelliğini yansıtmaktadır.

ABSTRACT

The study areas located in the north-northeast of Eskişehir and Sivrihisar are situated within İzmir — Ankara-Erzincan Zone, consisting of the rock units related to subduction, obduction, ophiolitic melange, HP/LT metamorphism and magmatism developed during collision between Sakarya Zone and Anatolide. -Tauride Block resulting from, closure of the northern branch of Neotethyan Ocean..

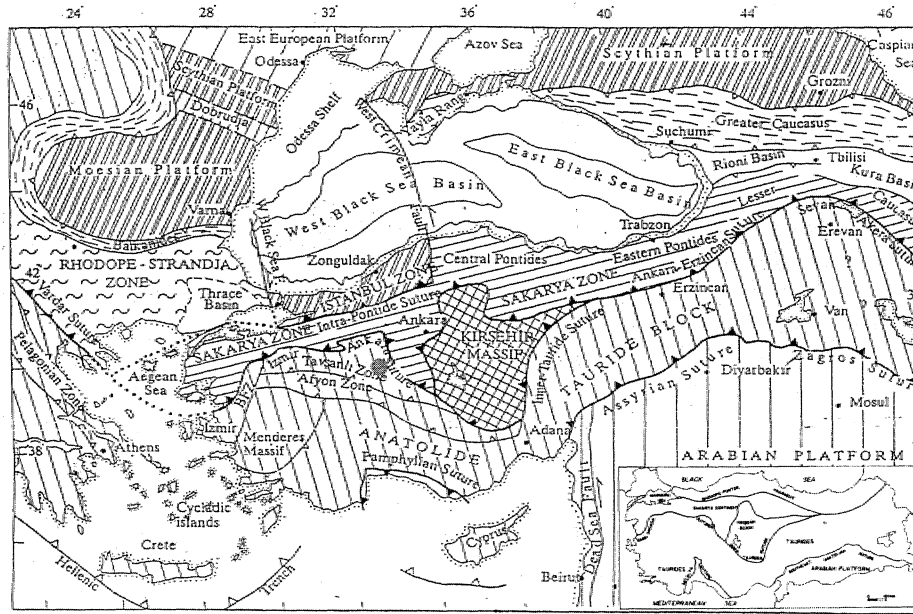
According to field observation. and microscobic investigation, ophiolite slabs exhibit dismembered and inverted series and reflect the characteristics of supra-subduction zone (SSZ) type ophiolites.

¹Bu makale 56., Türkiye Jeoloji. Kurultayında bildiri olarak sunulmuştur

GİRİŞ

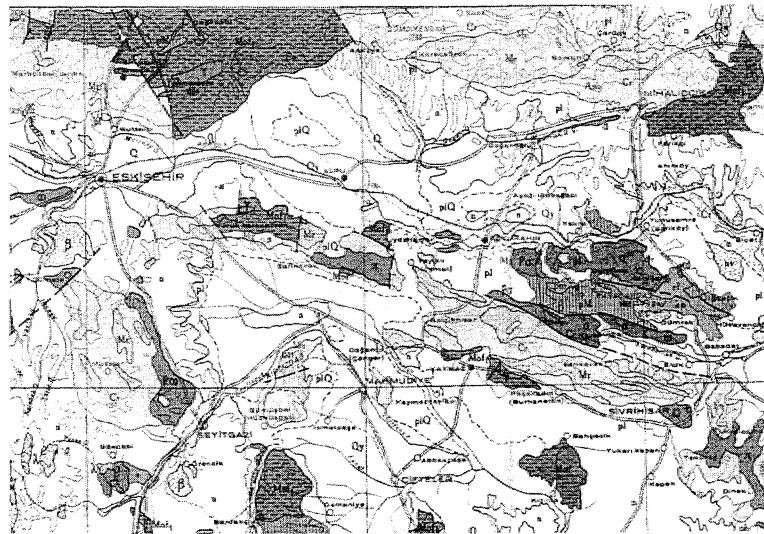
Sivrihisar dolayında yaklaşık 2,50 km² ve Eskişehir İli'nin kuzeyindeki yaklaşık 750 km² dolayındaki bir **sahamın** jeolojik otüdü yapılmış ve

buradaki ofiyolit naplan petrografik petrolojik açıdan irdelenmiştir (Şekil 1,2),



Şekil 1: Türtäye'dekTTetis Sütur Zonları (Okay ve düğ., 2001)

Figure 1; Suture zones of tethtys in Turkey (okay et a L, 2001)



Şekil 2: Çalışılan ofiyolit naplarınm 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasındaki yerleri

