

**ANKARA HAYMANA (DEMİRÖZÜ) YÖRESİ MERMERLERİNİN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mücahit Nasuh BİLİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2006
ANKARA**

Mücahit Nasuh BİLİR tarafından hazırlanan ANKARA HAYMANA (DEMİRÖZÜ) YÖRESİ MERMERLERİNİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nail ÜNSAL

Danışman Üye : Yard. Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK

Üye : Prof. Dr. Metin ASLAN

Tarih : 08.09.2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mücahit Nasuh BİLİR

**ANKARA HAYMANA (DEMİRÖZÜ) YÖRESİ MERMERLERİNİN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Mücahit Nasuh BİLİR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2006**

ÖZET

Bu çalışmada, Ankara Haymana (Demirözü) yöresi mermerlerinin, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yöre mermerlerinin fiziksel özelliklerinden hacim kütle, özgül kütle, ağırlıkça su emme, hacimce su emme, kaynar suda ağırlıkça su emme, kaynar suda hacimce su emme, doluluk oranı belirlenmiştir. Mermerlerin mekanik özelliklerinin etüv kurusu, hava kurusu ve su emmiş olmak üzere üç farklı kondisyonda, basınç mukavemeti, eğilme mukavemeti, yarmada çekme mukavemeti darbe mukavemeti, aşınma mukavemeti özellikleri belirlenmiştir. Donma çözülme sonrası basınç mukavemeti tespit edilmiştir. Sonuç olarak mermerlerinin porozite, su emme, basınç mukavemeti, donma çözülme sonu basınç mukavemeti kaybı, eğilme mukavemeti, darbe mukavemeti değerleri bakımından kaplama olarak kullanım özelliklerini taşıdığı görülmüştür.

**Bilim Kodu : 714.1.143
Anahtar Kelimeler : Mermer, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler
Sayfa Adedi : 84
Tez Yöneticisi : Yard.Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK**

**DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF
THE ANKARA HAYMANA DEMIROZU MARBLES
(M.Sc. Thesis)**

Mücahit Nasuh BİLİR

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
September 2006**

ABSTRACT

This study aims at determining the physical and mechanical properties of the marbles of Ankara Haymana (Demirözü) region. In this context, the physical properties of the marble of the region are determined in terms of bulk density, density, water absorption by weight, water absorption by volume, water absorption by weight in boiled water and compactness ratio. As for the mechanical properties of the marbles, the experiments for compressive strength, resistance to impact, flexural strength, tensile strength and absorption quantity are realized within the three kinds of condition such as stove dry, air dry and water absorption. The loss of pressure after water absorption and freeze experiments is determined. Consequently, it is seen that the marble of the region has the properties for covering purposes in terms of compressive strength, loss of compressive strength after freeze, resistance to impact, porosity and water absorption values.

Science code : 714.1.143
Key Words : Marble, Physical Properties, Mechanical Properties
Page Number : 84
Adviser : Assist. Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK'e ve tez çalışmamda laboratuvarı kullanmama izin veren Yapı Eğitimi Bölümü idarecilerine, yardımlarını esirgemeyen sayın İlker Tekin ve Serkan Kırız'a, ocak inceleme çalışmalarında yardımlarından dolayı Makro Mermer A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Ali ÜNAL ve tüm şirket çalışanlarına, çalışmama zaman ayırmama katkılarından dolayı Daire Başkanım Hamdi SERT ve Şube Müdürüm Vedat KURU'ya, düzenleme aşamasındaki katkılarından dolayı mesai arkadaşlarım Dr. Ercan GÜNDOĞAN, Yeşim GÜLER ve Aynur CİVELEK'e maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli eşime teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
HARİTALARIN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Mermerin Tanımı ve Çeşitleri	3
2.2. Mermerin Sınıflandırılması	3
2.2.1. Sedimanter (tortul) mermerler	4
2.2.2. Magmatik mermerler.....	4
2.2.3. Metamorfik oluşumlu mermerler	5
2.3. Mermerin Teknik Özellikleri.....	6
2.3.1. Mermerlerde sertlik.....	6
2.3.2. Mermerlerde özgül ağırlık.....	7
2.3.3. Mermerlerde basınç mukavemeti	8
2.3.4. Mermerlerde gözeneklilik (porozite).....	9
2.3.5. Mermerlerde görünüş	10

Sayfa

2.4. Mermerin Teknik Özelliklerini Etkileyen Kusurlar	11
2.4.1. Mermer bünyesindeki çatlaklar	11
2.4.2. Mermer bünyesindeki damarlar	11
2.4.3. Mermer bünyesindeki fosiller	12
2.4.4. Mermer bünyesindeki stilolitler	12
2.4.5. Mermer bünyesindeki mineral ve elementler	12
2.5. Benzer Çalışmalar	13
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Ulaşım	18
3.1.2. Jeoloji ve rezerv	19
3.1.3. İşletme özellikleri	21
3.2. Metot	21
3.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması	22
3.2.2. Hacim kütlesi tayini	23
3.2.3. Su emme oranı tayini	24
3.2.4. Kaynar suda su emme oranı tayini	25
3.2.5. Özgül kütle tayini	26
3.2.6. Görünen porozite tayini	27
3.2.7. Kompasite (doluluk oranı) tayini	27
3.2.8. Porozite (gözeneklilik derecesi) tayini	28
3.2.9. Basınç mukavemeti tayini	28

	Sayfa
3.2.10. Eğilme mukavemeti tayini	29
3.2.11. Darbe mukavemeti tayini	31
3.2.12. Sürtünme ile aşınma kaybı tayini (rotating-cutter method)	32
3.2.13. Tabi don tesirlerine dayanıklılık ve don sonu basınç mukavemeti tayini	33
3.2.14. Yarmada çekme mukavemeti tayini.....	35
3.2.15. Açık hava tesirlerine dayanıklılığın tayini.....	36
3.2.16. Pas tehlikesi tayini	36
3.3. İstatistik Metot	36
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Fiziki Özellikler	38
4.1.1. Hacim kütle.....	38
4.1.2. Su emme	39
4.1.3. Özgül kütle	41
4.1.4. Görünür porozite	41
4.1.5. Kompasite (doluluk oranı).....	42
4.1.6. Porozite (gözeneklilik derecesi)	43
4.1.7. Açık hava tesirlerine dayanıklılık	44
4.1.8. Pas tehlikesi	44
4.2. Mekanik Özellikler	45
4.2.1. Basınç mukavemeti	45
4.2.2. Eğilme mukavemeti	47
4.2.3. Darbe mukavemeti	48

	Sayfa
4.2.4. Aşınma mukavemeti	49
4.2.5. Yarmada çekme mukavemeti	50
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	54
EKLER	58
EK-1 Hacim kütlesi değerleri	59
EK-2 Kütlice ve hacimce su emme oranları	60
EK-3 Kütlice ve hacimce kaynar suda emme oranları	61
EK-4 Özgül kütle değerleri	62
EK-5 Görünen porozite değerleri	63
EK-6 Komposite (doluluk oranı) değerleri	64
EK-7 Porozite (gözeneklilik derecesi) değerleri	65
EK-8 Basınç dayanımı değerleri	66
EK-9 Eğilme mukavemeti değerleri	67
EK-10 Darbe mukavemeti değerleri	68
EK-11 Aşınma mukavemeti değerleri	69
EK-12 Yarmada çekme mukavemeti değerleri	70
EK-13 Malzeme ocağının uzaktan görünüşü	71
EK-14 Bilecik kireçtaşının malzeme ocağı dolaylarında yüzeylenmesi	72
EK-15 Mermer ocağında üstte çatlaklı tabaka ve altta blok verebilen çatlaksız tabaka	73
EK-16 Pnömatik delici	74
EK-17 Elmas tel kesme makinesi yakından görünüş	75
EK-18 Ana kayaya dik doğrultuda kesim deliği açılması genel görünüm	76
EK-19 Ana kayada yapılan işlemler	77
EK-20 Hidrolik krik o ile kesilen bloğun ana kayadan ayrılması	78
EK-21 Blokların ebatlanması	79
EK-22 Blokların yüklenmesi	80
EK-23 Mermer işleme tesisindeki işlemler	81
EK-24 Açık hava tesirlerine dayanıklılık deney numuneleri	82
EK-25 Pas tehlikesi tayini deney numuneleri	83
ÖZGEÇMİŞ	84

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Schmidt test çekici geri tepme sayısına göre kaya sertliği sınıflandırılması.....	7
Çizelge 2.2. Mermer cinslerine göre özgül ağırlıkları	8
Çizelge 2.3 Tek eksenli basınç mukavemetine göre taşların sınıflandırılması.....	8
Çizelge 2.4 Taşların poroziteye göre sınıflandırılması	10
Çizelge 3.1.Deney örneklerinin boyut ve adetleri	24
Çizelge 3.2 Kutu grafiğinin yapısı ve özellikleri	37
Çizelge 4.1. Deney örneklerinin fiziksel özellikleri aritmetik ortalamaları ve diğer yöre mermerleri ile karşılaştırılması.....	38
Çizelge 4.2. Deney örneklerinin mekanik özellikleri aritmetik ortalamaları ve diğer yöre mermerleri ile karşılaştırılması.....	46

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. İşletme koordinatları ve ruhsat durumu abağı	19
Şekil 3.2. Kutu grafiğinin yapısı ve özellikleri	37
Şekil 4.1. Hacim kütlesi verilerinin kutu grafiği ile gösterimi	39
Şekil 4.2. Atmosfer basıncı altında, kaynar suda hacimce ve kütlece su emme oranlarına ilişkin kutu grafikleri	40
Şekil 4.3. Özgül kütle verilerine ilişkin kutu grafiği.....	41
Şekil 4.4. Görünür porozite verilerine ilişkin kutu grafiği.....	42
Şekil 4.5. Komposite (doluluk oranı) verilerine ilişkin kutu grafiği.....	43
Şekil 4.6. Porozite verilerine ilişkin kutu grafiği	44
Şekil 4.7. Basınç mukavemeti verilerinin kutu grafikleri	46
Şekil 4.8. Eğilme mukavemeti verilerinin kutu grafikleri	48
Şekil 4.9. Aşınma mukavemeti verilerinin kutu grafikleri	50
Şekil 4.10. Yarmada çekme mukavemeti verilerinin kutu grafikleri	51

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Basınç mukavemeti ölçüm setine numunenin yerleştirilmesi	29
Resim 3.2. Eğilme mukavemeti ölçüm setine numunenin yerleştirilmesi	30
Resim 3.3. Tırnaklı dönen aşındırma aletine numunenin yerleştirilmesi	33

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Örnek sahası ulaşım haritası	18
Harita 3.2. Örnek yeri gösteren harita	22

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
SO _x	Kükürt oksit
NO _x	Azot oksit
HCl	Hidroklorik asit
SiO ₂	Silisyum oksit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
MgO	Magnezyum dioksit
Mpa	Mega paskal
R	Schmidt yüzey sertliği
S	Basınç dayanımı
W	Darbe işi

Kısaltmalar	Açıklama
MTA	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TS 699	TSE “TS 699” numaralı standart
TS 1910	TSE “TS 1910” numaralı standart
TS 2513	TSE “TS 2513” numaralı standart
TS 10449	TSE “TS 10449” numaralı standart

1. GİRİŞ

Doğal taşlar, insanoğlu tarafından bilinen en eski inşaat malzemelerinden biridir. Doğal taşların inşaatlarda ve süs eşyalarında kullanımı 5-10 bin yıl önce başlamıştır. İnsanoğlu barınak için taş kullanmaya başlamasından sonra, taşların özelliklerine ve kullanım yerine göre seçmeye başlamıştır. Bu taşlardan mermer eski çağlardan beri medeniyetlerin kurulmasında ve kültürlerin gelişmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Mermer önceleri sadece yapı taşı olarak kullanılırken, uygarlığın ilerlemesine paralel şekilde, süsleme ve sanatsal tasarım amacıyla da kullanılmış ve günlük yaşamdaki yerini almıştır [1].

Mermer; görünümü, sağlamlığı, uzun ömrü ve ekonomikliği göz önüne alındığında en çok kullanılan doğal yapı taşıdır. Dünya mermer rezervlerine ilişkin sağlıklı sayısal verilere ulaşmak oldukça güç olmakla beraber rezervlerin büyük çoğunluğu Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz kuşağında bulunmaktadır. Türkiye'nin mermer kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olduğu bilinmekte fakat mermer rezervleri kesin rakamlarla ifade edilememektedir. Şimdiye kadar değişik kuruluşların yaptıkları etüt ve aramalara göre toplam işletilebilir rezervin 7 6 milyon m³ dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Yıllık üretim miktarı ise yaklaşık olarak 935 000 m³/yıl dır [2, 3].

Mermercilikte kalite kontrol, ocak aşamasında başlayıp fabrika ve kullanım süreçlerinde devam eder. Yeryüzünde renk, doku ve yapıcı tamamen, homojen mermer bulunmamaktadır. Aynı ocakta hatta aynı blokta çoğu zaman farklılıklar gözlenebilir. Son bileşim, başka bir deyişle görünüş ve özellikler her mermerin tek ve eşsiz olmasını sağlayacak şekilde kayada mevcut farklı saflıklara bağlı olarak değişik olabilmektedir. Yani, şekil, ebat, mineral taneciklerin düzeni ve büyük ölçüde gözlemlenen taşın ait özelliklerden oluşan yapı, her tip mermere kendi özelliğini vermektedir. Mermerin kendi özellikleri dışında ürünün bünyesinde bulunan süreksizlikler

ve kılcal çatlaklar kalite kontrolde etkindir. Kırık ve çatlaklar, mermerin pazar ve kullanım payı ne olursa olsun istenilmez [4, 5].

Mermerler yataklaşma durumuna ve jeolojik yapılarına göre açılan üretim ocaklarından, düzgün geometrik şekilde bloklar halinde çıkarılır. Bu şekilde yarı işlenmiş hale gelen mermer blokları fabrika ve kesme-işleme tesislerinde kesilerek (plaka) haline getirilir. Silme ve cila (polisaj) işlemi ile silinip parlatılarak pürüzsüz bir yüzey meydana getirilir. İstenilen ölçülerde, kenar ve köşeleri kesilerek piyasaya arz edilir [6].

İç-dış cephe kaplamalarından, yer döşemesine, sanatsal yapıtlara ve mezar taşlarına kadar bir çok yerlerde kullanılan mermerlerin uygun yerlerde kullanılabilmesi için oluşum ve bulunuş şekillerinin yanı sıra fiziksel ve fiziko-mekanik özellikleri de bilinmelidir [7].

Mermerin yaygın ve bilinçli kullanılması, ihraç ve ithal edilmesi, şüphesiz bütün dünyada kullanılan standart deney metotlarıyla deneye tabi tutulması ve elde edilen sonuçların yayımlanması ile artacaktır. Hangi mermerin nerede ve nasıl kullanılacağına deney sonuçlarının değerlendirilmesi ile karar vermek daha bilinçli bir yaklaşımdır. Yapılan deneylerin güvenli ve belirli bir standarda oturtulması büyük önem taşır. Ülkemizde yayımlanan deney sonuçlarındaki en büyük eksiklik ve yanlışlık deneylerin hangi standarda göre yapıldığının belirtilmemesidir. Mermerin kullanım yerlerinin belirlenmesinde, mermere ait özelliklerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle günümüzde mermerin teknik özelliklerinin belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir. Teknik özellikler bilinmediği takdirde, kullanım aşamasında büyük problemler çıkabilmekte ve bunun sonucunda da önemli düzeyde malzeme ve işgücü kayıpları doğmaktadır [8].

Bu çalışmanın amacı; Ankara ili Haymana ilçesi Demirözü yöresi mermerlerinin, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemektir.

2. KAYNAK ARAşTIRMASI

2.1. Mermerin Tanımı ve eşitleri

Mermerin tanımı bilimsel ve ticari olarak iki şekilde yapılmaktadır. Bilimsel tanımı ile mermer; kireç taşlarının (kalsiyum karbonat) zamanla doğada meydana gelen ısı ve basınç (metamorfizma) etkisi ile kristalize olmuş bileşiminde en az % 95 CaCO_3 bulunan, genellikle yoğunluğu 2550-2800 kg/m^3 arasında değişebilen, içerisinde az miktarda kuvars, grafit, hematit, limonit, pirit, mika, klorit gibi mermere değişik renkler ve damarlı bir görünüm kazandıran mineraller bulunan ve kesilip parlatılabilen sert taşlara mermer denir. Ticari anlamda ise blok verebilen kesilip parlatılabilen her çeşit taş mermer olarak tanımlanmaktadır [1, 9, 10].

Mermerlerin kimyasal bileşimlerinde büyük oranda kalsiyum karbonat, daha düşük oranlarda silisyum dioksit, ayrıca pigment olarak da değişik metal oksitleri bulunmaktadır. Saf oldukları zaman yarı saydam ve beyaz renklidirler. Fakat yabancı maddelerin ve özellikle madensel oksitlerin tesiriyle sarı, pembe, kırmızı, mavimsi, esmer ve siyah renkli olabilmektedirler. Bazı mermerlerin bünyelerinde rastlanan değişik renklerdeki damarlar, taşlara hayranlık uyandıran bir görüntü kazandırdığı gibi, kıymetlerini de artırmaktadır. Dekorasyon ve süsleme işlerinde özellikle bu çeşit mermerler tercih edilmektedir [5].

2.2. Mermerin Sınıflandırılması

Mermer olarak kullanılan taşlar, oluşum şekillerine (kökenlerine) göre üç kısımda toplanabilirler. Bunlar;

- 1- Sedimanter (tortul) mermerler,
- 2- Magmatik (mermer amaçlı kullanılan) mermerler,
- 3- Başkalaşmış mermerlerdir [1, 11].

2.2.1. Sedimanter (tortul) mermerler

Sedimenter mermerler oluşumlarına göre iki gruba altında toplanmıştır.

Detritik ve Klastik Oluşumlu Sedimanter Mermerler; bu tip mermerler muhtelif kayaların parçalanıp taşınarak uygun bir ortamda birikmesi ve çimentolanması ile oluşmuşlardır. Bunlar; Konglomera, breş, puding, gre, grovak ve arduvazdır [3].

Organik ve Kimyasal Oluşumlu Sedimanter Mermerler; suda erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonat kimyasal ve fiziksel şartların değişmesi sonucunda kimyasal olarak veya organizmaların etkisi ile çökelirler. Kalsiyum ve magnezyum karbonatın oluşabilmesi için organizmaların faaliyetine ihtiyaç vardır. Su ortamında bulunan karbondioksitin önemi de çok büyüktür. Suyun uygun bir yerde kalkeri eritmesi ve başka bir yerde bunu çökeltmesi esas itibarıyla sudaki karbondioksit miktarına bağlı olduğu gibi kalkerlerin organizmalar tarafından oluşturulması da bu olaya bağlı olmaktadır. Kalker (Kireçtaşı), kalker breşi, kalkarenit, mikritik kalkerler bu şekilde oluşur. Traverten ve oniks mermerleri de bu gruba girmektedirler [3].

2.2.2. Magmatik mermerler

Magma adı verilen tamamen erimiş silikat sıvısının, yerkabuğunun değişik derinliklerinde oluşması, yüzeye yaklaşması ile bağlantılı olarak soğuyup katılaşması sonucu oluşan mermerlere Magmatik Mermerler (püskürük mermer) denir. Magmatik mermerlerin bileşiminde kuvars ve diğer silikatlar bulunur. Bu sebeple mamul hale getirilip cilalanmalarının oldukça güç olmasına karşın dış tesirlere karşı, diğer mermer cinslerine göre daha dayanıklıdır [12, 13].

Püskürük taşlar, kendi aralarında derinlik taşları, yüzey taşları ve damar

taşları olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Ayrıca kimyasal bileşim yönünden;

- % 66'dan fazla SiO_2 içerenler; Asidik,
 - % 66-% 52 arası SiO_2 içerenler; Nötr,
 - % 52-% 45 arası SiO_2 içerenler; Bazik,
 - % 45'den az SiO_2 içerenler; Ultrabazik,
- taşlar olarak sınıflandırılmaktadır [14].