Figure 2: Geological map of studied ophiolit oapps (1/500 000 scale)

Arazide, Sakarya Zonuna ait Triyas -Alt Kretase yaşlı metagrovak, metakumtaşı, metapelitikler, metabazik kayalar ve kireçtaşları izlenir (Bingöl ve diğ., 1975; Okay, 1984; Okay ve Tüysüz, 1999), Gözler ve diğ., (1996) bu birimi Triyas. yaşlı Karkın Formasyonu diye adlandırırken, Kulaksız (1981), Geç Paleozoyik yaşlı Kuzey Metamorfizmaları olarak isimlendirmiştir.,

Gfilyolit napları, altlayan ofiyolitik melanjla, Üst Kretase yaşlı Tavşanlı Zonunun mavişist metamorfik kayaları ve mermerleri üzerinde bulunur. Diğer araştırmacılar, bu birim için Jura öncesi Güney Metamorfizmaları ya da Triyas - Jura yaşlı Sivrihisar Metamorfizmaları ifadesini kullanmıştır (Kulaksız,, 1981; Gözler ve diğ. 1996).

Kuzeydeki Pontidlerin Sakarya Zonu ile güneydeki Anatolid-Torid Bloğunun arasında,

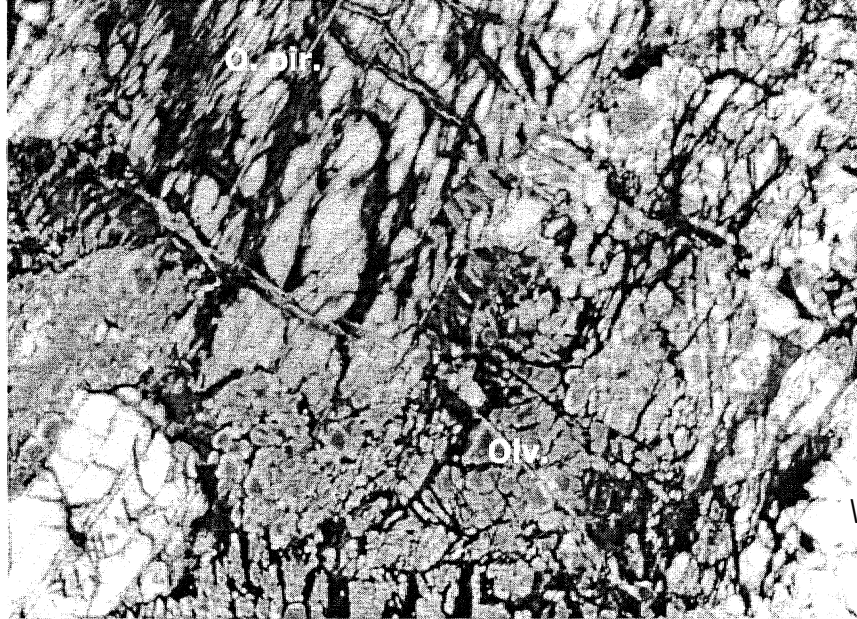
PETROGRAFI - PETROLOJİ

Çalışma alanındaki ofiyolitler,, başlıca, tektonitlerden ve kümülatlardan oluşmaktadır. Tektonitler, çoğunlukla harzburgitlerden ve yer yer harzburgitlerle uyumlu olarak dikey ve yanal

Geç Triyas-Erken Kretase'de oluştuğu kabul edilen Neotetis'in kuzey kolu olan İzmir-Ankara Okyanusu bulunur (Tekeli,, 1981; Gautier, 1984; Bragin ve Tekin, 1996, 1996; Göncüoğlu ve diğ., 2000). Bu kıta parçalarının birbirine yakınsaması ile Erken Kretase'de okyanusa! kabukta kuzeye dalan, dalma batma zonu gelişir. Bu olayın takibinde ada yayı toley i tik/yüksek Mg'lu okyanusal kabuk ile melanj kaması, gelişir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve diğ. 2001; Robertson., 2002), SSZ ofiyolitleri, Üst Kretase'de ekaylı dilimler şeklinde güneye doğru Anatolid-Torid Bloğu üzerine bindirirken farklı deformasyon yapıları sunan farklı yaşlarda ve farklı kaya tiplerini içeren kaotik. özellikli ofiyolitik. melanjın oluşmasına neden olmuştur (Çoğulu, 1967; Nebert, 1975; Koçyiğit, 1991).

geçişli, dunit katmanlarından ve dunitler içinde yataklanmış kromitlerden oluşmaktadır.

Harzburgitler %75 civarında olivinden oluşurken %20 civarında ortopirosken içerir. Çoğunlukla, serpanitini.ze olmuşlardır (Şekil. 3).

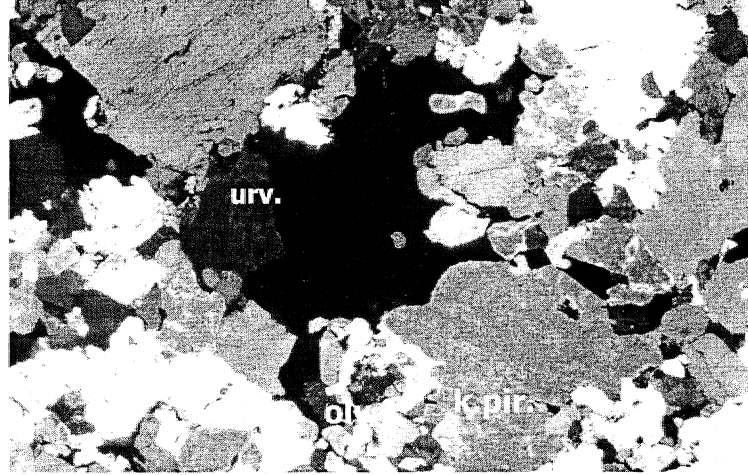


Şekil 3: Harzburgitlerin mikroskopik görüntüsü!. 2.5 x. Çift nikol. (O.pir: Ortopirosken; Otv: Olivin)

Figure 3: Microscopic view of Harzburgite

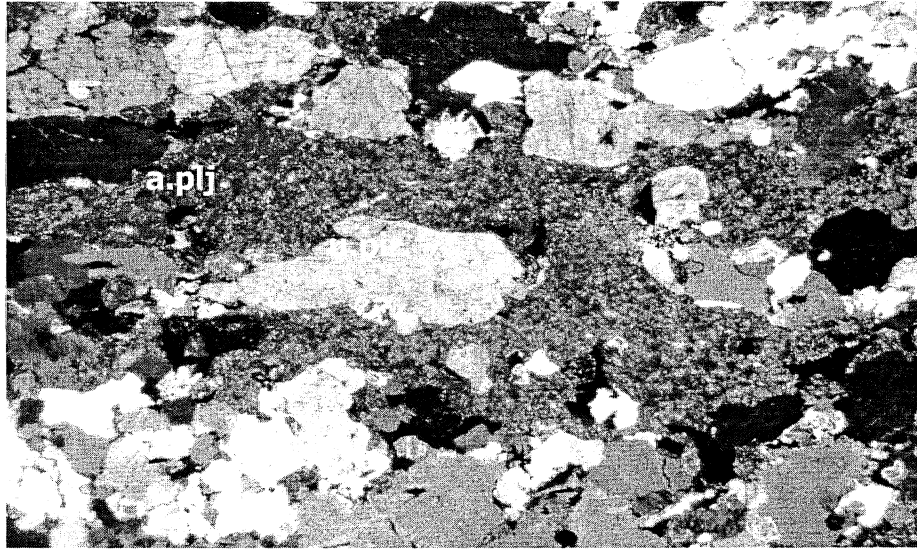
Kümülat kayaları, dunit, verlit, piroksenit ve gabrolardan oluşmaktadır. %55 olivin, %40 klinopiroksen ve tali mineral olarak uvarovit içeren verlitler, mesokümülat ve adkümülat doku sunar (Şekil 4).. Okyanus kabuğunu oluşturan masif ve katmanlı gabrolardaki klinopiroksen (ojit) ve plajiyoklasların (labrador) albit +

aktinolit + fclorit + serisi t minerallerine dönüşümünden bazı kayaların düşük dereceli yeşilist/okyanus tabanı metamorfizmasına uğradığı anlaşılır (Şekil 5).. Özellikle ezilme zonları boyunca katmanlı gabrolar, milonitize olurken peridotitler serpantiniste dönüşmüştür.



Şekil 4: Verlitlerin mikroskopik görüntüsü. 2.5 x Çift nikol. (k.pir: klinopiroksen; urv: uvarovit; olv: Olivin)