2.2.3. Metamorfik oluşumlu mermerler

Sedimanter ve magmatik kökenli kayaçların değişen basınç ve sıcaklık koşullarının etkisi ile katı halde mineralojik ve dokusal değişime uğramaları sonucu oluşurlar. Mermercilik açısından çok önemli olan ve petrografide mermer olarak tanımlanan kayaç, kalker ve dolomitik kalkerlerin başkalaşıma uğraması sonucunda oluşmuştur. Mermer, gnays, anfibolit, spolen, şist, fillit ve eklojit gibi kayaçlar bu gruba girer [15].

Mermer bünyesindeki kristal büyüklükleri mermer hamurunun soğuma hızı ile ters orantılıdır. Mermerde soğumadan dolayı oluşan kırık ve çatlaklar zamanla, yer altı ve yer üstü sularının etkisi altında bulunduklarından, bu suların eriterek, bünyelerine aldıkları her tür maden tuzları ile dolar. Bu suretle damarlar halinde renk değişiklikleri meydana gelir [16].

Metamorfik oluşumlu mermerler, değişik başkalaşım şartlarında oluşurlar.

Bu şartlar;

- kontakt başkalaşım,
 - dinamik başkalaşım,
 - bölgesel başkalaşım
- olarak sıralanabilir.

Kontakt başkalaşımında; magmadan gelen sıcaklık, gaz ve hidrotermal sıvıların etkisi önem taşır. Başkalaşım oldukça derinlerde gerçekleşir ve bu şekilde oluşan mermerlere kristalize kalker denir. *Dinamik başkalaşımında;* gerilim kuvvetlerin etkisiyle değişim söz konusudur, sıcaklığın fazla etkisi görülmez. Bu mermerlerin sertleşmesinde esas rolü, parçalanan mermer ve kalkerin aralarına giren ve çeşitli renge sahip madensel tuzları içeren doğal çimento oynamaktadır. Dinamik başkalaşmış mermerler Breş mermeri olarak anılır [14, 17].

2.3. Mermerlerin Teknik Özellikleri

Mermerlerde bazı mekanik ve fiziksel özellikler, diğer özelliklerine göre kullanım yerleri ve amacı göz önünde bulundurulduğunda daha çok önem arz etmektedir. Bu özellikleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

2.3.1. Mermerlerde sertlik

Genel olarak sertlik düzgün yüzeyli kayacın taze yüzeyinin göreceli olarak değişik cisim, alet ve cihazlarla tespit edilebilen bir özelliğidir. Mermerin sertliğini belirleyen temel özellikler şöyle sıralanabilir;

Mineral bileşimi; İçinde bulunan minerallerin sertliği mermerin sertliğini belirler. Bir mineralin sertliği o minerale dıştan gelen bir etkiye karşı göstermiş olduğu dirençtir. *Tane boyutu;* tane boyut dağılımının iri ve tane sınırlarının düz olması, mermerin sertliğinin düşük olmasına neden olmaktadır. Tane boyut dağılımının genelde ince, sınırlarının ise grift olması mermerin sertliğini artırmaktadır. Tane sınırlarında yuvarlaklık ve tane boyutu arttıkça sertlik azalmakta, kristal boyutu inceldikçe ve tane sınırları griftleştikçe sertlik artmaktadır [12, 18].

Mermerin sertliği cinsine göre değişir. Silikat minerallerinin çoğalması sertliği artırır. Mermerin sertliğinin, biçilme ve cilalanma konuları ile yakın ilgisi vardır. Sert mermerlerin üretilmesi ve biçilmesi, yumuşak cinslere nazaran

zordur. Buna karşın çok iyi cila kabul ederler. Ancak cilalanmaları da oldukça işçilik ve zaman ister. Sert mermerler bu zorluklara rağmen kolay yıpranmadığı için en çok arzu edilen cinstir. Binalarda daha ziyade kapı eşiklerinde ve döşemelerde kullanılırlar [17].

Schmidt deney çekici geri tepme değerlerine göre taş sınıflandırması Çizelge 2.1' de görülmektedir [19].

Çizelge 2.1. Schmidt test çekici geri tepme sayısına göre kaya sertliği sınıflandırılması

Kaya Sınıfı	Schmidt Çekici Geri Tepme Sayısı
Yumuşak	0-10
Az yumuşak	10-20
Az sert	20-40
Sert	40-50
Oldukça sert	50-60
Çok sert	>60

2.3.2. Mermerlerde özgül ağırlık

Mermer olarak kullanılabilen taşların özgül ağırlıkları geniş anlamda 2200-3200 kg/m³ arasında değişir. Mermerlerin özgül ağırlıklarının bilinmesi özellikle, yüklemde kullanılan halat kalınlıklarının ve nakliye ücretlerinin belirlenmesinde önem kazanmaktadır. Buna göre bazı mermer cinsleri için özgül ağırlıkları Çizelge 2.2'de görülmektedir [12, 17, 20].

Çizelge 2.2. Mermer cinslerine göre özgül ağırlıkları

Mermer Cinsi	Özgül Ağırlıklar (t /m ³)
Traverten	2200-2500
Dolomit	2400-2900

Çizelge 2.2. Devam Mermer cinslerine göre özgül ağırlıkları

Kristalize kalker	2400-2700
Mermer Cinsi	Özgöl Ağırlıklar (t /m ³)
Serpantin	2550-2750
Siyenit	2700-3000
Bazalt	2750-3200
Granit	2650-2850

2.3.3. Mermerlerde basınç mukavemeti

Mermerlerin basınç mukavemeti, kristal durumuna, porozite ye, CaCO₃ miktarına ve yabancı madde içeriğine göre farklı olup, genellikle tek eksenli basınç altında 500 – 1500 kgf/cm² arasında değişen basınç mukavemetleri gösterirler. Mukavemet tabakalaşmaya dik yönlerdeki yüklemelerde paralel yöne göre daha büyüktür [17].

Tek eksenli basınç mukavemeti araştırmacıların yaygın olarak kullandıkları bir sınıflama biçimidir. Taşların tek eksenli basınç mukavemetine göre sınıflandırılması Çizelge 2.3' de görülmektedir [21].

Çizelge 2.3 Tek eksenli basınç mukavemetine göre taşların sınıflandırılması

Taş Sınıfı	Tek eksenli basınç mukavemeti (kgf/cm ²)
Çok yüksek dirençli	>2000
Yüksek dirençli	2000-1000
Orta dirençli	1000-500
Düşük dirençli	500-250
Çok düşük dirençli	<250

Mukavemet şekil değiştirme diyagramları bir cisimden diğerine farklılık gösterir. Bu diyagramlar aynı bir cisim için bile deneyin yapıldığı sıcaklığa,

deney hızına ve diğer faktörlere bağılı olarak da değişir. Büyük şekil değiştirmelere mukavemet edebilen malzemelere sünek bunun tersi ise gevrek malzemelerdir [22, 23].

2.3.4. Mermerlerde gözeneklilik (porozite)

Mermerlerin gözenekliliği, mermer bünyesindeki taneler arasında bulunan, fosillerin erimesiyle meydana gelir. İyi nitelikli bir mermerde gözeneklilik %0.0002 ile %0.5 arasında değişir. Dış etkilere maruz kalacak mermerlerde gözenekliliğin çok az olması istenir. Fazla gözeneklilik suları emerek mermerlerde renk değişikliliğini meydana getirir. Emilen bu suların donmasıyla mermerde çatlamada meydana gelebilir [18].

Mermerin gözenekliliğini tanımlayan porozite, taştaki boşluk hacminin, toplam hacme oranının yüzde olarak ifadesidir. Boşluğun boyutu ne olursa olsun, mermerde boşlukların bulunması arzu edilmez. Fakat bazı özel tip mermerlerde ve travertenler de bu durum bir kusur oluşturmaz. Buna karşın siyah mermerlerde daha çok kömür, şist, bitüm ve grafit içermesinden dolayı meydana gelen boşluklar kusur sayılır. Porozite ne kadar büyürse mermerin ekonomikliği o derece azalır. Atmosfer etkilerine mukavemet özelliği, porozitenin artmasıyla azalmaktadır [12, 17, 20].

Porozite, taşların geğirgenliğinin saptanmasında, taşlardaki sızma problemlerinde ve su hareketliliğinin ortaya konulmasında önemli rol oynamaktadır. Porozite aynı zamanda taşların mekanik özellikleri üzerinde de etkili olmaktadır. Poroziteyi artıran boşluklar artıkça kayacın mukavemeti azalmakta ve taş içinde farklı gerilmelerin oluşmasına neden olmaktadır. Porozite, taşların ağırlıkları, ses ve ısı iletkenlikleri üzerinde de etkili olmaktadır. Porozite, taş sınıflandırılması için birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Taşların porozitelerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 2.4' de görölmektedir [21].

Çizelge 2.4 Taşların poroziteye göre sınıflandırılması

Porozite (%)	Taş Sınıfı
<1	Çok kompakt
1-2,5	Az boşluklu
2,5-5	Orta boşluklu
5-10	Oldukça boşluklu
10-20	Çok boşluklu
>20	Çok fazla boşluklu

2.3.5. Mermerlerde görünüş

Mermerler saf olduklarında renkleri beyaz veya süt beyazı tonlarındadır. Genel olarak renklenme, saf olmamaları, yani mermeri oluşturan esas mineral (kalsit) yanında tali veya az oranda yabancı element ve minerallerin renklerinin etkisiyle renk değişimi görülür. Renklenme, boyayıcı maddelerin miktarlarına bağlı olmayıp, dağılım biçim ve derecelerine bağlıdır. Buna göre mermerlerde izlenen çeşitli renklenmeler, çeşitli element ve minerallerin etkisi şöyledir. Kalsit, Dolomit, Manyezit beyaz, Azurit, Lazurit mavi, Rodokrozit pembe, mor, grimsi mor, Ankerit beyaz, sarı, kahverengi, Ankeritle birlikte Demir ve Mangan arttıkça koyulaşır, Hematit kırmızı, Limonit kahverengi, Pirolisit, Biotit, Ojit siyah, Diasporit pembemsi kahverengi Bordo, Serpantin koyu yeşil, Kuvars renksiz, gri ve değişik renkleri, Diopsit saydam Sodalit mavi, gri, Olivin zeytin yeşili renklerini verirler [24].

Mermerin rengi, cilalanan yüzeyin cilalanma durumuna göre de değişebilmektedir. Aşırı derecede uygulanan cilalamalar taşın rengini koyulaştırmaktadır [25].

Mermerin saydamlığı, bir mermerin ışık geçirme kapasitesidir. İnce kristalli, yağımsı bir görünümü olan mermerler saydamdırlar. Bunlar heykeltıraşlıkta, biblo vb. eşyaların yapımında kullanılır. İyi cins heykeltıraş mermerinde ışığın

nüfuz edebileceği derinlik 1 - 3.5 cm kadardır [1, 17].

Farklı renklerdeki kalsit damarları taş rengi ile uyumsuzluk arz ediyorsa, istenmez. Kalsit damarlarını içeren kayacı farklı yönlerde keserek belirli desenler elde edilmesi sonucunda iç mimaride kullanılabilir [18].

2.4. Mermerin Teknik Özelliklerini Etkileyen Kusurlar

Mermerlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilecek birçok iç ve dış faktör vardır. Başlıca faktörler şöyle sıralanabilir;

2.4.1. Mermer bünyesindeki çatlaklar

Basınca maruz kalan kristallerin zayıf yerlerinden kırılmasıyla meydana gelir. Genellikle mermerlerde dört tip çatlığa rastlanmaktadır. Bunlar; boyuna, enine, verevine ve morfolojik oluşmuş çatlak tipleridir. Boyuna çatlaklar tabakalaşmaya paralel, enine çatlaklar tabakalaşmaya dik ve verevine çatlaklar ise tabakalaşmayı kat eden çatlaklardır. Morfolojik etkenlerle mermerin dış yüzeyinde oluşmuş devamsız çatlaklar genellikle yanık bölge içinde kalırlar [18].

Mermer bloklarında tabii çatlakların oluşması normaldir. Ancak çatlakların açıklığının çok olmaması durumu önemlidir. Çatlakların açık olması veya çatlakları dolduracak solüsyonlu suların çatlığı tamamen kapatmaması büyük bir sakınca oluşturur. Çatlak açıklıkları bazı mermer yataklarında 3 - 9 cm, bazılarında da ise 15-20 cm boyuta ulaşabilmektedir [17, 20, 26].

2.4.2. Mermer bünyesindeki damarlar

Mermerlerde tektonik olaylar neticesinde meydana gelen çatlak ve kırıkların sonradan dolmasıyla birçok değişik renkte ve karakterde meydana gelir. Damarların daha çok demir oksitli sularla meydana gelmiş olanları mermerin

sağlamlığını bozar. Bu türlü mermerlerde damarlar kirli pas rengindedir ve bu damarlar sakıncalıdır [17, 20].

2.4.3. Mermer bünyesindeki fosiller

Genellikle doğal tortul taşların, yoğunluk ve sertliklerine göre tebeşirden mermere kadar değişen, prehistorik döneme ait deniz yataklarında tabakalaşmış halde bulunan kireçtaşları, çok miktarda fosil ve deniz kabuğu içerirler. Kristalize kalkerin birçoğunda değişik tip ve irilikte fosillere rastlanır. Bunlar taşa ayrı bir güzellik katar. Bazı mermerlerdeki fosiller çok küçüktür, bazılarında ise 4-5 cm büyüklüğündedir. Bazı fosillerin özellikle merkezleri boşluk gösterir. Bu durum taşın değerini azalttığı gibi kalitesini de düşürür [1, 17, 20].

2.4.4. Mermer bünyesindeki stilolitler

Stilolitleşmenin mermercilikteki tanımı "karınca yeniği" dir. Basınç ve tektonik stilolitler taşlarda yaygın bir şekilde izlenir. Taneler arası sıkışma esnasında oluşur. Stilolitler bazen kil, çamur veya kalsit ile dolu olabilir. Tabakalaşmaya paraleldir. Çamur ve kil ile dolu olan stilolitler su ile temaslarında dağılırlar ve kesmede büyük sorun yaratırlar. Bu nedenle istenmeyen bir jeolojik oluşum şeklidir. Tektonik stilolitler tabakalaşmayı dikine, veresine ve enine keser durumda bulunurlar [18].

2.4.5. Mermer bünyesindeki mineral ve elementler

Mermerdeki yabancı maddelerin, mermer içerisindeki özelliğine göre etkileri farklıdır. Bu yabancı maddeler demir-sülfidler, silisli ve slikaatlı mineraller olabilmektedir. Demir-sülfitlerden en çok rastlanana Pirit'tir. Pirit cilalandığında güzel görünür fakat işlenmesi zordur. Silis ve silikat mineralleri bantlar şeklinde bulunabilir. Bu mineraller mermer yatağının ekonomikliğini düşürür [17].

Çökelmiş mermerlerde bulunabilecek zararlı mineral ve elementler; mika taneleri, mika bandı ve mercekleri, kil bantları ve dolguları, kuvars taneleri ve damarı, pirit ve dolomit bandı, uranyum, kükürt, demir, arsenik, kobalt ve bakırdır. Mermercilikte mika oluşumlarının gözlenmesine mermer iliği denir. Mermerde farklı sertlik oluşturduğu için istenmez. Kuvars minerali tane, damarları dolduran şekillerde olabilir. Dolomit kayada bant ve tane şeklinde bulunur bant şeklinde bulunanları çok sert olup kesimde sorun yaratırlar. Dolomit miktarının artmasıyla mamül kesimlerinin kenarlarında atma ve kopmalar gözlenir. Pirit, limonit ve hematit gibi mineraller taşları boyayacağından renk bozulmalarına sebebiyet verir. Uranyum, kobalt, arsenik, kükürt ve bakır ise insan sağlığı açısından zararlı olduklarından istenmeyen mineral ve elementlerdir [18].

2.5. Benzer Çalışmalar

"Ankara Haymana Karahoca Köyü Emiçce Mevkii Mermerlerinin Jeolojisi, Mühendislik Özellikleri ve İşletilebilirlik Durumu" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Karahoca köyü ve Emiçce mevkiinin jeolojisi incelenmiş, Emiçce Haymana arasında kalan alanda mermer potansiyeli üzerinde durulmuştur. Bölge mermerlerinin fiziksel özelliklerinden birim hacim ağırlığı $2,66 \text{ g/cm}^3$ olarak elde edilmiştir. Yöre mermerinin kütlece su emme oranı ortalaması % 0,23, hacimce su emme ortalaması % 0,62, doluluk oranını % 99,63 ve porozite değeri %0,37 olarak elde edilmiştir. Mekanik özelliklerinden basınç mukavemeti değeri ortalamasını $1128,30 \text{ kgf/cm}^2$, eğilme ortalamasını $138,24 \text{ kgf/cm}^2$, sürtünme ile aşınma mukavemeti değerlerini kalınlık azalması cinsinden $0,16 \text{ cm/50cm}^2$ veya % 2,28 olarak, hacim azalması cinsinden aşınma miktarı $8,00 \text{ cm/50cm}^2$ veya % 2,33 olarak tespit edilmiştir. Don kaybı % 0,28 olarak ve don sonrası basınç mukavemeti ortalaması $1112,02 \text{ kgf/cm}^2$ ve don deneyi sonu basınç azalması ise % 1,44 olarak bulunmuştur. göre yapılmış ve standart değerlerin üzerinde sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Kalite tayini ve mühendislik özellikleri yönünden Emiçce mermerlerinin binaların iç ve dış kaplamalarında rahatlıkla kullanılabileceği

görüŖüne varmıŖtır [27].

"Dümrek (Sivrihisar) mermerlerinin özelliklerinin belirlenmesi ve üretim yönteminin seçimi" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Sivrihisar bölgesinin jeolojisi, coğrafi durumu, bölgenin genel jeolojisi ve yapısal jeolojisi, mermerin tanımı ve sınıflandırılması hakkında, bilgiler sunmuştur. Sivrihisar bölgesine yaklaşık 25 km uzaklıkta ve kuzeydoğusunda bulunan Dümrek, Zeyköy bölgesi mermerlerinin fiziksel özelliklerinden; Dümrek bej ve pembe renkli mermerlerinin özgül ağırlıkları $2,70 \text{ g/cm}^3$, bej mermerin birim hacim ağırlığının ortalamasını $2,69 \text{ g/cm}^3$ ve pembe renkli mermerin birim hacim ağırlığının ortalamasını $2,68 \text{ g/cm}^3$ olarak elde edilmiştir. Bej mermerin doluluk oranını % 99,63 ve pembe mermerin ise % 99,26 bulunmuştur. Bej mermerin porozitesini % 0,37 ve pembe mermerin ise % 0,74 olarak bulunmuş ve yapılan sertlik deneyinde yöre mermerlerinin sertliğinin 4 değerinde olduğu tespit edilmiştir. Mekanik özelliklerden; Bej mermerin tek eksenli basınç mukavemeti ortalama değeri 767 kgf/cm^2 , pembe renkli mermerin ise 908 kgf/cm^2 , eğilme mukavemeti ortalaması bej mermer için 148 kgf/cm^2 ve pembe mermer için 151 kgf/cm^2 , bej renkli mermerin darbe mukavemeti ortalaması $9,6 \text{ kgf/cm}^2$, pembe renkli mermer için $7,6 \text{ kgf/cm}^2$, aşınma mukavemet değerlerinin ortalaması bej mermer için $17,90 \text{ cm/50cm}^2$ ve pembe mermer için ise $20,39 \text{ cm/50cm}^2$, çekme mukavemeti değerleri ise bej mermerin ortalaması 84 kgf/cm^2 , pembe mermer 85 kgf/cm^2 , makaslama mukavemeti deney sonuçları ortalaması ise bej mermer için 150 kgf/cm^2 iken pembe mermer için 120 kgf/cm^2 , tabii don kaybı değerleri ortalaması bej mermer için % 0,11 ve pembe mermer için ise % 0,13 ve don sonrası tek eksenli basınç mukavemeti değerleri ortalaması bej mermer için 692 kgf/cm^2 ve pembe mermer için 870 kgf/cm^2 olduğu saptanmıştır [28].