Figure 4: Microscopic view of verliites

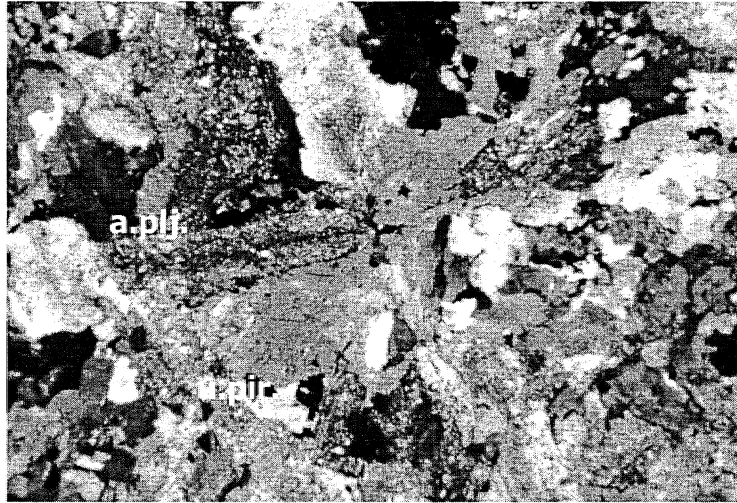


Şekil 5: Katmanlı gabronun mikroskopik görüntüsü. 2.5 x. Çift nikol (u.pir: uralitleşmiş klinopiroksen; a.plj: altere plajiyoklas)

Figure 5: Microscopic view of layered gabbro

Gerek tektonit dunitlerde (Taştepe-Kurtuluş-Kavak Kromit Ocağı), ve gerekse kümülat dunitlerde (Karaburhan Kromit Ocağı) ekonomik boyutlu büyük kromit cevherleşmeleri bulunmaktadır.

Subofitik, entergranüler ya da entersertal doku sunan izole diyabaz day ki arı, başlıca labrador lataları ve bunların arasını dolduran ojit kristallerinden oluşur (Şekil 6). Kısmen albit + aktinolit + klorit + epidot + kuvars alterasyoona uğramıştır. Oksijen izotop analizlerine göre (%0 6.13-8.37), düşük sıcaklık alterasyonudur.



Şekil 6: İzole diyabaz daykına ait mikroskopik görüntü. 2.5x. Çift nikol. (a.plj: allere plajiyoklas; u.pir: uralitleşmiş klinopiroksen)

Figure 6: Microscopic view of diabase, (a.plj: allereted plagioclase u. Pr: uralitization of clinopyroxene)

ve duvar' şeklindeki görüntüsü ile arazide dikkati çekmektedir., Silis ve karbonat alterasyonu geçirmiş serpantinler olarak yorumlanan listvenitlerin kızılımsı renkleri,, demir minerallerinden (limonit, götit,, hematit, siderit) ileri gelmektedir.. Son yıllarda, listvenitlerin altın içerikleri nedeniyle maden aramacılığında önemi artmıştır.

" Jeokimyasal analizlere göre,, peridotitlerin, ana kimyasını SiO_2 , MgO , FeO ve CaO (verlitler için) oluşturur. Tektonitlere ait peridotitlerin Ni

Ofiyolitik melanj içerisinde radyolaritlerle ardalımalı yastık lav blokları ya da masif bloklar şeklinde gözlenen bazaltlar,, porfirik veya entersertal doku içerisinde, plajiyoklas (labrador) + klinopiroksen (ojit,, titanorit) + olivin. + apatit + titan mineralleri (sfen, lökosen) + opak mineraller içerir.

Ofiyolit naplannın üzerlediği yaşlı birimlerle olan tektonik dokanaktan boyunca yer yer listvenitler gözlenmiştir. Uzunlukları birkaç m'den 5 km'e varan listvenitler, sert yapısı

ürünleri olduğunu gösterir. Gabro ve diyabazlarda LILE (Ba, Rb, K, Srfnin HFSE (Nb, Ta, Ti, Zr) göre yüksek değerler vermesi, incelenen ofiyolitlerin bazaltik yay magmalarından üretilen SSZ'ofiyoliti olduğu gösterir (Çizelge 1). Büyük iyon çaplı elementlerin bazen düşük değerler vermesi, bazit' kayaçların düşük dereceli alterasyonu sonucu, bu elementlerin kayaç bünyesinden ayrıldığını gösterir.

(1993-4473 ppm), Co (116-213 ppm) ve Cr (858-3520 ppm) içermesi bunların üst manto

İncelenen ofiyolitik kayalara ait major, iz ve nadir toprak element analizlerinin tektonom. agm. atik ayarım diyagramlarına aktardığımızda bunların MORB-IAT geçişli olduğu ya da IAT alanına* düştüğü görülmüştür.

SONUÇLAR

1. Eski şehir İli ' nin kuzeyindeki Dağköplü Ofiyoliti ile Sivrihisar İlçesi'nin KKD'daki ofiyolit ekay dilimleri, eksikli-terstenmiş dizi sunar.

2. Ofiyolit dilimleri, başlıca tektonit (harzburjit, dunit) ve kümülatlardan (dunit, verlit, piroksenit, gabro) oluşur. Bunlar yer yer izole diyabaz daykları ile kesilir.