"Kırşehir, Kaman, Demirli yöresi mermerlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi" adlı yüksek lisans tez çalışmasında mekanik ve fiziksel deneyler yapılmıştır. Hacim kütle değerlerinin $2,684 \text{ g/cm}^3$, ağırlıkça su emme miktarı aritmetik ortalamasının % 0,055 ve hacimce su emme

miktarı aritmetik ortalamasının ise % 0,148 olduğu, Doluluk oranı aritmetik ortalaması % 99,56 olduğu belirlenmiştir. Görünür porozite deneyi ile elde edilen verilerin aritmetik ortalaması % 0,14 ve boşluk oranının ise % 0,44 olduğu tespit edilmiştir. Schmidt geri tepme sayıları aritmetik ortalamaları 37 ve Shore yüzey sertlik aritmetik ortalamaları 44,8 olarak belirlenmiştir. Brown' a göre de taş sertliğinin Schmidt geri tepme sayısı ile sınıflandırılmasında deney örnekleri az sert taş sınıfında olduğu, özgül kütle deneyi ile elde edilen verilerinin aritmetik ortalaması $2,696 \text{ g/cm}^3$, basınç mukavemeti verilerinin aritmetik ortalamasının $615,38 \text{ kgf/cm}^2$ olduğu, eğilme mukavemeti verilerinin aritmetik ortalaması $44,1 \text{ kgf/cm}^2$, Ultrases geçiş hızı verilerinin aritmetik ortalaması $4,20 \text{ km/sn}$, Ultrases geçiş hızı değerleri ile elde edilen elastik parametrelerden dinamik elastisite modülü aritmetik ortalaması $60439,8 \text{ kgf/cm}^2$, dinamik poisson oranı aritmetik ortalaması 0,19 , dinamik kayma modülü aritmetik ortalaması $36006,25 \text{ kgf/cm}^2$ ve dinamik young modülü aritmetik ortalamasının $68207,7 \text{ kgf/cm}^2$ olduğu, Rezonans frekansı deneyi sonuçlarının aritmetik ortalamasının $2,03 \text{ Khz}$ olduğu, Rezonans frekansı ile elde edilen dinamik elastisite modülü değerlerinin aritmetik ortalamasının $16858,5 \text{ kgf/cm}^2$ olduğunun görüldüğü belirtilmiştir [29].

“Mucur-Kırşehir Yöresi Mermerlerinin Jeomekanik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasında Mucur Beji ve Mucur Traverteninin sırası ile birim hacim ağırlığı $2.7 - 2.37 \text{ gr/cm}^3$, özgül ağırlığı $2.72 - 2.72$, ağırlıkça su emme oranı %2 - %1.4, görünür porozitesi %0.54 - %3.318, doluluk oranı %99 - %87, Shore selereskop sertliği 55-54 olarak bulunmuştur. Mucur Beji ve Mucur Traverten inin sırası ile eğilme dayanımı $213.967 - 247.338 \text{ kg/cm}^2$, darbe dayanımı $3.3 - 8 \text{ kg.cm/cm}^3$, tek eksenli basma dayanımı $904 - 492 \text{ kg/cm}^2$ olarak bulunduğu belirtilmiştir. Yapılan sayısal hesaplamalar sonucu Mucur Beji mermerinin darbe dayanımının ve istenen özellikte olmadığı ve kaplama olarak kullanılamayacağı görülmüştür [30].

"Kaman Akpınar Yöresi Mermerlerinin Jeomekanik Özellikleri ve Ekonomik Potansiyelinin Tespiti" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Kaman-Akpınar yöresi mermerlerinin jeoteknik özelliklerinden, mekanik özellikleri için tek eksenli basınç mukavemeti değeri ortalamalarını siyenit için $1063,03 \text{ kgf/cm}^2$, diyabaz için $1536,04 \text{ kgf/cm}^2$, granit için $1508,05 \text{ kgf/cm}^2$ ve mermer için $856,64 \text{ kgf/cm}^2$, çekme mukavemeti değeri ortalamalarını siyenit için $657,70 \text{ kgf/cm}^2$, diyabaz için $189,37 \text{ kgf/cm}^2$, granit için $134,49 \text{ kgf/cm}^2$ ve mermer için $95,48 \text{ kgf/cm}^2$, makaslama mukavemeti değeri ortalamalarını siyenit için $126,25 \text{ kgf/cm}^2$, diyabaz için $312,75 \text{ kgf/cm}^2$, granit için $255,04 \text{ kgf/cm}^2$ ve mermer için $178,61 \text{ kgf/cm}^2$ olduğunu belirlemiştir [31].

"Emiçce (Ankara Haymana) Bölgesi Mermerinin Mühendislik ve Teknolojik Özellikleri" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; mermerin fiziksel özelliklerinden birim hacim ağırlığını $2,66 \text{ g/cm}^3$, özgül ağırlığını $2,73$ olarak tespit edilmiştir. Kompasitesi % 99,3 ve gözenekliliği % 0,37 olduğu hacimce su emme oranı % 0,61 olarak bulunmuş. Mekanik özelliklerinden hava kurusu serbest basınç mukavemeti değeri $623,70 \text{ kgf/cm}^2$, çekme mukavemeti değeri kuru örnekler için $86,0 \text{ kgf/cm}^2$, su emdirilmiş örnekler için ise $78,9 \text{ kgf/cm}^2$ olarak bulunmuştur. Darbe mukavemeti $64,6 \text{ kgf/cm}^2$, sürtünme ile aşınma mukavemeti $8,820 \text{ cm/50cm}^2$, don mukavemeti % 0,09 ve don sonu serbest basınç mukavemeti 618 kgf/cm^2 olarak bulunmuştur [32].

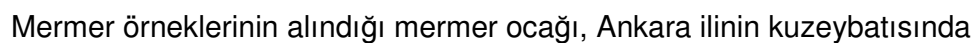
"Atmosferik Kirleticilerin Kireçtaşı Mermerleri Üzerindeki Parlaklık Kaybına Etkisi" adındaki yüksek lisans tez çalışmasında fosil içerikli enerji kullanımı ile ortaya çıkan hava kirliliği ve etkilerinin, sadece canlılarla sınırlı kalmadığı, özellikle yapı ve yapı malzemeleri üzerinde de zararlı etkileri olduğu ve bu etkinin, sonuçları itibarıyla malzemelerde önemli değişimlere neden olduğu bağlamında; yapılar üzerine "Kuru ve Islak Çökme Mekanizmaları" şeklinde, iki farklı yoldan ulaşan SO_x (kükürt oksit)'ler ve NO_x (azot oksit)'ler gibi atmosferik kirleticilerin etkileri ve bu etkilerin, farklı ortamlarda ve konumlarda yer alan kireçtaşı mermerleri üzerinde meydana getirdiği

parlaklık değişimleri, deneysel bir yöntem yardımı ile araştırılmıştır. Çalışmanın sürdüğü 16 ay boyunca mermer örnekleri üzerinde gözlem ve incelemeler sonucunda parlaklık kaybı meydana geldiği, bu parlaklık kaybının da, mermerlerin bünyesinde, bundan sonra ortaya çıkabilecek hasar ve bozulmaların başlangıcını oluşturduğu ortaya konmuştur [33].

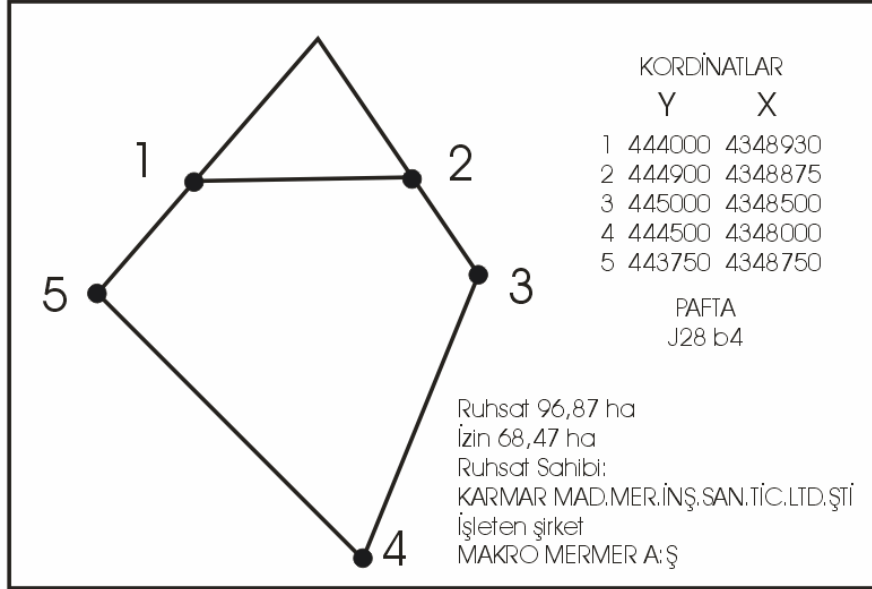
"Ultras es ile Mermerlerde Süreksizlik Tayini", adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Ultras es ölçüm yöntemleri ile ultras es dalgalarının katı, sıvı ve gaz ortamında yayılma hızları, sönüm faktörü yada enerjinin kaybını ölçmenin mümkün olacağı belirtilmiştir. Çalışmada mermerciler için büyük bir problem olan süreksizliklerin, ultras es ile belirlenmesinin araştırması yapılmıştır [34].

"Atlas-Çaykoz (Sivrihisar-Eskişehir) Dolayının Jeolojisi ve Mermer Yatakları" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Atlas siyahı ve Atlas beyazı; birim hacim ağırlığı $2,77\text{gr/cm}^3$ - $2,79\text{ gr/cm}^3$, özgül kütle $2,82\text{ gr/cm}^3$ - $2,81\text{ gr/cm}^3$, porozite %1,08 - %0,7, atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme %0,7 - %0,13, tek eksenli basınç deneyi $709,9\text{ kgf/cm}^2$ – $938,6\text{ kgf/cm}^2$, çekme dayanımı, 23 kgf/cm^2 – $98,0\text{ kgf/cm}^2$, kayma direnci (c) 150 – 140, pas tutma deneyi renk değişikliği yok - renk değişikliği yok, Asit etkisi deneyi olumsuz etki gözlenmiyor - olumsuz etki gözlenmiyor olarak tespit edilmiştir [35].

"Altıntaş-Üçhüyük-Abya-Genişler (Altıntaş-Kütahya) Bölgesinin Jeolojisi ve Altıntaş Menekşe Mermerlerinin İncelenmesi" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Altıntaş- Menekşe mermerinin fiziksel özellikleri; özgül ağırlık $2,73\text{ gr/cm}^3$, birim hacim ağırlığı $2,72\text{ gr/cm}^3$, porozitesi %0,36, ağırlıkça su emme oranı %0,112, hacimce su emme oranı % 0,3, sertlik derecesi 4 Mohs sertliği olarak belirlenmiştir [36].



Polatlı ilçesinin 50 km güney doğusunda Haymana-Demirözü arasındaki köy yolunun 30. kilometresinden 2 - 2,5 km kadar batıda, Demirözü yöresindeki



Şekil 3.1. İşletme koordinatları ve ruhsat durumu abağı

yüksek topografyanın yamacındaki Şekil 3.1'de görülen koordinatlarda ve alandaki halen MAKRO Mermer A.Ş. tarafından işletilen mermer ocağıdır. Mermer ocağının köy yolu ile olan 1,5 - 2 kilometrelik stabilize yol bağlantısı çoğunlukla blok kireç taşı üzerinden geçtiği ve toprak kısımlar mermer atıkları ile blokaj yapıldığı için kışın ve yağışlı hava koşullarında ocağa ulaşım engel teşkil etmemektedir. Örnek sahası ulaşım haritası Harita 3.1' de görülmektedir [37].

3.1.2. Jeoloji ve rezerv

Haymana ve çevresinde; Bilecik Kireçtaşı, Haymana Formasyonu, Dizilitaşlar Formasyonu, Demirköy Formasyonu, Hacılar Formasyonu ve alüvyon yüzeylenmektedir. Etüt alanında Bilecik Kireçtaşı, civarında Haymana Formasyonu ve Keçikaya Kireçtaşı izlenmektedir [38, 39].

Bilecik Kireçtaşı; Bej, pembe, kirli beyaz renkte kireçtaşından oluşan birim, kalın ve orta katmanlı olup, yer yer de belirsiz katmanlıdır. Birimi oluşturan kireçtaşı, biyomikrit, oomikrit, pelmikrit ve mikrit tipindedir. Gerek kaya türü özelliği, gerekse içerdiği fauna birimin, sığ denizde çökeldiğini göstermektedir. Birim, içerdiği foraminifer fosillerine göre, Üst Jura-Alt Kretase yaştadır [40].

Bölge doğusu Orta Sakarya'da yaygın olan birim, aşınma yüzünden yüzeylemelerinin dağınık olmasına karşın, benzer görünümlü istifler sunar. Bu bölgede 1000 m'ye varan kalınlık sunan Bilecik Kireçtaşı, çok büyük boyutta bloklar vermektedir. Sözü edilen bölgede, Bilecik Kireçtaşı işleten mermer ocakları bulunmaktadır. Bilecik Kireçtaşlarında yapılan nokta yükleme deneyi sonucunda $I_s=3.89$ Mpa, Schmidt çekici $R=51$ bulunmuştur. Çatlak açıklıkları 0.5-1 cm, çatlak aralıkları 1-30 cm arasında değişmektedir. Hafriyatı orta zor olup üzerinde 0-30 cm toprak örtüsü gelişmiştir [41].

Etüt alanı civarında bulunan, Keçikaya Kireçtaşı; gri, beyaz renkte, kristalize özelliktedir. Üst permien triyas yaştadır. Volkanitler, büyük kalınlıklara erişmiş ve geniş alanlara yayılmıştır. Haymana Formasyonu ise; kırmızı renkte mikritik kireçtaşı ile başlayan birim, çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyon, üst kretase yaştadır [42, 43]

Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Kireçtaşı Haymana ve Polatlı ilçelerine ait Temirözü (Demirözü), Mollaresul, İnönü ve Karahamzalı köyleri dolaylarında, genellikle kısıtlı yayılım alanları halinde, yer yer (Ek 18) yüzeyler [43, 44].

Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Kireçtaşı; Gri, kirli beyaz, krem-bej renklidir. ince tanelidir. İçinde yer yer küçük boyutlarda silis kökenli oluşuklara rastlanır. Genellikle kalın tabakalı veya som yapıdadır. Yer yer gözlenen silis içeriği, tüketim açısından en önemli özelliğidir. Alınan 10 adet örneğin kimyasal analiz sonuçlarında %0.7-2 arasında değişen SiO_2 yüzdelere rastlanır. Bu oranlardaki silis impuritesi, bir çok kullanım alanı için, kabul edilebilir sınırları

içinde kalmaktadır. Diğer taraftan %96-98 CaCO_3 içeriği ile de yüksek kalite kireçtaşı sınıfına girer. Bu kayalar resifal oluşumludur. Yapısal özelliklerin elverişliliği yanında cazip ve homojen bir renge sahip olması bu taşın mermer olarak ticari bir önem kazandırmıştır. Halen mermer piyasasında "Haymana Beji" adıyla kendine bir yer arayışı içindedir [41].

Haymana Bej Mermeri olarak işletilen ocak, yaklaşık olarak (R=750) m taban ölçülerinde 100 m yüksekliğinde koni şeklindedir (EK 17). Görünür mermer rezervi 22 000 000 m³ olup inceleme alanı ve yakın çevresinde mermer devam etmektedir.

3.1.3. İşletme özellikleri

Mermer sahasında yer üstü açık işletme tekniği kullanılmaktadır. 10-15m'lik üzerinde 0-10cm arasında toprak bulunan çatlaklı fakat (<150x200x300) cm blok verebilen bölgeden sonra çatlaksız tabaka ile çalışılarak çatlaksız blok alınabilmektedir (EK 19). Blok alma işlemi sırasında pnomatik delicilerle delikler delinip elmas tel kesicilerle kesim işlemi yapılmaktadır. Çıkarılan büyük bloklar iş makineleri ile taşıyıcılara yüklenip mermer işleme tesisine sevk edilmektedir. Mermer işleme tesisinde raylı sistem sayesinde bloklar katarak veya S-T adı verilen blokları istenilen ebatla kesmeye yarayan makinelere götürülmektedir. Böylece çeşitli ebatlarda plaka ve levha üretimi yapılmaktadır (EK 20-27). İşletilen mermer ocağı sahasında örnek yerleri, Harita 3.2'de görülmektedir.

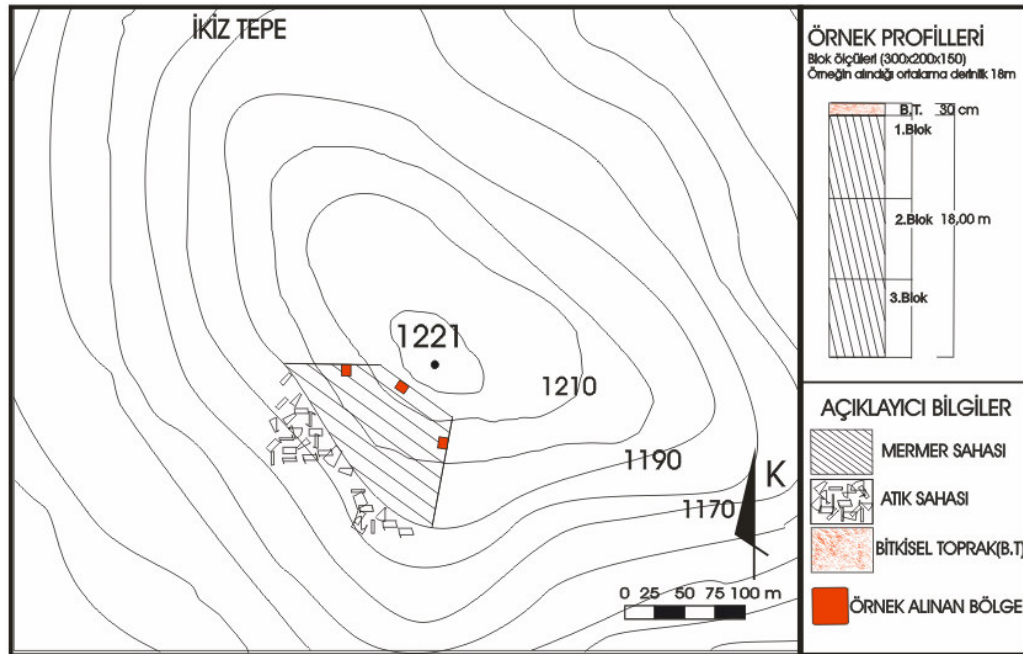
3.2. Metot

Araştırmada kullanılan örnekler Makro Mermer AŞ'nin Ankara'nın Temelli ilçe sınırlarında bulunan, araştırma sahasına 70 km mesafedeki mermer işleme tesislerinde üretilmiştir. Darbe dayanımı dışındaki deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Beton Laboratuvarında, darbe dayanımı deneyi ise Türk Standartları Enstitüsü Malzeme Laboratuvarında

yapılmıştır. Yapılan deneylerin sonuçları EK 1-12'de verilmiştir.

3.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Ankara Haymana, Demirözü yöresi mermer sahasından Harita 3.2'de görüldüğü gibi 3 farklı bölgeden yaklaşık 300x200x150 cm boyutlarında 3 blok örnek alınmıştır. Blok alma işlemi şu şekilde yapılmıştır. Ana kayaya dik şekilde pnömatik delicilerle delikler açılmıştır. Açılan deliklerden geçirilen elmas tel kesiciler yardımıyla 600x200x150 cm boyutlarında kesilmiş hidrolik krikolar yardımı ile blok ana kayadan ayrılmıştır. Sahada bu mermerlerin boyutları tel kesici ile (300x200x150)cm' lik boyutlara getirilmiş ve mermer işleme tesisine sevk edilmiştir. Mermer işleme tesisinde (300x200x150) cm boyutlarındaki mermer bloklar katrak makinesinde (300 x 200 x 10) cm,



Harita 3.2. Örnek yeri gösteren harita

(300x200x7) cm ve (300x200x4) cm $\pm$ 0,5 cm plak boyutuna indirilmiş ve köprü kesme makinesinde su verilerek her bloktan eşit sayıda olmak üzere

Çizelge 3.1 de belirtilen ebat ve sayıda toplam 225 adet deney örneği üretilmiştir. Örneklerin tabakalaşma doğrultusu belirlenmemiştir. Ayrıca bloklardan elde edilen parça mermerler her bloktan 6 kg olmak üzere öğütülmüştür. Öğütülen mermer parçaları, 0.2 mm kare gözlü elekten elenerek 9 adet 2 kg ağırlığında öğütülmüş mermer örneği üretilmiştir.

Çizelge 3.1. Deney örneklerinin boyut ve adetleri

DENEYİN TÜRÜ	ÖRNEK BOYUTLARI (mm)	ADEDİ
Fiziksel Özellikler		
Hacim Kütlesi	70x70x70	27
Su Emme Miktarı	70x70x70	27
Kaynar Suda Su Emme Miktarı	70x70x70	27
Özgül Kütle	18kg	
Pas Tehlikesi Tayini	El Büyüklüğünde	9
Açık Hava tesirlerine Dayanıklılık	El Büyüklüğünde	9
Mekanik Özellikler		
Basınç Mukavemeti	70x70x70	27
Don kaybı ve Don sonu Basınç Mukavemeti	70x70x70	9
Eğilme Mukavemeti	50x100x200	27
Yarmada Çekme Mukavemeti	100x120x200	9
Aşınma Mukavemeti	100x100x100	27
Darbe Mukavemeti	40x40x40	27

3.2.2. Hacim kütlesi tayini

(70x70x70) mm $\pm$ 5 mm ebatlarında 27 adet mermer örneği üzerinde TS 699'da belirtilen hacim kütlesi deneyi yapılmıştır. Bu deneyde örnekler sert bir fırça ile fırçalanıp su ile yıkanarak temizlenmiş, değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulmuştur ve laboratuvar sıcaklığına kadar

soğutulduktan sonra 0,01 g hassasiyetle tartılmıştır. Deney örneklerinin hacimleri, örneklerin 0,01 mm hassasiyetle ölçülmesiyle boyutlarından hesaplanarak bulunmuştur. Deney örneklerinin boyutlarının her biri, birbirine dik doğrultuda olmak üzere ikişer defa 0,01 mm hassasiyetle ölçülüp bunların aritmetik ortalamaları alınmıştır. Bulunan hacim değerleri 0,1 cm³ 'e yuvarlatılarak kaydedilmiştir. Örneklerin hacim kütlesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [45].

$$d_h = G_k / V \quad (3.1)$$

Formülde;

d_h : Taşın hacim kütlesi (g/cm³)

G_k : Değişmez kütleye gelene kadar kurutulmuş deney örneğinin kütlesi (g)

V : Deney örneğinin hacmi (cm³)

3.2.3. Su emme oranı tayini

(70x70x70)mm $\pm$ 5 mm ebatlarında 27 adet mermer örneğin su emme oranı, TS 699' a uygun olarak ölçülmüştür. Deney örnekleri bir tel fırça ile fırçalanıp yıkanarak temizlendikten sonra, içinde 20 °C $\pm$ 5 °C sıcaklıkta su bulunan uygun büyüklükteki bir kap içerisine yerleştirilip yüksekliklerinin ¼'üne kadar suya daldırılmıştır. Bu durumda bir saat bekletilip ve ikinci adım olarak deney kabına örnek boyutunun ½'sine kadar su ilave edilmiş ve bir saat daha bekletilmiştir. Üçüncü adımda ise deney örneklerinin ¾'üne kadar su ilave edilip bir saat daha bekletildikten sonra örneklerin üzeri tamamen su ile kaplanacak şekilde deney kabı doldurulup, 45 saat beklenmiştir. Bu süre zarfında örneklerin üzeri 1,5 - 2 cm su ile kaplı olacak şekilde olması sağlanmıştır. Deneyin başlangıcından itibaren 48 saat sonra örnekler sudan çıkarılıp az nemli bir bezle silinmiş ve 0,01 g hassasiyetli tartı ile tartılmıştır. Deney örnekleri tekrar suya daldırılıp tartma işlemi 24 saat aralıklarla deney örnekleri değişmez kütleye gelene kadar tekrar edilmiştir. Deney örnekleri Arşimet terazisinde 0,01 g hassasiyetle tartılarak su içindeki kütlesi

bulunmuştur. Deney örnekleri bu ölçme işlemleri sonunda değişmez kütleye gelene kadar etüvde kurutulup, desikatörde laboratuvar sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 0,01g hassasiyetli terazi ile tartılıp kütlesi bulunmuştur. Örneklerin kütlece ve hacimce su emme oranı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır [45].

$$S_k = [(G_d - G_k / G_k)] \times 100 \quad (3.2)$$

$$S_h = [(G_d - G_k / G_d - G_{ds})] \times 100 \quad (3.3)$$

Formülde;

S_k : Örneğin kütlece su emme oranı (%)

S_h : Örneğin hacimce su emme oranı (%)

G_d : Örneğin doygun haldeki kütlesi (g)

G_k : Değişmez kütleye kadar kurutulmuş örneğin kütlesi (g)

G_{ds} : Doygun haldeki örneğin su içindeki kütlesi (g)

3.2.4. Kaynar suda su emme oranı tayini

(70x70x70)mm $\pm$ 5 mm ebatlarında 27 adet mermer örneğin kaynar suda su emme oranı, TS 699' a uygun olarak ölçülmüştür. Deney örnekleri bir tel fırça ile fırçalanıp yıkanarak temizlendikten sonra, içinde deney numunelerin yüksekliklerinin yaklaşık yarısına gelecek kadar su bulunan su banyosuna konulmuştur. Bu şekilde 1 saat bekletildikten sonra su ilave edilerek deney numunelerinin tamamen su altında kalmaları sağlanmıştır. Su banyosunda numuneler ısıtılmaya başlanmıştır. Kaynamanın başladığı andan itibaren 2 saat daha ısıtılma işlemine devam edilerek, bu sürede eksildikçe su banyosuna su ilave edilerek numunelerin su altında kalmaları sağlanmıştır. Kaynatmanın sonunda deney numuneleri su banyosundan çıkarılmadan oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Numuneler oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra nemli bir bezle silinerek 0,01 g hassasiyetle tartılmış ve bekletilmeksizin, Arşimet terazisinde tartılarak su içindeki kütleleri

bulunmuştur. Taşın kütlece ve hacimce kaynar suda su emme oranları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır [45].

$$S_{kk} = [(G_d - G_k) / G_k] \times 100 \quad (3.4)$$

$$S_{kh} = [(G_d - G_k) / (G_d - G_{ds})] \quad (3.5)$$

Formülde;

S_{kk} : Kaynar suda kütlece su emme oranı (%),

S_{kh} : Kaynar suda hacimce su emme oranı (%),

G_d : Kaynar suda doygün hale getirilmiş örneğin havadaki kütlesi (g),

G_k : Değişmez kütleye kadar kurutulmuş örneğin kütlesi (g),

G_{ds} : Kaynar suda doygün hale getirilmiş örneğin su içindeki kütlesi (g).

3.2.5. Özgöl kütle tayini

0,2 mm'lik elekten geçirilerek öğütölen 18 kg örneğ değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulmuştur. Oda sıcaklığında su ile tamamen doldurulan piknometre, kapağı kapatıldıktan ve üzerindeki su damlaları kuru bir bezle alınıp 0,01 g hassasiyetle tartılmıştır. Piknometre içindeki su tamamen boşaltıldıktan ve etüvde kurutulup soğutulduktan sonra tekrar tartılıp piknometrenin kütlesi bulunmuştur. Kurutulup oda sıcaklığında soğutulan öğütölmüş örnekten 250 g $\pm$ 5 g kadar alınıp kuru bir huni yardımıyla piknometre içine konulmuş ve kapağı ile birlikte 0,01 g hassasiyetle tartılmıştır. İçinde örneğ bulunan piknometre hacminin ¼ üne kadar su doldurulup örneğler arasındaki hava kabarcıklarının kaynatılarak çıkması sağlandıktan sonra piknometre su ile tamamen doldurularak 0,01 g hassasiyetle tartılmıştır. Özgöl kütle değeri aşağıdaki formöl kullanılarak hesaplanmıştır [45].

$$d_o = (G_{pn} - G_p) / (G_{pn} - G_p) - (G_{pns} - G_{ps}) \quad (3.6)$$

Formülde;

d_o : Örneğin özgül kütlesi (g/cm³),

G_{pn} : Piknometre ile deney örneğinin birlikte ağırlığı (g),

G_p : Piknometre kütlesi (g),

G_{pns} : Piknometre, deney örneği ve suyun birlikte kütlesi (g),

G_{ps} : Su ile dolu Piknometre kütlesi (g).

3.2.6. Görünen porozite tayini

Görünen porozitenin tayini için TS 699' da belirtildiği gibi mermerin hacimce su emme deneyi verilerinden yararlanılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak görünen porozite hesaplanmıştır [45].

$$P_g = [(G_d - G_k) / (G_d - G_{ds})] \times 100 \quad (3.7)$$

Formülde;

P_g : Örneğin görünen porozitesi (%),

G_d : Örneğin doygun haldeki kütlesi (g),

G_k : Değişmez kütleye kadar kurutulmuş örneğin kütlesi (g),

G_{ds} : Doygun haldeki örneğin su içindeki kütlesi (g).

3.2.7. Komposite (doluluk oranı) tayini

Mermerin doluluk oranını bulmak için TS 699' da belirtildiği gibi örneklerin ortalama hacim ve özgül kütle deneyi sonuçlarından yararlanılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak komposite (doluluk oranı) belirlenmiştir [45].

$$k = (d_h / d_o) \times 100 \quad (3.8)$$

Formülde;

k : Örneğin doluluk oranı (%),

d_h : Örneğin ortalama hacim kütlesi (g/cm³),

d_o : Örneğin ortalama özgül kütlesi (g/cm³).

3.2.8. Porozite (gözeneklilik derecesi) tayini

Mermer örneklerin porozitesini tayin etmek için TS 699'da belirtilen yöntemle hacim kütlesi ve özgül kütle tayin edilmiştir. Porozite aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [45].

$$P = [1 - (d_h/d_o)] \times 100 \quad (3.9)$$

Formülde;

P : Mermer örneklerin porozite değeri (%),

d_h : Mermer örneğin hacim kütlesi (g/cm³),

d_o : Mermer örneğin özgül kütlesi (g/cm³).

3.2.9. Basınç mukavemeti tayini

TS 699' a uygun ebattaki (70x70x70) mm $\pm$ 5 mm, hava kurusu, etüv kurusu ve su emdirilmiş olmak üzere üç farklı şekilde kondisyonlanmış, her kondisyon için 9'ar adet olmak üzere toplam 27 adet örnek standartta belirtildiği gibi, % 40-60 bağıl nem bulunan laboratuarda hava kurusu hale getirilmiş, 110 °C $\pm$ 5 °C deki hava sirkülasyonlu etüvde etüv kurusu hale getirilmiş ve 20 °C $\pm$ 5 °C de su emdirilmiş her bir örnek basınç deney cihazı başlıklarının tam ortasına gelecek şekilde yerleştirilmiş ve yük saniyede yaklaşık 12 kgf/cm² olacak şekilde, çarpmasız olarak örnekler kırılıncaya kadar uygulanmıştır. Örneklerde basınç deneyi ELE Autodeney tek eksenli basınç aleti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mermer örneklerinde basınç mukavemeti deneyi yapılırken tabakalaşma yönü dikkate alınmamıştır. Resim 3.1'de basınç mukavemeti ölçüm setine numunenin yerleştirilmesi görülmektedir. Örneklerin basınç mukavemeti aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [45].



Resim 3.1. Basınç mukavemeti ölçüm setine numunenin yerleştirilmesi

$$f_b = P_k / A \quad (3.10)$$

Formülde;

f_b : Mermerin basınç mukavemeti (kgf/cm^2) ,

P_k : Kırılmaya neden olan en büyük yük (kgf) ,

A : Mermerin yük uygulanan yüzeyinin alanı (cm^2).

3.2.10. Eğilme mukavemeti tayini

TS 699' a uygun (50x100x200) mm $\pm$ 5 mm boyutlarında, hava kurusu, etüv kurusu ve su emdirilmiş olmak üzere üç farklı şekilde kondisyonlanmış, her kondisyon için 9'ar adet olmak üzere toplam 27 adet örneğe yük artışı dakikada 450 kgf olacak şekilde darbesiz olarak etki ettirilmiş ve kırılma anındaki yük tespit edilmiştir. Mermer örneklerin eğilme mukavemeti tespit

edilirken tabakalaşma yönü dikkate alınmamıştır. Eğilme mukavemeti değerleri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [45].

Resim 3.2' de eğilme mukavemeti ölçüm setine numunenin yerleştiriliş şekli görülmektedir.

$$f_{eğ} = \frac{3 \times (P_k \times l)}{2 \times (b \times h^2)} \quad (3.11)$$

Formülde;

$f_{eğ}$: Mermerin eğilme mukavemeti (kgf/cm²),

P_k : Kırılmaya neden olan en büyük yük (kgf),

L : Deney örneğinin alt mesnetler arasında kalan boyu (cm),

b : Deney örneğinin genişliği (cm),

h : Deney örneğinin kalınlığı (cm),



Resim 3.2. Eğilme mukavemeti ölçüm setine numunenin yerleştirilmesi

3.2.11. Darbe mukavemeti tayini

TS 699' a uygun ebattaki (40x40x40) mm $\pm$ 1 mm olan hava kurusu, etüv kurusu ve su emdirilmiş olmak üzere üç farklı şekilde kondisyonlanmış her kondisyon için 9 adet olmak üzere toplam 27 adet mermer örneği, Türk Standartları Enstitüsü malzeme laboratuvarında, deney numunesi, darbe mukavemeti deney cihazının örsü üzerindeki başlığın ortasına yerleştirildi. Üzerine, çelik plaka deney numunesi kenarlarından eşit miktarda taşıyacak şekilde konulduktan sonra deney, tokmağın ardarda ve deney numunesinin kırıldığı, çatladığı varsayılan kadar serbestçe düşürülmesi suretiyle yapıldı. Birinci darbede tokmağın düşme yüksekliği, deney numunesinin beher cm³'ü için 2 kgf.cm lik bir darbe işi elde edilecek şekilde; tokmak ağırlığı 50 kg'a göre deney numunesinin beher cm³'üne düşen düşme yüksekliği aşağıdaki formülle hesaplandı [45].

$$W=h \times m \quad (3.12)$$

Formülde;

H : Deney numunesinin beher cm³'üne düşen düşme yüksekliği (cm),

m : Tokmak ağırlığı (kg),

w : Darbe işi (kgf.cm)

Buna göre 1. darbede V cm³ hacmindeki deney numunesi için tokmağın düşme yüksekliği aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$H = h.V \quad (3.13)$$

Formülde;

H : Tokmağın düşme yüksekliği (cm),

h : Deney numunesinin beher cm³'üne düşen düşme yüksekliği (cm),

V : Deney örneğinin hacmi (cm³).

Birinci darbeden sonra, takip eden her darbedeki düşme yüksekliği bir önceki yüksekliğin, ilk düşme yüksekliği kadar artırılması suretiyle ayarlanarak, deney numunesi kırılıncaya kadar bu işleme devam edildi ve darbe sayısı tespit edildi. Deney sırasında düşme yüksekliğinin artırılmasına rağmen geri sıçrama miktarı artmadığında veya azaldığında, deney numunesi parçalanmış sayıldı. Buna sebep olan darbe dikkate alınmadı. Sıçrama değerlerinde bir azalma olmadığı halde son darbeye kırılma veya çatlama veya önemli derecede pullanma olduğunda, deney numunesi yine kırılmış sayıldı ve buna sebep olan son darbe (n) sayısının hesaplanmasında dikkate alınmayarak aşağıdaki formüllere göre hesaplama yapılarak bulunan sonuçlar 1kgf.cm/cm³'e yuvarlatılarak belirtildi [45].

$$D = n \times (n+1) \quad (3.14)$$

Formülde;

D : Taşın darbe mukavemeti (kgf.cm/cm³),

n : Kırılmaya sebep olan darbe sayısı.

3.2.12. Sürtünme ile aşınma kaybı tayini (rotating-cutter method)

(100x100x100) mm ebatlarındaki numunelerin sürtünme ile aşınma kaybını belirlemek için dakikada 200 devir yapabilen 98 N $\pm$ 1 N yükleme kapasitesine sahip olan tırnaklı dönen aşındırıcı kullanılmıştır. Resim 3.3'te tırnaklı dönen aşındırıcı cihaza numunenin yerleştiriliş şekli görülmektedir. ASTM C 944 - 99 sürtünme kaybının dönen aşındırıcılar ile belirlenmesi standardına uygun olarak her numunenin kütlesi belirlenmiş, aşınma ünitesine şafta dik olarak, tırnaklar numunenin dışına taşmayacak şekilde sabitlenmiştir. Aşındırıcı çalıştırılmış, numunenin üzerine indirilmiş ve dakika tutmaya başlanmıştır. 2 dakika sonunda aşındırıcı durdurulmuş numunenin aşınmış yüzeyi yumuşak bir fırça ile temizlenerek kütlesi belirlenmiştir. Her bir numuneye 3 sefer aynı işlem tekrarlanmış ve kütleli eksilmeler belirlenmiştir. Deney 9' ar adet; hava kurusu, etüv kurusu ve su emmiş



Resim 3.3. Tırnaklı dönen aşındırma aletine numunenin yerleştirilmesi

olmak üzere farklı üç şekilde kondisyonlanmış toplam 27 örnek üzerine, bir örneğe 3 defa olmak üzere toplam 81 defa tekrarlanmıştır. Tırnaklı dönen aşındırıcı kütleli aşınma değerlerinin ortalaması alınarak örneklerin aşınma kaybı belirlenmiştir [46].

3.2.13. Tabi don tesirlerine dayanıklılık ve don sonu basınç mukavemeti tayini

TS 699' a uygun ebattaki (70x70x70) mm $\pm$ 5 mm 9 adet örnek standartta belirtildiği gibi, 110 °C $\pm$ 5 °C deki hava sirkülasyonlu etüvde etüv kurusu hale getirilmiş, desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra 0,1 gr hassasiyetle tartılmıştır. Örnekler 20 °C $\pm$ 5 °C de suya doymuş hale getirilmiş, donma çözülme cihazına, soğutma hızı yaklaşık 4 saat zarfında - 20 °C ye

düşecek şekilde ayarlanarak konulmuştur. Soğuk hava dolabının termometresinin -20°C ye düştüğü gözlemlendikten sonra yaklaşık 2 saat bu sıcaklıkta bekletilen deney numuneleri üzerine $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki numuneler tamamen su altında kalacak şekilde su pompalanmış ve 2 saat bekletilerek buzların erimesi sağlanmıştır. Bu şekilde donma çözülme işlemi 25 defa dan 3 sefer tekrarlanarak aşağıdaki formül yardımıyla don kaybı hesaplanarak bulunan sonuçlar ve sonuçların aritmetik ortalaması %0,1 e yuvarlatılarak belirtilmiştir [45].

$$D_k = [(G_0 - G_k) / G_0] \times 100 \quad (3.15)$$

Formülde;

D_k : Don kaybı (%),

G_0 : Numunenin deneyden önceki kütlesi (g),

G_k : Numunenin deneyden sonraki kütlesi (g).