3. İnceleme alanındaki ofiyolitik kayalara ait major, iz, nadir toprak elemanı analizleri tektonik ortam diyagramlarına aktarıldığında,, bu kayaların dalma-batma zonu (SSZ) ofiyolitleri olduğu anlaşılmıştır..

DEĞİNİLEN BELGELER

Beard, J.S, 1986. Characteristic mineralogy of arc-related cumulate gabbros and inclusions from the Lesser antilles island arc, Journal Petrology, 21.743-799.

Bingöl,, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1975. Biga - Yarımadasının jeolojisi ve Karakayâ Formasyonunun bazı özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi. MTA Dergisi. 70-76..

Bragin, N.J., Tekin, K. 1996. „Age of radiolarian-chert blocks from the Senonian ophiolitic melange (Ankara, Turkey)„. Island Arc 5, 114-122.

Çoğulu, E. 1967., Etude petrographique de la région de Mihaliçcik (Turquie)„. Docteur Thèse., L'université de Geneve. 139 p.,

Gautier, Y., 1984. Deformations et metamorphisme associés à la fermeture téthysienne en Anatolie Centrale (Région de Sivrihisar, Turquie)„. PhD thesij, Université de Paris-Sud, Centre d' Orsay.,

Göncüoğlu, M.C., Turhan, M./ Şentürk, K., Ozean, A., Uysal, S. 2000., A geotraverse across

Pearce, Lippard ve Roberts (1984), MORB-IAT geçişli kayaların dalma-batma zonundaki ergiyiklerden itibaren oluştuklarını ifade etmişlerdir.

4. Saha gözlemlerine göre ofiyoliti k melanjda, radyolaritlerle aratabakalı yastık lavlar şeklinde gözlenen bazalt bloklarının ofiyolitik serinin en üst birimi olduğu düşünülmektedir..

S.Kümülatif gabroların ve izole diyabaz daykların petrografik incelemelerinde, bu kayaların okyanus tabanı metamorfizmasına uğradığı gözlenmiştir.

6. Sonuçta, arazideki ofiyolitler. Geç Triyas-Erken Kretase zaman aralığında oluşan Meotetis Okyanusunun kuzey kolu olan. İzmir-Ankara Okyanusundaki okyanus içi dalma-batma zonunun ürünleri olarak yorumlanmıştır.,

NW Turkey: tectonic units evaluation. In: Bozkurt, E., Winchester, J., Piper, J.A. (Eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey "and the Surrounding Area.,' Geological Society of London Special Publication., 173, pp. 139-161.

Gözler,, Z., Cevher, F., Ergül, E, ve Asutay, H.J. 1996., Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi. MTA Rapor No: 9973 (yayınlanmamış).

Koçyiğit, A. 1991. An example of an accretionary forearc basin • from northern Central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. Geological society of American. Bulletin. 103, 22-36.

Kulaksız, S. 1981. Sivrihisar kuzeybatı yöresinin jeolojisi. Yerbilimleri.8,103-124.

Mullen, E.D. 1983. MnO/İİO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of orogenic environments and its implications for petrogenesis. Earth and Planetary Science Letters 62, 53-62.

Nebert,, K. 1975., Eskişehir'in kuzeyindeki, Mihalgazi-Dağköplü köyleri yöresinin jeolojisi

haritası ve maden çalışmaları hakkında rapor. MTA Rapor No: 5776 (yayınlanmamış).

Okay, A. I. 1984. Kuzeybatı Anadolu'da Yer alan Metamorfik Kuşaklar. Ketin Sempozyumu. 83-92..

———, Tansel, I ve Tüysüz, O. 2001., **Obduction**, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous - Lower Tertiary Sedimentary record of western Turkey. Geological Magazine., 138, 117-142.

Pearce, J.A. ve Cann, J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth Planet. Sei. Lett., 19, 290-300.

——— ve Nony, M.J. 1979. **Petrogenetic implications** of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks., **Contrib. Mineral. Petrol.**, 69, 33-47.

———, Lippard, S.J. ve Roberts, S. 1984. Characteristics and tectonic significance of supra-subduction zone ophiolites. In marginal Basin Geology {eds. B.P. Kokelaar and M.F. Howells}. Geological Society London Special Publications 16,77-94.

Robertson, A.H.F. 2002. Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region.. **lithos.** 65, 1-67.

Şengör, A.M.C ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey. Plate tectonic approach. **Tectonophysics.** 75b 181-241..

Tekeli, O., 1981. Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia., Turkey: Geology.. 9,68-72.