Deney numuneleri üzerinde basınç mukavemeti deneyi yapılarak bulunan don sonu basınç mukavemeti aritmetik ortalaması ile hava kurusu, etüv kurusu ve su emmiş deney numuneleri üzerinde yapılan basınç mukavemeti deneyi aritmetik ortalama değerleri bulundu. Bulunan değerlerden yararlanılarak tabi don tesirleri sebebiyle meydana gelmesi muhtemel azalma aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı ve tam sayıya yuvarlatılarak belirtildi [45].

$$\Delta f = [(f_b - f_{db}) / f_b] \times 100 \quad (3.16)$$

Formülde;

Δf : Tabi don tesirleri sebebiyle basınç mukavemetinde meydana gelen azalma (%),

f_b : Tabi don deneyi uygulanmamış numunelerin basınç mukavemeti aritmetik ortalaması (kgf/cm^2),

f_{db} : Numunelerin tabi don sonu basınç mukavemeti aritmetik ortalaması

3.2.14. Yarmada çekme mukavemeti tayini

TS 699' a uygun ebattaki (Ø50x100) mm olarak (120x100x200) mm ebatlarında alınan dikdörtgenler prizması numunelerden karot alma makinesiyle, Ø 50 mm'lik karot alma bıçağı ile alınmış, diklik muayenesi yapılmış ve hava kurusu, etüv kurusu, su emdirilmiş olmak üzere üç farklı şekilde kondisyonlanmış, her kondisyon için 9'ar adet olmak üzere toplam 27 adet örnek standartta belirtildiği gibi, % 40 - 60 bağıl nem bulunan Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi yapı malzemesi laboratuvarında hava kurusu hale getirilmiş, $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ deki hava sirkülasyonlu etüvde etüv kurusu hale getirilip ve $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ de su emdirilmiştir. Numunelerin daire kısımlarına birbirine paralel iki çap çizilmiş çizilen çapların 0,25 mm hassasiyetle ölçümü yapılmıştır. Çizilen çaplar eğimli yüzeyde bir kirişle birleştirilmiştir. Kirişlerin boyu da 0.25 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Her bir örnek basınç deney cihazı başlıklarının tam ortasına çizilen kirişler tepe ve alt noktalar olmak üzere alta ve üste TS 699 standardına uygun 0,2 mm kontra plak ve kavislendirilmiş ara plaka konulmuştur. Yük artışı dakikada 35 kgf/cm² olmak üzere kırım işlemi yapılmış ve kırılmaya neden olan maksimum yükler kaydedilmiştir. Yarmada çekme mukavemeti formül 3.17 kullanılarak hesaplanmış, bulunan sonuçlar tam sayıya yuvarlatılmıştır [45].

$$f_{y\zeta} = [(2 \times P_k) / (\pi \times L \times D)] \quad (3.17)$$

Formülde;

$f_{y\zeta}$: Yarmada çekme mukavemeti (kgf/cm²),

P_k : Kırılmaya neden olan en büyük yük (kgf),

L : Deney numunesinin boyu (mm),

D : Deney numunesinin çapı (mm).

3.2.15. Açık hava tesirlerine dayanıklılığın tayini

TS 699 da belirtilen ebatta (yaklaşık el büyüklüğünde) kalınlığı 15 mm $\pm$ 5 mm olan cilalanmış 9 adet numune taş kesme makinesinde ıslak kesilmek suretiyle iki eşit parçaya bölünmüştür. Numunelerin birer parçası desikatörde karşılaştırma için muhafaza edilmiştir. Diğer parçalar 27 cm³ % 36'lık derişik hidroklorik asit çözeltisinin damıtık su ile 1000 cm³ e tamamlanması ile hazırlanmış % 1'lik Hidroklorik asit çözeltisine (HCl) batırılarak 28 gün süreyle bekletildikten sonra numuneler göz ile ve 10 kat büyütebilen büyüteçle muayyene edilip 10 kat büyütölmüş fotoğrafları çekilerek (Ek 28) diğer parçalarla karşılaştırma yapılmıştır [45].

3.2.16. Pas tehlikesi tayini

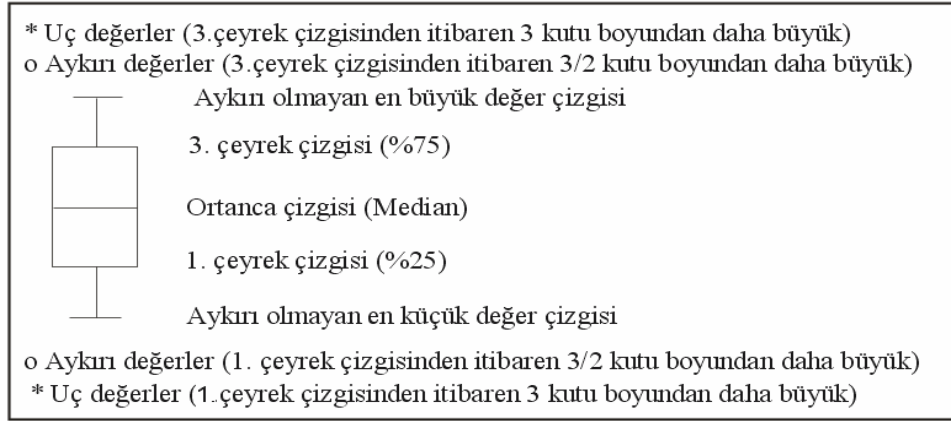
TS 699'da belirtilen ebatta (yaklaşık el büyüklüğünde) kırık yüzeylerin çevrelediğı 9 adet 1,5 cm $\pm$ 0,5 mm kalınlığındaki numune darbe uygulayıp kırılarak iki parçaya bölünmüştür. Numunelerin birer parçası desikatörde karşılaştırma için muhafaza edilmiştir. Diğer parçalar standartta belirtildiğı şekilde yarısına kadar yatay şekilde suya batırılmıştır. Numunelerin 28 gün süreyle yarısına kadar su içinde kalması sağlanarak bekletildikten sonra desikatörde karşılaştırma için bekletilen diğer parçalarla karşılaştırma yapılarak, renk ve görünüş değışikliği olup olmadığı göz ve büyüteçle muayyene edilip fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflar Ek 25'te görölmektedir [45].

3.3. İstatistik Metot

Mermerin fiziksel özelliklerinin, basınç, eğilme, yarmada çekme mukavemeti, ile tahmini olarak elde edilen basınç mukavemeti verileri, ultrases ile elde edilen mermerin ultrases hızı verileri ve yüzey sertliğini belirlemek için uygulanan Schmidt deney çekici verilerinin SPSS 13 programında kutu grafiğı çizilmiş, Şekil 3.2'e göre açıklayıcı istatistikleri gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.2' te verilen kutu grafiğinde;

- Ortanca çizgisi ile merkezi eğilimler ortanca çizgisi kutunun ekseninde ise dağılım normal, ortanca çizgisi 1. çeyrek çizgisine daha yakın ise pozitif yönde çarpık olduğu, ortanca çizgisi 3. çeyrek çizgisine daha yakın ise dağılım negatif yönde çarpık olduğu,
- Kutunun boyu ile verilerin yayılma veya değişkenliği, gözlemlerin %50'sinin değerleri kutu içerisinde yer aldığından, kutu boyunun uzun olması yayılma veya değişkenliğin fazla olduğunu, ifade etmektedir [47].



Şekil 3.2. Kutu grafiğinin yapısı ve özellikleri

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fiziki Özellikler

Deney örneklerinden elde edilen, fiziksel özelliklere ilişkin verilerin aritmetik ortalamaları ve diğer yöre mermerleri ile karşılaştırılması Çizelge 4.1 de görülmektedir.

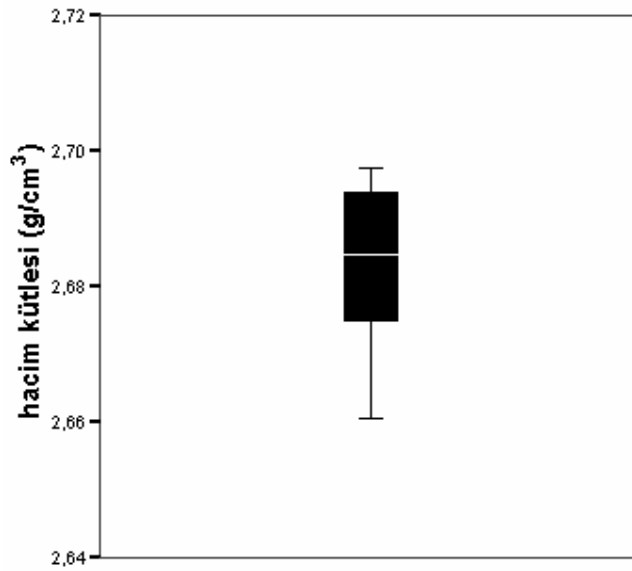
Çizelge 4.1. Deney örneklerinin fiziksel özellikleri aritmetik ortalamaları ve diğer yöre mermerleri ile karşılaştırılması

Fiziksel özellikler		Deney Örnekleri	Emiçce 1	Emiçce 2	Sivrihisar (Bej)	Sivrihisar (Pembe)	Demiri	Mucur (Bej)	TS 10449	TS 1910	TS 2513
Hacim kütle (g/cm^3)		2,68	2,66	2,66	2,69	2,68	2,684	2,7	-	-	-
Su emme (%)	Ağırlıkça	0,063	0,23	0,61	0,1	0,1	0,055	0,1	<0,4	<0,75	>1,8
	Hacimce	0,181	0,62	-	-	-	0,148	-	-	-	-
Kaynar suda su emme (%)	Ağırlıkça	0,116	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hacimce	0,314	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Özgül kütle (g/cm^3)		2,697	2,66	2,73	2,7	2,7	2,696	2,72	-	>2,55	>2,55
Görünür porozite		0,181	-	-	-	-	0,14	0,54	-	-	-
Kompasite (%)		99,38	99,63	99,3	99,63	99,26	99,56	99	>98	>98	-
Porozite (%)		0,62	0,37	0,37	0,37	0,74	0,44	-	<2	<2	-

4.1.1. Hacim kütle

Deney örnekleri hacim kütle sonuçlarının aritmetik ortalaması $2,68 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Emiçce1 ve Emiçce 2 yöresi mermerlerine göre deney örneklerinin daha yüksek hacim kütle değer ortalamasına sahip olduğu, Dümrek yöresi pembe mermerleri ile aynı hacim kütle değer ortalamasına

sahip olduğu, Dümrek yöresi bej mermerlerine, Demirli yöresi mermerlerine ve Mucur yöresi bej mermerlerine göre daha düşük hacim kütle değeri ortalamasına sahip olduğu Çizelge 4.1’de görölmektedir. Hacim kütle deneyi sonuçlarının kutu grafiğı Şekil 4.1.’de görölmektedir. Kutu grafiğinin Şekil 3.2’ye göre incelenmesinden verilerin dağılımının normal olduğunu ifade etmektedir. Deney örnekleri hacim kütle değeri TS 2513 ve TS 1910’da belirtilen $2,55 \text{ g/cm}^3$ değeriinden büyük olduğu Çizelge 4.1 de görölmektedir [48, 49].



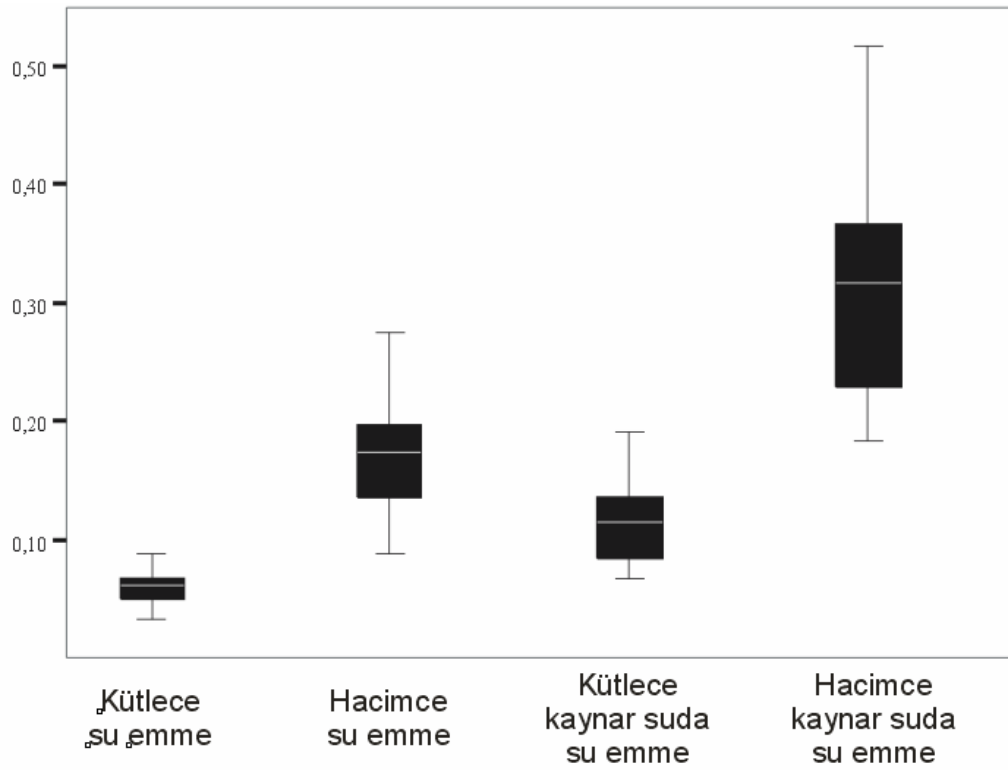
Şekil 4.1. Hacim kütlesi verilerinin kutu grafiğı ile gösterimi

4.1.2. Su emme

Deney örnekleri ile yapılan atmosfer basıncı altında su emme tayini ağırlıkça ve hacimce yüzde oranları aritmetik ortalaması sırasıyla % 0,063 ve % 0,181 olarak, kaynar suda su emme oranları aritmetik ortalaması ağırlıkça 0,116, hacimce 0,314 olarak bulunmuştur. Atmosfer basıncı altında ağırlıkça ve hacimce su emme yüzdeleri bakımından deney örnekleri Demirli yöresi mermerlerinden büyük diğeri yöre mermerlerine göre oldukça düşük su emme oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. TS 1910’da belirtilen ağırlıkça % 0,75,

TS 2513'te belirtilen ağırlıkça % 1,8 ve TS 10449'da belirtilen %0,4 su emme üst sınır değerinden daha düşük olduğu, Çizelge 4.1. de görülmektedir [9, 48, 49].

Deney örneklerinin ağırlıkça ve hacimce su emme oranlarını atmosfer basıncı altında, kaynar suda olmak üzere gösteren kutu grafikleri şekil 4.2. de görülmektedir.

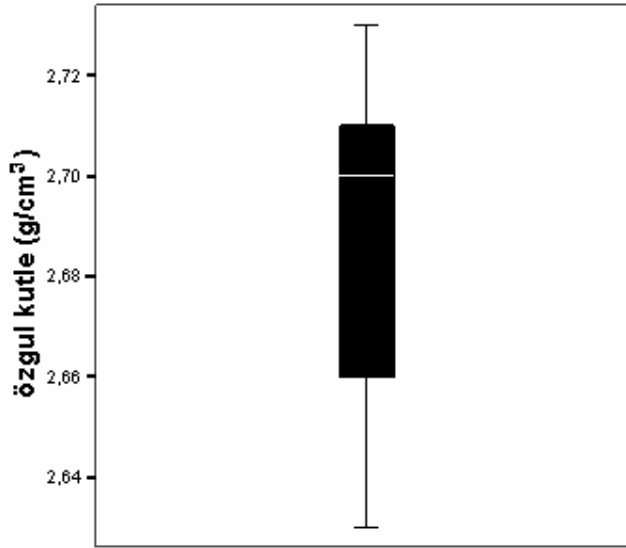


Şekil 4.2. Atmosfer basıncı altında, kaynar suda hacimce ve kütlece su emme oranlarına ilişkin kutu grafikleri

Ağırlıkça ve hacimce su emme kutu grafiklerinin Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden verilerin negatif yönde çarpık olduğu Şekil 4.2. de görülmektedir.

4.1.3. Özgöl kütle

Deney örneklerinin özgöl kütle sonuçlarının aritmetik ortalaması $2,697 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Örneklerin özgöl kütlesi Demirli ve Emiçce 1 yöresi mermerlerine göre büyük, diğer yöre mermerlerine göre ise daha düşük olduğu, TS 2513 ve TS 1910'da belirtilen $2,55 \text{ g/cm}^3$ değerinden büyük olduğu Çizelge 4.1'de görülmektedir. Şekil 4.3.'de özgöl kütle verilerine ilişkin kutu grafiği görülmektedir [48, 49]



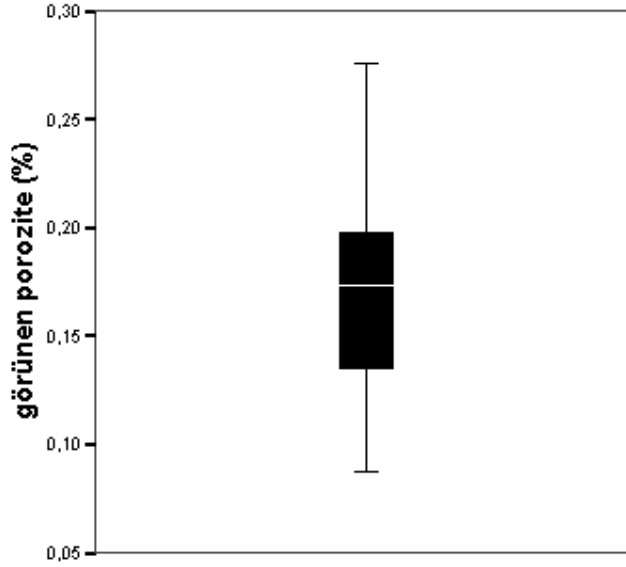
Şekil 4.3. Özgöl kütle verilerine ilişkin kutu grafiği

Kutu grafiğinin Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden özgöl kütle verilerinin negatif yönde çarpık olduğu ve kutu boyunun uzun olmasından değişkenliğin fazla olduğu Şekil 4.3'de görülmektedir.

4.1.4. Görünür porozite

Deney örneklerinin görünür porozite verileri aritmetik ortalaması 0,181 olarak belirlenmiştir. Örneklerin görünür porozitesi Demirli yöresi mermerlerine göre büyük Mucur yöresi mermerlerine göre ise küçüktür (Çizelge 4.1). Görünür

porozite verilerine ilişkin kutu grafiği Şekil 4. 4'de görülmektedir. Görünür porozite verilerine ilişkin kutu grafiğinin Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden görünür porozite verilerinin negatif yönde çarpık olduğu Şekil 4.4'te görülmektedir.

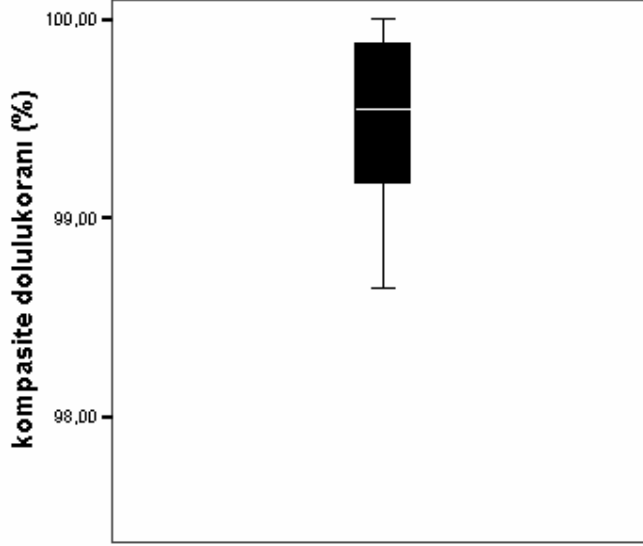


Şekil 4.4. Görünür porozite verilerine ilişkin kutu grafiği

4.1.5. Komposite (doluluk oranı)

Komposite verilerinin aritmetik ortalaması % 99,38 olarak bulunmuştur. Emiççe 2 yöresi, Dümrek yöresi pembe mermerleri ve Mucur yöresi bej mermerine göre doluluk oranı yüksek olan deney örneklerinin , Demirli yöresi, Emiççe 1 yöresi ve Dümrek yöresi bej mermerlerine göre ise düşük olduğu Çizelge 4.1'de görülmektedir. TS 1910 ve TS 10449'da mermerlerin doluluk oranlarının % 98' den büyük olması istendiği göz önüne alınırsa deney örneklerinin doluluk oranının standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen komposite verilerine ilişkin kutu grafiği Şekil 4.5. de görülmektedir [9, 48].

Kompasite (doluluk oranı) verilerine ilişkin kutu grafiğinin Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden kompasite yüzdelerinin normal dağılım gösterdiği, aykırı uç değerler bulunmadığı ve kutu boyu normal olduğundan değişkenliğin fazla olmadığı Şekil 4.5'de görülmektedir.



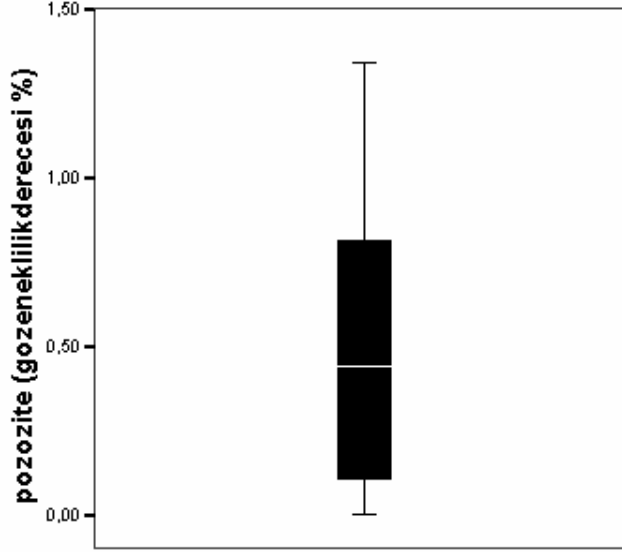
Şekil 4.5. Kompasite (doluluk oranı) verilerine ilişkin kutu grafiği

4.1.6. Porozite (gözeneklilik derecesi)

porozite deneyleri sırasında elde edilen mermer örneklerine ait boşluk oranı aritmetik ortalaması %0,62 olarak bulunmuştur. Deney örneklerinin porozite verileri, Emiççe 1 yöresi mermerleri, Emiççe 2 yöresi mermerleri Dümrek yöresi bej mermerleri ve Demirli yöresi mermerlerine göre büyük, Dümrek yöresi pembe mermerlerinden küçük olduğu ayrıca TS 10449 ve TS 1910'da belirtilen en çok %2 değerini aşmadığı ve Çizelge 2.4'de verilen taşların porozite değerleri ile sınıflandırılmasına göre, deney örneklerinin porozite değerleri ortalamasının % 1' den küçük olduğu için çok kompakt taş olduğu, Çizelge 4.1 de görülmektedir [9, 48].

Kutu grafiğinin Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden verilerin dağılımının normal

olduğu Şekil 4.6'daki porozite verilerine ilişkin kutu grafiğinde gör÷lmektedir.



Şekil 4.6. Porozite verilerine ilişkin kutu grafiğı

4.1.7. Açık hava tesirlerine dayanıklılık

Deney sonucunda referans numuneleri ile deneye tabi tutulan numuneler arasında çok az parlaklık kaybı gözlenmiştir. Herhangi bir fiziksel bozulma gözlemlenmemiştir. Bu sonuçla çalışma yapılan mermerin dış tesirlere maruz kalan yerlerde kullanılabileceğı ve herhangi bir renk bozulması oluşmayacağı düşünülebilir. Deneye tabi tutulan numunelerden bazılarının karşılaştırma fotoğrafları Ek 24' te gör÷lmektedir.

4.1.8. Pas tehlikesi

Deney sonucunda referans numuneleri ile deneye tabi tutulan numuneler arasında herhangi bir fark gözlenememiştir. Bu sonuçla incelenen mermerin içinde istenmeyen renk değişikliğine sebep olacak minerallerin bulunmadığı söylenebilir. Deneye tabi tutulan taşlardan bazıları referans numunesi ile birlikte Ek 25' te gör÷lmektedir

4.2. Mekanik Özellikler

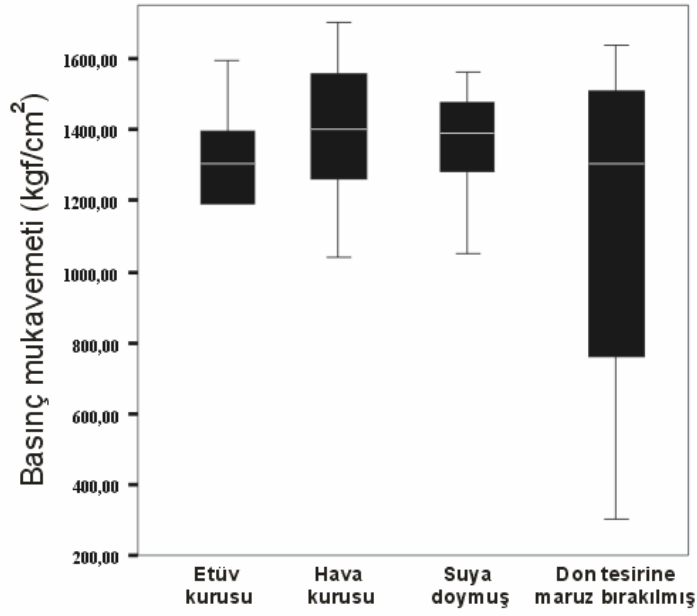
Deney örneklerinden elde edilen mekanik özelliklere ilişkin verilerin aritmetik ortalamaları Çizelge 4.2'de görülmektedir.

4.2.1. Basınç mukavemeti

Basınç mukavemetim aritmetik ortalaması etüvde değişmez kütleye kadar kurutulmuş numuneler için $1413,61 \text{ kgf/cm}^2$, hava kurusu hale getirilmiş numuneler için $1443,74 \text{ kgf/cm}^2$, suya doymuş hale getirilmiş numuneler için $1378,78 \text{ kgf/cm}^2$ ve suya doymuş hale getirildikten sonra don tesirlerine maruz bırakılarak daha sonra etüv kurusu hale getirilmiş numuneler için $1132,15 \text{ kgf/cm}^2$ olduğu, don sonu basınç mukavemeti kaybı 75 tekrar sonunda % 19,79 olarak tespit edilmiştir. Deney örneklerinin hava kurusu olarak kondisyonlanmış şekli ile bütün yöre mermerlerinden basınç dayanımının yüksek olduğu, TS 2513'te yoğun kalker içerikli mermer için belirtilen basınç mukavemetine tüm kondisyonlar için uygun olduğu, TS 10449'a göre döşeme kaplaması, merdiven basamağı v.b yerlerde kullanılacak mermerlerde aranan en düşük basınç mukavemeti değeri 500 kgf/cm^2 ve don sonu basınç mukavemeti 300 kgf/cm^2 olduğuna göre deney örneklerinin bu bina kısımlarında ve don tesirlerine maruz kalabilecek yerlerde kullanılmasının uygun olduğu ve Çizelge 2.3 tek eksenli basınç mukavemeti ile taşların sınıflandırılmasına göre, mermer örneklerinin yüksek dirençli taş sınıfına girdiği çizelge 4.2'de görülmektedir [9, 49].

Basınç mukavemeti verilerinin Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden etüv kurusu, hava kurusu ve suya doymuş numunelerin dağılımının normale yakın olduğu don tesirlerine maruz bırakılmış numune dağılımlarının ise negatif yönde çarpık olduğu Şekil 4.7'de ki kutu grafiklerinde görülmektedir.

Şekil 4.7'de deney örneklerinin kırılması ile elde edilen basınç mukavemeti değerlerinin istatistik analizi olan kutu grafikleri görülmektedir.



Şekil 4.7. Basma mukavemeti verilerinin kutu grafikleri

Çizelge 4.2. Deney örneklerinin mekanik özellikleri aritmetik ortalamaları ve diğer yöre mermerleri ile karşılaştırılması

Mekanik Özellikler		Deney Örnekleri	Emiçe 1	Emiçe 2	Sivrihisar (Bej)	Sivrihisar (Pembe)	Demirli	Mucur (Bej)	TS 10449	TS 1910	TS 2513
Basma Mukavemeti (kgf/cm ²)	Etüv kurusu	1413,6	-	-	-	-	-	-			
	Hava kurusu	1443,7	1128,3	623,7	767	908	615,4	908	>500	>500	>500
	Su emmiş	1378,7	-	-	-	-	-	-			
	Don tesirinde bırakılmış	1132,1	1112	618	692	870	-	870	>300		
Don Sonu Basma Mukavemeti Kaybı (%)	Etüv kurusu	19,91	-	-	-	-	-	-			
	Hava kurusu	21,58	1,44	-	-	-	-	-			
	Su emmiş	17,89	-	-	-	-	-	-			
Don kaybı (%)		0,012	0,28	0,09	0,11	0,13	-	-	< 1	< 5	< 5

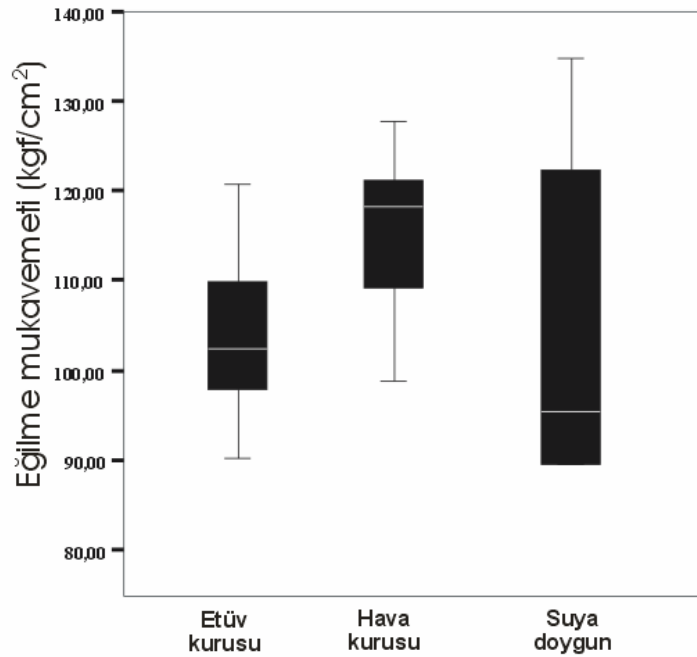
Çizelge 4.2. (Devam) Deney örneklerinin mekanik özellikleri aritmetik ortalamaları ve diğer yöre mermerleri ile karşılaştırılması

Mekanik Özellikler		Deney Örnekleri	Emiçe 1	Emiçe 2	Sivrihisar (Bej)	Sivrihisar (Pembe)	Demirli	Mucur (Bej)	TS 10449	TS 1910	TS 2513
Eğilme Mukavemeti (kgf/cm ²)	Etüv kurusu	106,52	-	-	-	-	-	-			
	Hava kurusu	118,14	138,24	-	148	151	44,21	151	>60	>50	>40
	Su emmiş	97,35	-	-	-	-	-	-			
Darbe Dayanımı (kgf.cm/cm ³)	Etüv kurusu	33,78	-	-	-	-	-	-			
	Hava kurusu	38,66	-	64,6	9,6	7,6	-	7,6	>6	>12	>6
	Su emmiş	30,88	-	-	-	-	-	-			
Aşınma Mukavemeti (g)	Etüv kurusu	0,843	-	-	-	-	-	-			
	Hava kurusu	0,985	-	-	-	-	-	-			
	Su emmiş	1,398	-	-	-	-	-	-			
Yarmada Çekme Mukavemeti (kgf/cm ²)	Etüv kurusu	0,72	-	-	-	-	-	-			
	Hava kurusu	0,58	-	-	-	-	-	-			
	Su emdirilmiş	1,28	-	-	-	-	-	-			

4.2.2. Eğilme mukavemeti

Deney örneklerinde tabakalaşma yönü dikkate alınmadan yapılan eğilme deneyi sonucunda örneklerin eğilme mukavemeti aritmetik ortalaması etüv kurusu numuneler için 106,52 kgf/cm², hava kurusu numuneler için 118,14 kgf/cm² ve suya doymun numuneler için ise 97,35 kgf/cm² olarak bulunmuştur. TS 10449 ve TS 2513'te yoğun kalker içerikli mermer için belirtilen eğilme mukavemeti değerine uygun olduğu Çizelge 4.2'de görülmektedir [9, 49].

Diğer yöre mermerlerine göre deney örneklerinin eğilme mukavemeti değerlerinin Demirli yöresi mermerleri hariç olmak üzere düşük olduğu Çizelge 4.2’de görülmektedir. Şekil 4.8’de deney örnekleri eğilme mukavemeti değerlerine ilişkin kutu grafikleri görülmektedir. Eğilme mukavemeti verileri ile gerçekleştirilen kutu grafiğinde veri dağılımlarının Şekil 3.2’ye göre incelenmesinden etüv kurusu ve suya doygun hale getirilmiş



Şekil 4.8. Eğilme mukavemeti verilerinin kutu grafikleri

numunelerin eğilme dayanım değerlerinin pozitif yönde, hava kurusu numunelerin negatif yönde çarpık olduğunu ifade etmektedir (Şekil 4.8).

4.2.3. Darbe mukavemeti

Deney örneklerinde tabakalaşma yönü dikkate alınmadan yapılan darbe mukavemeti deneyi sonucunda örneklerin darbe mukavemeti aritmetik ortalaması etüv kurusu numuneler için $33,78 \text{ kgf.cm/cm}^3$, hava kurusu

numuneler için 38,67 kgf.cm/cm³, suya doymun numuneler için 30,89 kgf.cm/cm³ ve ortalama 34,45 kgf.cm/cm³ olarak bulunmuştur. TS 2513'te yoğun kalker içerikli mermerin kaplama olarak kullanılabilmesi için 12 kgf.cm/cm³, TS 10449'da belirtilen döşeme kaplaması, merdiven basamağı vb. yer döşemesinde kullanılacak mermerlerde 6 kgf cm/cm³, duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde 4 kgf cm/cm³ büyük olmalıdır şeklinde belirtilen darbe mukavemeti değerini bütün kondisyonlar için sağladığı deney örneklerinin bu bina kısımlarında kullanılabileceği, Çizelge 4.2'de görölmektedir [9, 49].

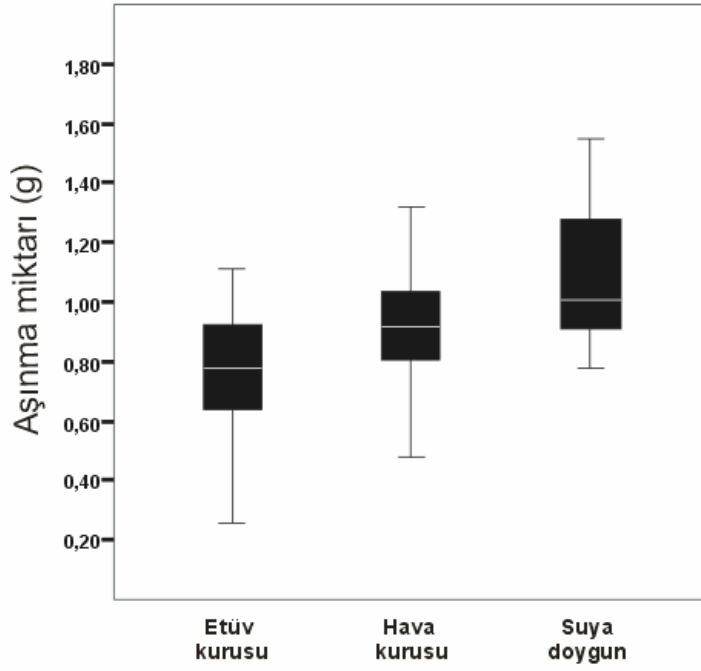
Diğer yöre mermerlerine göre deney örneklerinin darbe mukavemeti değerlerinin Emiçce 2 yöresi mermerleri hariç olmak üzere yüksek olduğu Çizelge 4.2'de görölmektedir..

4.2.4. Aşınma mukavemeti

Deney örneklerinde tabakalaşma yönü dikkate alınmadan yapılan aşınma deneyi sonucunda örneklerin aşınma miktarı aritmetik ortalaması etüv kurusu numuneler için 0,843 g, hava kurusu numuneler için 0,985 g ve suya doymun numuneler için ise 1,398 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Şekil 4.9'da deney örnekleri aşınma miktarı değerlerine ilişkin kutu grafikleri görölmektedir.

Aşınma miktarı verileri ile gerçekleştirilen kutu grafiğinde veri dağılımlarının Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden etüv kurusu ve hava kurusu numunelerin aşınma miktarları değerlerinin dağılımının normal, suya doymun numunelerin pozitif yönde çarpık olduğunu ifade etmektedir (Şekil 4.9).

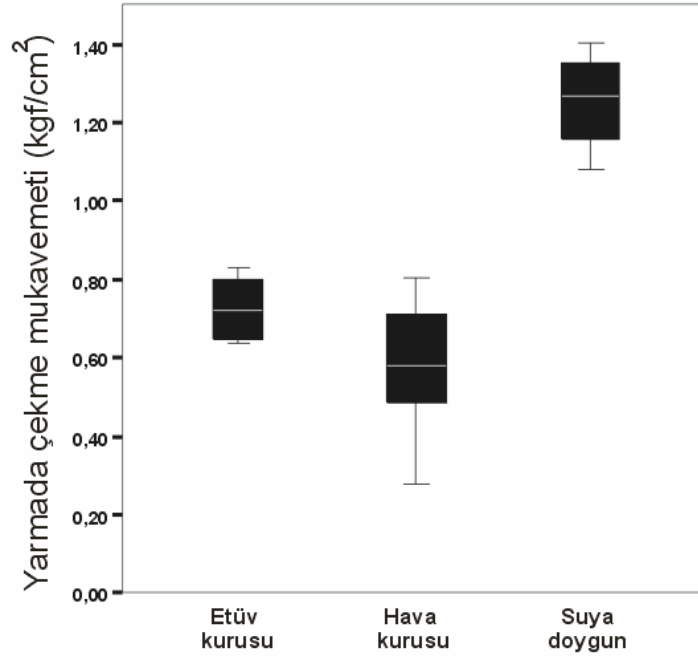


Şekil 4.9. Aşınma mukavemeti verilerinin kutu grafikleri

4.2.5. Yarmada çekme mukavemeti

Deney örneklerinde tabakalaşma yönü dikkate alınmadan yapılan Yarmada çekme mukavemeti deneyi sonucunda örneklerin Yarmada çekme mukavemeti aritmetik ortalaması etüv kurusu numuneler için 0,72 kgf/cm², hava kurusu numuneler için 0,58 kgf/cm² ve suya doymun numuneler için ise 1,28 kgf/cm² olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Şekil 4.10'da deney örnekleri yarmada çekme mukavemeti değerlerine ilişkin kutu grafikleri görülmektedir.

Yarmada çekme mukavemeti verileri ile gerçekleştirilen kutu grafiğinde veri dağılımlarının Şekil 3.2'ye göre incelenmesinden etüv kurusu numunelerin yarmada çekme dayanım değerlerinin dağılımının normal olduğu, hava kurusu numunelerin değerlerinin dağılımının pozitif yönde çarpık olduğu ve suya doymun numunelerin değerlerinin dağılımının negatif yönde çarpık olduğu görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Yarmada çekme mukavemeti verilerinin kutu grafikleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ankara, Haymana, Demirözü yöresi mermerlerinin

1) inceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojik haritası incelenerek çalışma konusu olan mermer ocağının üst jura alt kretase yaşta olduğu ve bilecik kireç taşı formasyonu içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir.

2) Yapılan fiziksel ve mekanik deneylerin sonuçlarına göre

- a) Hacim kütle değerleri $2,68 \text{ g/cm}^3$,
- b) Ağırlıkça su emme miktarı aritmetik ortalamasının % 0,063, hacimce su emme miktarı aritmetik ortalaması % 0,181, kaynar suda ağırlıkça su emme miktarı % 0,116 ve kaynar suda hacimce su emme miktarı ise %0,314,
- c) Doluluk oranı aritmetik ortalaması % 99,38,
- d) Görünür porozite deneyi ile elde edilen verilerin aritmetik ortalaması %0,18 ve boşluk oranları ise % 0,62,
- e) Özgül kütle deneyi ile elde edilen verilerinin aritmetik ortalaması $2,697 \text{ g/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir.
- f) Açık hava tesirlerine dayanıklılık deneyi sonucunda referans numuneleri ile deneye tabi tutulan numuneler arasında çok az parlaklık kaybı gözlemlendiği, herhangi bir fiziksel bozulma gözlemlenmediği,
- g) Pas tehlikesinin tayini deneyi sonucunda referans numuneleri ile deneye tabi tutulan numuneler arasında herhangi bir fark gözlenemediği,
- h) Basınç mukavemeti etüv kurusu, hava kurusu, su emmiş ve don sonrası basınç dayanımı verilerinin aritmetik ortalamasının $1342,07 \text{ kgf/cm}^2$ olduğu,
- ı) Don sonrası basınç mukavemeti kaybı deneyi sonunda ortalama %19,79 basınç mukavemeti kaybı olduğu,
- j) Don sonu deneyi sonucunda 0,012 kayıp olduğu,
- k) Eğilme mukavemeti etüv kurusu, hava kurusu, su emmiş ve don sonrası eğilme dayanımı verilerinin aritmetik ortalamasının $107,34 \text{ kgf/cm}^2$ olduğu,
- l) Darbe mukavemeti verilerinin aritmetik ortalamasının $32,67 \text{ kgf.cm/cm}^3$ olduğu,

m) Tırnaklı aşındırıcı metodu ile yapılan aşınma deneyi verilerinin aritmetik ortalamasının 1,075 g olduğu ve

n) Yarmada çekme mukavemeti verilerinin aritmetik ortalamasının 0,86 kgf/cm² olduğu tespit edilmiştir.

3) Mekanik ve fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde özgül kütle, ağırlıkça su emme, kompasite, porozite, basınç mukavemeti, eğilme mukavemeti, darbe mukavemeti ve don sonu ağırlık kaybı bakımından TS 10449, TS 1910 ve TS 2513 standartlarına uygun olduğu

4) Yapılan deneyler sonucunda elde edilen verilere göre Yapıların iç ve dış (açık hava tesirlerine maruz yerler) cephelerinde kaplama ve yer döşemesi olarak kullanılabileceği

5) Mekanik ve fiziksel özellikleri diğer yöre mermerleri ile karşılaştırıldığında çok iyi bir yere sahip olduğu bu sebeple iç ve dış pazarda daha iyi tanıtılması ve marka haline gelmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Bilgin, M., Çakır, E., "Mermer Araştırması", İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 4, 9 (1998).
2. Maden Tetkik Arama Enstitüsü, "Maden Tetkik Arama Enstitüsünce Bilinen Yer altı Kaynakları Envanteri"Yayın No:168, Ankara, 17- 45, (1977).
3. Devlet Planlama Teşkilatı,"Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Çalışma Gurubu Mermer Raporu", DPT 491, Ankara, 53- 56 (1996).
4. Çalapkulu, F., Karaca, Z., "İhracatta karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri" TMMOB Maden Mühendisleri Odası Türkiye 2. Mermer Sempozyumu, Afyon, 85- 93 (1997).
5. Sezer, Ö., Bilgin, M., Çakır, E., "Avrupa Birliği Mermer Ürünleri Piyasası Araştırması", İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 4-12 (1999).
6. Devlet Planlama Teşkilatı," Endüstriyel Hammaddeler Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Mermer Raporu", DPT 405, Ankara, 1 (1991).
7. Demirer, T., "Kozağaç Köyü Oruçoğlu Mermer Sahasının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 3- 17 (1991)
8. Osmanlıoğlu, A.H., Ersoy, H.T., "Konya-Ladik Mermerlerinin Jeomekanik Özellikleri ve Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi", Türkiye 13. Madencilik Kongresi, 367- 374 (1993).
9. TS 10449, "Mermer Kalsiyum Karbonat Esaslı Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan ", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7 (1992).
10. Sayar, M., Erguvanlı, K., "Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları", İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul. 29, 33- 41 (1955).
11. Conti, G., Lisanti, V., Mannoni, T., Montani, C., Pinzari, M., Ragone, M., Ricci, A., Semel, G., "Marble in the world", Societa' Editrice Apuana, Italy , 247 (1986).
12. Kun, N., "Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi", Mermerciler Odası, İzmir, 149 (2000).

13. Orhan, H., "Sedimanter Kayaçlar", Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınlanmış Ders Notları No:36, Konya, 114 (1999).
14. Şentürk, A., Tosun, Y., i., Gündüz, L., Sarıışık, A., "Mermer Teknolojisi", Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta. 54 (1996).
15. İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, "Doğal Taşlar Dış Pazar Araştırması" İGEME, Ankara, 9- 25 (2001).
16. Arıkan, M., "Mermer ve mermercilik", Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara, 186 (1968).
17. Köse, H., Onargan, T., "Mermer", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:220, İzmir, 209 (1997).
18. Önenç, D., i., "Sedimanter Kaya mermerciliğinde Bloklarda Ürün Alınmasını Engelleyen Jeolojik Oluşumlar", Maden Tetkik ve Arama Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, No:1-2, Ankara, 61- 63 (1998).
19. Brown, E., T., "Suggested Methods of Rock Characterization Testing and Monitoring", International Society for Rock Mechanics, Portugal, 53 (1981).
20. Maden Tetkik Arama Enstitüsü, "Türkiye Mermer Envanteri", Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, No:134, Ankara, 174 (1966).
21. Tarhan, F., "Mühendislik Jeolojisi Prensipleri", Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Yayın no:145, Trabzon, 384 (1996).
22. Popov, P., E., "Introduction to Mechanics of Solids", Rekha Printers Private Limited, New Delhi, 572 (1979).
23. Küçük, K., "Mermerde yükleme hızının tek eksenli basınç dayanımına olan etkisinin araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-17, 66, 67 (2000).
24. Sözen, E., "Mermer üretim teknolojisi", Diploma projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Mim Fak. Maden Müh Bölümü, İzmir, 3- 35 (1991).
25. Vural, C., "Doğal taş dış pazar araştırması", TMMOB Maden Mühendisleri Odası Türkiye 1. Mermer Sempozyumu, Afyon, 99-121 (1995).

26. Balcı, F., "Şantiyede Yapı Bilgisi Tatbikatı", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma Uygulama Genel Müdürlüğü, Ankara, 64-67 (1997).
27. Araz, A.H., "Ankara Haymana Karahoca köyü Emiçce mevki mermerlerinin jeolojisi, mühendislik özellikleri ve işletilebilirlik durumu", Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 131 (1991).
28. Tombul, M., "Dümrek (Sivrihisar) mermerlerinin özelliklerinin belirlenmesi ve üretim yönteminin seçimi", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , Ankara, 96 (1992).
29. Kırız, S., "Kırşehir Kaman Demirli yöresi mermerlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 79-80, (2002).
30. Çavumirza, M., "Mucur Kırşehir yöresi mermerlerinin jeomekanik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 91-102 (2002).
31. Karahan, D.S., "Kaman-Akpınar yöresi mermerlerinin jeomekanik özellikleri ve ekonomik potansiyelinin tespiti", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 63 (1993).
32. Yeşilyurt, E., "Emiç'ce (Ankara-Haymana) bölgesi mermerinin mühendislik ve teknolojik özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 50 (1989).
33. Gökaltun, E., "Atmosferik Kirleticilerin Kireçtaşı Mermerleri Üzerindeki Parlaklık Kaybına Etkisi", Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:4, Eskişehir, 65-72 (2001)
34. Keskin, N., "Ultrases hızı ile mermerlerde süreksizlik tayini", Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir (1994).
35. Türkay, O., "Atlas-Çaykoz (Sivrihisar-Eskişehir) dolayının jeolojisi ve mermer yatakları", Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 42- 47 (1989).
36. Yiğit, M., "Altıntaş-Üçhüyük-Abya-Genişler (Altıntaş-Kütahya) bölgesinin jeolojisi ve Altıntaş menekşe mermerlerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 41 (1998).

37. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, "Ankara Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü köy yolları haritası" KHGM, Ankara, 18, 24 (1996).
38. Başçetin, A., Tuncer, G., ipekoğlu, B., "Türkiye mermer sektörüne genel bir bakış", TMMOB Maden Mühendisleri Odası Türkiye 2. Mermer Sempozyumu, Afyon, 1- 14 (1997)
39. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, "1/1500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası izahnamesi Ankara İ 29 paftası, MTA yayınları, Ankara, (1975).
40. Şentürk, K., Karaköse, C., "Orta Sakarya bölgesinde liyas öncesi ofiyolitlerin ve mavişistlerin oluşumu ve yerleşmesi", Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, 22-1, 85-100 (1981).
41. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, " Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynakları", MTA 5016, Ankara, 7, 23, 183 (1998).
42. Maden Tetkik Arama Enstitüsü, " Ankara Elmadağ Kalecik dolayının jeolojisi", MTA 7298, Ankara, 1-75 (1982).
43. Ünal, G., Yüksel, V., Tekeli, T., vd., "Haymana polatlı yöresinin üst kreaste alt tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi", Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, 19, 2, 159 -176 (1976).
44. Maden Tetkik Arama Enstitüsü, "Haymana Polatlı havzasının batı kesiminin jeolojisi ve petrol olanakları", MTA 6396, Ankara, (1978).
45. Türk Standartları Enstitüsü, "Tabii yapı taşları muayene ve deney metotları", TS 699, Ankara, 4-36 (1987).
46. American Society for Testing and Materials, "Standart test method for abrasion resistance of concrete or mortar surfaces by the rotating-cutter method", West Conshohocken, ASTM C 944, 520-523 (1999).
47. Norusis, M., J., "Spss for windows base system users guide release 6.0," SPSS inc., Chicago, 256 (1993).
48. Türk Standartları Enstitüsü, "Kaplama olarak kullanılan doğal taşlar", TS 1910, Ankara, 7 (1977).
49. Türk Standartları Enstitüsü, "Doğal yapı taşları", TS 2513, Ankara, 6 (1977).

EKLER

EK-1 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin hacim kütlesi
değerleri

Örnek no	Kütle (g)	Yatay (mm)	Dikey (mm)	Yükseklik (mm)	Hacim (cm ³)	Hacim kütlesi (g/cm ³)
1	948,12	71,28	69,94	70,88	353,37	2,683
2	939,53	70,39	69,94	71,41	351,52	2,673
3	946,98	70,41	70,63	70,86	352,37	2,687
4	936,42	70,61	70,30	69,96	347,27	2,696
5	910,74	70,14	69,58	70,02	341,72	2,665
6	937,47	70,32	70,45	70,40	348,74	2,688
7	924,94	71,80	69,93	69,85	350,69	2,637
8	940,85	70,19	70,12	70,92	349,01	2,696
9	919,81	69,83	69,97	69,85	341,26	2,695
10	943,83	70,83	69,94	71,15	352,45	2,678
11	943,26	70,90	69,78	70,89	350,69	2,690
12	941,70	70,91	70,96	70,16	353,04	2,667
13	923,58	70,28	69,94	69,99	344,00	2,685
14	924,11	70,23	70,01	70,21	345,22	2,677
15	931,21	71,06	70,19	70,12	349,74	2,663
16	932,90	71,49	70,52	70,38	354,86	2,629
17	930,33	70,01	70,44	70,39	347,11	2,680
18	931,82	69,93	70,35	70,30	345,87	2,694
19	943,54	70,86	69,86	71,02	351,57	2,684
20	942,48	70,90	69,88	70,52	349,40	2,697
21	932,64	70,59	69,95	70,08	346,03	2,695
22	923,84	70,25	69,98	70,10	344,61	2,681
23	927,66	70,25	70,10	70,17	345,51	2,685
24	932,05	70,28	70,23	70,05	345,77	2,696
25	931,61	70,25	70,28	70,24	346,77	2,687
26	931,07	70,32	70,55	70,54	349,95	2,661
27	937,68	70,45	70,39	70,21	348,13	2,693

EK-2 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin kütlece ve hacimce su emme oranları

Örnek no	Suya doymuş kütle (g)	Su içindeki kütle (g)	Etüv kurusu kütle (g)	Hacimce su emme oranı (%)	Kütlece su emme oranı (%)
1	934,70	589,13	933,91	0,229	0,085
2	954,05	601,90	953,21	0,239	0,088
3	942,04	594,86	941,57	0,135	0,050
4	914,02	576,78	913,68	0,101	0,037
5	944,90	596,18	944,43	0,135	0,050
6	939,08	691,59	938,19	0,360	0,095
7	1010,21	637,24	1009,62	0,158	0,058
8	930,93	586,83	929,98	0,276	0,102
9	958,65	604,83	958,24	0,116	0,043
10	947,84	597,96	947,45	0,111	0,041
11	946,43	596,96	946,00	0,123	0,045
12	919,61	580,22	919,14	0,138	0,051
13	911,62	574,10	910,37	0,370	0,137
14	918,50	579,80	918,10	0,118	0,044
15	899,52	567,64	899,23	0,087	0,032
16	925,84	584,07	925,27	0,167	0,062
17	932,27	588,07	931,63	0,186	0,069
18	948,95	698,62	948,40	0,220	0,058
19	945,47	696,51	944,99	0,193	0,051
20	937,41	591,40	936,81	0,173	0,064
21	938,10	606,73	937,51	0,178	0,063
22	937,94	591,77	937,36	0,168	0,062
23	957,34	637,69	956,70	0,202	0,068
24	919,14	601,74	918,57	0,179	0,062
25	931,58	621,05	931,06	0,168	0,056
26	947,64	617,73	947,03	0,186	0,065
27	928,56	605,74	927,99	0,176	0,061

EK-3 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin kütlece ve hacimce kaynar suda emme oranları

Örnek no	Suya doymuş kütle (g)	Su içindeki kütle (g)	Etüv kurusu kütle (g)	Kütlece kaynar suda su emme (%)	Hacimce kaynar suda su emme (%)
1	935,25	590,03	934,03	0,131	0,353
2	954,38	602,18	953,32	0,111	0,301
3	942,44	594,70	941,69	0,080	0,216
4	914,40	577,39	913,78	0,068	0,184
5	945,30	596,78	944,54	0,080	0,218
6	940,12	593,06	938,32	0,192	0,519
7	1010,62	637,90	1009,76	0,085	0,231
8	931,86	587,79	930,12	0,187	0,506
9	965,22	616,30	964,11	0,115	0,318
10	944,82	596,11	943,68	0,121	0,327
11	948,41	598,44	947,51	0,096	0,259
12	928,42	586,05	927,74	0,074	0,200
13	929,85	587,09	929,16	0,074	0,201
14	942,71	594,92	941,43	0,136	0,368
15	975,37	615,48	974,04	0,137	0,370
16	971,24	612,85	969,94	0,134	0,363
17	948,54	602,05	947,12	0,150	0,411
18	955,02	606,20	953,89	0,118	0,323
19	946,61	597,27	945,59	0,108	0,293
20	938,42	592,24	937,62	0,085	0,230
21	929,14	586,57	928,45	0,074	0,201
22	936,28	591,00	935,30	0,105	0,285
23	959,04	605,20	957,74	0,136	0,369
24	973,31	614,16	971,99	0,135	0,366
25	959,89	607,45	958,53	0,142	0,387
26	951,78	604,12	950,50	0,134	0,367
27	950,82	601,74	949,74	0,113	0,308

EK-4 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin özgül kütle değerleri

Örnek no	Önek ağırlığı (g)	Ağırlıklar (g)				Örneğin özgül kütlesi (g/cm ³) d ₀
		G _p	G _{pn}	G _{pns}	G _{ps}	
1	18kg	133,15	382,19	807,79	650,31	2,720
2		137,16	385,57	800,18	643,43	2,710
3		141,67	390,23	811,84	653,34	2,760
4		134,20	384,76	731,31	574,24	2,680
5		139,62	383,56	813,23	659,97	2,690
6		152,51	388,54	828,01	678,44	2,730
7		150,17	385,94	822,44	673,67	2,710
8		139,23	393,56	797,40	639,41	2,640
9		144,74	389,72	811,48	659,65	2,630
10		135,16	383,88	803,98	646,87	2,715
11		139,42	387,90	806,01	648,39	2,735
12		137,94	387,50	771,57	613,79	2,719
13		136,91	384,16	772,27	617,11	2,685
14		146,07	386,05	820,62	669,21	2,710
15		151,34	387,24	825,23	676,06	2,720
16		144,70	389,75	809,92	656,54	2,673
17		141,99	391,64	804,44	649,53	2,635
18		139,95	386,80	807,73	653,26	2,672
19		137,29	385,89	805,00	647,33	2,734
20		138,68	387,70	788,79	631,09	2,727
21		137,42	385,83	771,92	615,45	2,702
22		141,49	385,11	796,44	643,16	2,697
23		148,70	386,65	822,92	672,63	2,715
24		148,02	388,50	817,57	666,30	2,696
25		143,34	390,70	807,18	653,04	2,654
26		140,97	389,22	806,09	651,40	2,653
27		138,62	386,35	806,36	650,44	2,698

EK-5 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin görünen porozite değerleri

Örnek no	Suya doymuş örneğin kütlesi (g)	Örneğin su içindeki kütlesi (g)	Örneğin etüv kurusu kütlesi (g)	Görünen porozite (%)
1	934,70	589,13	933,91	0,229
2	954,05	601,90	953,21	0,239
3	942,04	594,86	941,57	0,135
4	914,02	576,78	913,68	0,101
5	944,90	596,18	944,43	0,135
6	939,08	691,59	938,19	0,360
7	1010,21	637,24	1009,62	0,158
8	930,93	586,83	929,98	0,276
9	958,65	604,83	958,24	0,116
10	947,84	597,96	947,45	0,111
11	946,43	596,96	946,00	0,123
12	919,61	580,22	919,14	0,138
13	911,62	574,10	910,37	0,370
14	918,50	579,80	918,10	0,118
15	899,52	567,64	899,23	0,087
16	925,84	584,07	925,27	0,167
17	932,27	588,07	931,63	0,186
18	948,95	698,62	948,40	0,220
19	945,47	696,51	944,99	0,193
20	937,41	591,40	936,81	0,173
21	938,10	606,73	937,51	0,178
22	937,94	591,77	937,36	0,168
23	957,34	637,69	956,70	0,202
24	919,14	601,74	918,57	0,179
25	931,58	621,05	931,06	0,168
26	947,64	617,73	947,03	0,186
27	928,56	605,74	927,99	0,176

EK-6 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin kompasite (doluluk oranı) değerleri

Örnek no	En (cm)	Boy (cm)	Yükseklik (cm)	Hacim kütle (g/cm ³)	Özgül kütle (g/cm ³)	Doluluk Oranı (%)
1	71,28	69,94	70,88	2,683	2,697	99,483
2	70,39	69,94	71,41	2,673	2,697	99,102
3	70,41	70,63	70,86	2,687	2,697	99,646
4	70,61	70,30	69,96	2,696	2,697	99,981
5	70,14	69,58	70,02	2,665	2,697	98,819
6	70,32	70,45	70,40	2,688	2,697	99,672
7	71,80	69,93	69,85	2,637	2,697	97,793
8	70,19	70,12	70,92	2,696	2,697	99,954
9	69,83	69,97	69,85	2,695	2,697	99,937
10	70,83	69,94	71,15	2,678	2,697	99,291
11	70,90	69,78	70,89	2,690	2,697	99,73
12	70,91	70,96	70,16	2,667	2,697	98,90
13	70,28	69,94	69,99	2,685	2,697	99,55
14	70,23	70,01	70,21	2,677	2,697	99,25
15	71,06	70,19	70,12	2,663	2,697	98,72
16	71,49	70,52	70,38	2,629	2,697	97,47
17	70,01	70,44	70,39	2,680	2,697	99,38
18	69,93	70,35	70,30	2,694	2,697	99,89
19	70,86	69,86	71,02	2,684	2,697	99,51
20	70,90	69,87	70,52	2,697	2,697	100,00
21	70,59	69,95	70,08	2,695	2,697	99,93
22	70,25	69,98	70,10	2,681	2,697	99,40
23	70,25	70,10	70,17	2,685	2,697	99,55
24	70,28	70,23	70,05	2,696	2,697	99,95
25	70,25	70,28	70,24	2,687	2,697	99,61
26	70,32	70,55	70,54	2,661	2,697	98,65
27	70,45	70,39	70,21	2,693	2,697	99,87

EK-7 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin porozite (gözeneklilik derecesi) değerleri

Örnek no	Özgül kütle (g/cm ³)	Hacim kütle (g/cm ³)	Porozite değeri (%)
1	2,697	2,683	0,504
2	2,697	2,673	0,886
3	2,697	2,687	0,341
4	2,697	2,696	0,006
5	2,697	2,665	1,169
6	2,697	2,688	0,315
7	2,697	2,637	2,195
8	2,697	2,696	0,034
9	2,697	2,695	0,050
10	2,697	2,678	0,697
11	2,697	2,690	0,259
12	2,697	2,667	1,086
13	2,697	2,685	0,440
14	2,697	2,677	0,735
15	2,697	2,663	1,264
16	2,697	2,629	2,513
17	2,697	2,680	0,610
18	2,697	2,694	0,094
19	2,697	2,684	0,478
20	2,697	2,697	0,000
21	2,697	2,695	0,053
22	2,697	2,681	0,588
23	2,697	2,685	0,437
24	2,697	2,696	0,041
25	2,697	2,687	0,377
26	2,697	2,661	1,339
27	2,697	2,693	0,119

EK-8 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin basınç dayanımı değerleri

Kondisyon	Yatay (mm)	Dikey (mm)	Yükseklik (mm)	Basınç uygulanan alan (cm ²)	Basınç dayanımı (kgf)	Basınç dayanımı (kgf/cm ²)
Etüv kurusu	71,28	69,94	70,88	49,85	79316,33	1591,00
	70,39	69,94	71,41	49,23	5948,98	120,85
	71,41	69,63	70,36	49,72	64816,33	1303,69
	70,81	71,30	69,96	50,49	64326,53	1274,15
	69,73	69,58	72,02	48,52	10102,04	208,21
	69,90	70,85	68,65	49,52	87122,45	1759,25
	71,80	69,93	69,85	50,21	67540,82	1345,22
	70,83	70,57	70,46	49,98	69602,04	1392,56
	70,55	69,67	69,78	49,15	58367,35	1187,57
Hava kurusu	70,13	71,05	69,28	49,83	69887,75	1402,65
	70,57	72,30	73,36	51,02	60316,33	1182,12
	70,63	70,25	70,70	49,61	70153,06	1413,98
	69,97	71,55	70,19	50,06	67030,61	1339,05
	69,74	70,63	70,16	49,25	83908,16	1703,65
	71,33	70,12	71,64	50,02	77806,12	1555,61
	70,32	71,18	71,46	50,05	52204,08	1043,11
	71,48	70,47	70,08	50,37	85561,22	1698,77
	70,33	70,78	70,05	49,78	62806,12	1261,77
Suya doymuş	70,78	69,06	70,17	48,88	62887,75	1286,65
	70,33	70,61	70,53	49,66	77500,00	1560,67
	70,15	70,99	70,17	49,79	73551,02	1477,10
	71,64	71,12	70,33	50,95	65255,10	1280,71
	70,74	69,60	69,71	49,24	76857,14	1560,91
	70,83	69,93	70,25	49,53	48785,71	984,98
	69,90	69,78	70,12	48,78	69673,47	1428,43
	71,71	70,07	70,75	50,25	52857,14	1051,98
	69,57	70,52	69,90	49,06	68183,67	1389,88
Don sonu	70,46	71,82	70,94	50,60	79448,98	1570,11
	72,37	71,08	70,20	51,44	77653,06	1509,57
	70,70	70,81	70,82	50,06	73979,59	1477,84
	69,96	70,42	71,02	49,27	37438,78	759,91
	69,92	72,43	70,00	50,64	15275,51	301,64
	69,88	70,35	72,15	49,16	80418,37	1635,89
	71,21	71,49	70,35	50,91	66530,61	1306,92
	69,39	69,67	72,33	48,34	51071,43	1056,45
	72,77	72,83	71,87	53,00	31510,20	594,57

EK-9 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin eğilme mukavemeti değerleri

Kondisyon	Örnek no	En (mm)	Yükseklik (mm)	Mesnetler arası uzaklık (mm)	Kırılma yükü (kN)	Kırılma yükü (kgf)	Eğilme kgf/cm ²
Etüv kurusu	1	100,63	48,96	180	10,57	1078,57	120,73
	2	99,85	48,55	180	7,71	786,73	90,25
	3	99,20	48,92	180	8,26	842,86	95,86
	4	99,89	48,51	180	9,12	930,61	106,89
	5	100,36	49,05	180	8,58	875,51	97,90
	6	99,66	50,71	180	9,32	951,02	100,19
	7	100,81	49,13	180	11,89	1213,27	134,62
	8	99,89	48,81	180	8,85	902,72	102,41
	9	100,18	49,35	180	9,73	992,60	109,85
Suya doygun	10	100,45	49,09	180	8,38	855,10	95,38
	11	100,48	49,31	180	11,94	1218,37	134,65
	12	99,84	49,44	180	8,34	851,02	94,15
	13	99,63	48,74	180	7,70	785,71	89,63
	14	99,91	48,74	180	0,84	85,71	9,75
	15	100,18	50,15	180	11,18	1140,82	122,25
	16	100,96	49,25	180	11,80	1204,08	132,76
	17	100,26	49,28	180	9,55	974,83	108,10
	18	100,17	49,22	180	7,88	804,08	89,46
Hava kurusu	19	99,84	49,12	180	8,65	882,65	98,93
	20	100,24	49,96	180	10,77	1098,98	118,60
	21	100,81	48,86	180	10,59	1080,61	121,23
	22	101,15	48,76	180	10,33	1054,08	118,34
	23	100,53	49,55	180	11,45	1168,37	127,81
	24	100,32	50,77	180	14,23	1452,04	151,61
	25	100,50	50,78	180	10,27	1047,96	109,18
	26	100,28	49,54	180	8,86	904,08	99,18
	27	100,46	49,67	180	10,64	1086,10	118,33

EK-10 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin darbe mukavemeti
değerleri

Kondisyon	Örnek no	Kırılmaya neden olan vuruş sayısı (n)	n -1	Darbe dayanımı (kgf.cm/cm ³)
Etüv kurusu	1	4	3	12
	2	7	6	42
	3	6	5	30
	4	7	6	42
	5	6	5	30
	6	8	7	56
	7	7	6	42
	8	6	5	30
	9	5	4	20
Hava kurusu	10	7	6	42
	11	8	7	56
	12	5	4	20
	13	6	5	30
	14	7	6	42
	15	6	5	30
	16	8	7	56
	17	6	5	30
	18	7	6	42
Suya doymun	19	4	3	12
	20	7	6	42
	21	6	5	30
	22	7	6	42
	23	6	5	30
	24	7	6	42
	25	5	4	20
	26	6	5	30
	27	6	5	30

EK-11 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin aşınma mukavemeti
değerleri

Kondisyon	Örnek yüzey no	İlk kütle (gr)	Son kütle (gr)	Aşınma miktarı (gr)	Kondisyon	Örnek yüzey no	İlk kütle (gr)	Son kütle (gr)	Aşınma miktarı (gr)
Su emmiş	1.1	2.648,65	2.647,10	1,55	Etüv kurusu	14.3	2.614,72	2.613,78	0,94
	1.2	2.647,10	2.646,15	0,95		15.1	2.637,76	2.636,65	1,11
	1.3	2.646,15	2.639,17	6,98		15.2	2.636,65	2.635,27	1,38
	2.1	2.644,35	2.643,11	1,24		15.3	2.635,27	2.634,44	0,82
	2.2	2.643,11	2.642,23	0,88		16.1	2.632,95	2.632,23	0,72
	2.3	2.642,23	2.641,10	1,13		16.2	2.632,23	2.631,38	0,85
	3.1	2.663,99	2.662,60	1,39		16.3	2.631,38	2.630,68	0,70
	3.2	2.662,60	2.661,59	1,01		17.1	2.645,90	2.644,99	0,92
	3.3	2.661,59	2.660,63	0,96		17.2	2.644,99	2.644,43	0,56
	4.1	2.650,15	2.649,07	1,08		17.3	2.644,43	2.643,78	0,64
	4.2	2.649,07	2.648,29	0,78		18.1	2.620,33	2.619,60	0,73
	4.3	2.648,29	2.647,35	0,94		18.2	2.619,60	2.619,15	0,45
	5.1	2.648,37	2.646,99	1,38		18.3	2.619,15	2.618,37	0,78
	5.2	2.646,99	2.646,15	0,84	Hava kurusu	19.1	2.569,60	2.569,12	0,48
	5.3	2.646,15	2.645,24	0,91		19.2	2.569,12	2.568,27	0,85
	6.1	2.646,50	2.645,11	1,39		19.3	2.568,27	2.567,74	0,53
	6.2	2.645,11	2.644,19	0,91		20.1	2.645,02	2.644,21	0,81
	6.3	2.644,19	2.640,14	4,05		20.2	2.644,21	2.643,05	1,16
	7.1	2.654,17	2.652,86	1,32		20.3	2.643,05	2.642,22	0,83
	7.2	2.652,86	2.651,91	0,95		21.1	2.620,50	2.619,71	0,79
	7.3	2.651,91	2.650,87	1,05		21.2	2.619,71	2.618,94	0,77
	8.1	2.657,07	2.655,84	1,24		21.3	2.618,94	2.618,01	0,93
	8.2	2.655,84	2.654,94	0,89		22.1	2.666,14	2.665,22	0,92
	8.3	2.654,94	2.653,99	0,95		22.2	2.665,22	2.664,22	1,00
	9.1	2.649,26	2.648,03	1,23		22.3	2.664,22	2.663,17	1,05
	9.2	2.648,03	2.647,22	0,81		23.1	2.636,55	2.635,44	1,11
	9.3	2.647,22	2.646,30	0,92		23.2	2.635,44	2.633,81	1,63
Etüv kurusu	10.1	2.676,77	2.674,98	1,79		23.3	2.633,81	2.631,69	2,12
	10.2	2.674,98	2.673,06	1,92		24.1	2.607,31	2.606,67	0,64
	10.3	2.673,06	2.672,13	0,93		24.2	2.606,67	2.605,66	1,01
	11.1	2.598,74	2.598,31	0,43		24.3	2.605,66	2.604,98	0,68
	11.2	2.598,31	2.597,47	0,84		25.1	2.632,76	2.631,96	0,80
	11.3	2.597,47	2.596,75	0,72		25.2	2.631,96	2.631,00	0,97
	12.1	2.667,15	2.666,14	1,01		25.3	2.631,00	2.630,12	0,88
	12.2	2.666,14	2.665,28	0,86		26.1	2.643,32	2.642,47	0,86
	12.3	2.665,28	2.664,60	0,68		26.2	2.642,47	2.641,58	0,89
	13.1	2.624,65	2.623,83	0,82		26.3	2.641,58	2.640,59	0,99
	13.2	2.623,83	2.623,57	0,26		27.1	2.651,35	2.650,33	1,02
	13.3	2.623,57	2.622,96	0,61		27.2	2.650,33	2.649,02	1,32
	14.1	2.616,00	2.615,36	0,64		27.3	2.649,02	2.647,43	1,59
	14.2	2.615,36	2.614,72	0,64					

EK-12 Ankara/Haymana/Demirözü yöresi mermerlerinin yarmada çekme mukavemeti değerleri

Kondisyon	Örnek no	Çap (mm)	Yükseklik (mm)	Kırılmaya neden olan yük (kN)	Kırılmaya neden olan yük (kgf)	Yarmada çekme mukavemeti (kgf/cm ²)
Etüv kurusu	1	50	102,81	51,00	5204,08	0,64
	2	50	100,48	55,70	5683,67	0,72
	3	50	100,55	83,90	8561,22	1,08
	4	50	103,41	28,90	2948,98	0,36
	5	50	100,23	63,90	6520,41	0,83
	6	50	100,43	49,20	5020,41	0,64
	7	50	102,60	55,80	5693,88	0,71
	8	50	103,08	63,20	6448,98	0,80
	9	50	101,70	56,45	5760,20	0,72
Suya doymuş	10	50	49,70	76,10	7765,31	1,99
	11	50	49,78	47,50	4846,94	1,24
	12	50	49,72	28,10	2867,35	0,73
	13	50	49,64	51,60	5265,31	1,35
	14	50	49,70	48,50	4948,98	1,27
	15	50	49,10	52,90	5397,96	1,40
	16	50	49,90	44,50	4540,82	1,16
	17	50	47,50	39,50	4030,61	1,08
	18	50	49,38	48,59	4957,91	1,28
Hava kurusu	19	50	100,63	27,20	2775,51	0,35
	20	50	100,62	37,60	3836,73	0,49
	21	50	100,54	21,60	2204,08	0,28
	22	50	102,67	44,80	4571,43	0,57
	23	50	100,68	55,10	5622,45	0,71
	24	50	100,37	55,80	5693,88	0,72
	25	50	103,11	56,00	5714,29	0,71
	26	50	100,64	62,20	6346,94	0,80
	27	50	101,15	45,04	4595,92	0,58

EK-13 Malzeme ocağının uzaktan görünüşü



EK-14 Bilecik kireçtaşının malzeme ocağı dolaylarında yüzeylenmesi



EK-15 Mermer ocağında üstte çatlaklı tabaka ve altta blok verebilen çatlaksız tabaka



EK-16 Pnömatik delici



EK-17 Elmas tel kesme makinesi yakından görünüş



EK-18 Ana kayaya dik doğrultuda kesim deliği açılması genel görünüm



EK-19 Ana kayada yapılan işlemler



Resim 19.1. Pnömatik delici ile açılan delik



Resim 19.2. Pnömatik delici ile açılan deliğin elmas tel testere ile kesilmiş hali

EK-20 Hidrolik krikö ile kesilen bloğun ana kayadan ayrılması



EK-21 Blokların ebatlanması



Resim 21.1 Ana kayaktan ayrılan bloğun kırık kısımlarının düzeltilmesi



Resim 21.2. Elmas tel kesme makinesi ile büyük blokların standart boyutlara getirilmesi

EK-22 Blokların yüklenmesi



Resim 22.1. Kesilen blokların taşıyıcıya yüklenmesi



Resim 22.2. Yükleme rampası yakından görünüş

EK-23 Mermer işleme tesisindeki işlemler



Resim 23.1. Mermer işleme tesisine getirilen blokların kayar vinç ile taşınması

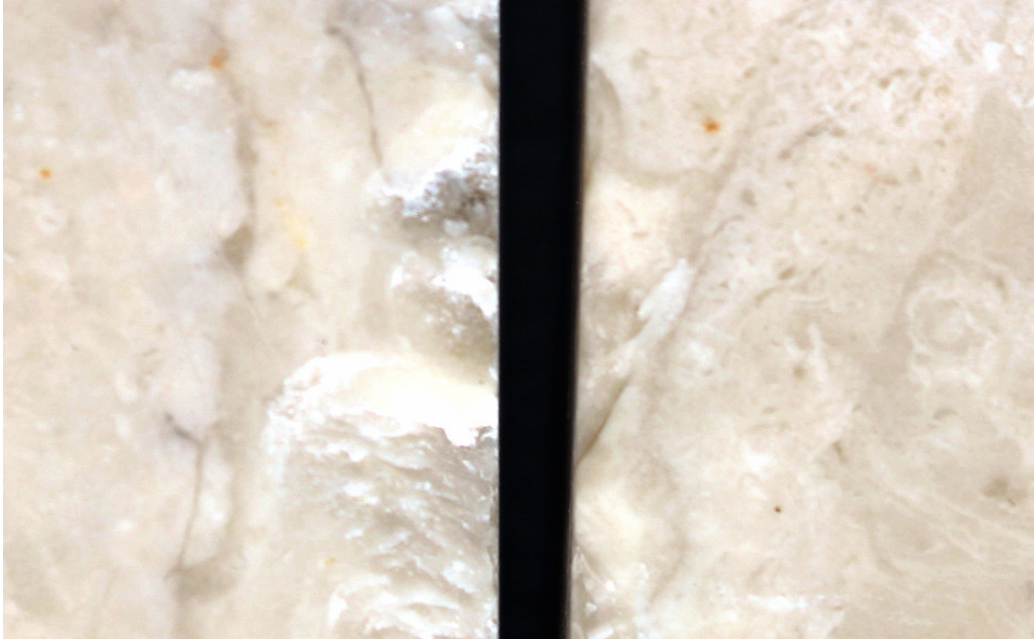


Resim 23.2. Blokların S -T (katrak) makinesi ile istenilen boyutta kesilmesi

EK-24 Açık hava tesirlerine dayanıklılık deney numuneleri



Resim 24.1. Açık hava tesirlerine dayanıklılık deney numuneleri I
(sol taraf referans)

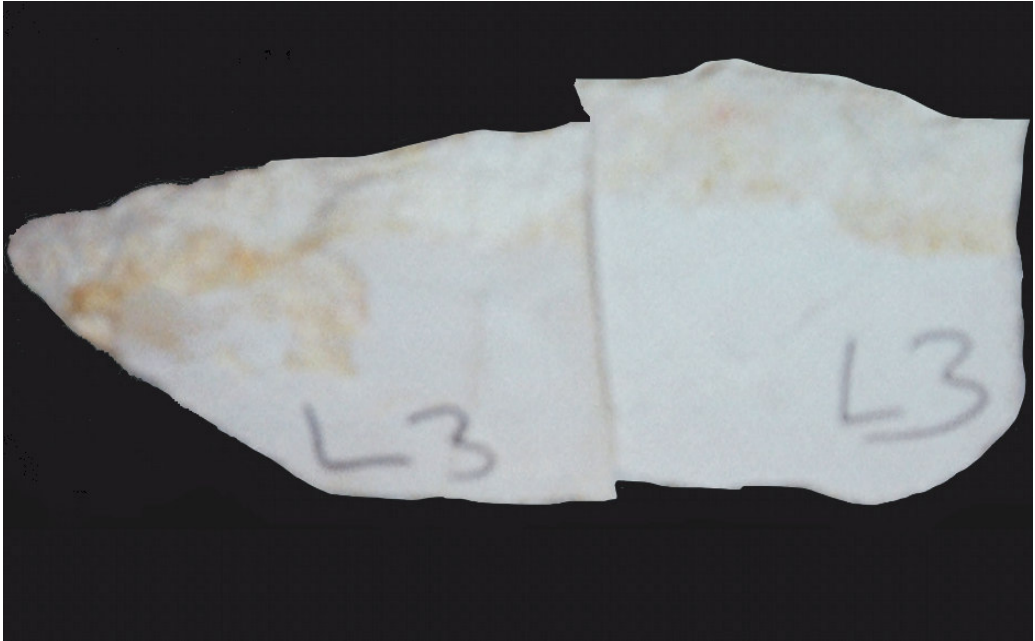


Resim 24.2. Açık hava tesirlerine dayanıklılık deney numuneleri II
(sol taraf referans)

EK-25 Pas tehlikesi tayini deney numuneleri



Resim 25.1. Pas tehlikesi tayini deney numuneleri I (sol taraf referans)



Resim 25.2. Pas tehlikesi tayini deney numuneleri II (sol taraf referans)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BİLİR, Mücahit Nasuh
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 21.06.1978 Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 410 23 45
Faks : 0 (312) 231 42 89
e-mail : mnbilir@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Yapı Öğretmenliği	2001
Lise	Yıldırım Beyazıt End. Mes. Lis.	1994

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2001-2005	Mamak Belediye Başkanlığı	Tekniker
2005-2006	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı	Tekniker

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme, Snorkelli Dalış , Bilgisayar teknolojileri