

KIRŞEHİR-KAMAN-DEMİRLİ YÖRESİ MERMERLERİNİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Mehmet Serkan KIRGIZ*

Hacettepe Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Kaman, TÜRKİYE

Serkan SUBAŞI, Gökhan DURMUŞ

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 06500 Ankara, TÜRKİYE

ÖZET

Bu araştırmanın amacı; Kırşehir-Kaman-Demirli yöresi mermerlerinin bazı teknolojik özelliklerini belirlemektir. Yöre mermer rezervlerinden alınan örnekler üzerinde; hacim kütle, kapiler su emme, kütlece su emme, özgül kütle, görünen porozite, doluluk/boşluk oranı, Schmidt çekici ile yüzey sertliği, basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve ultrases hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; yöre mermerlerinin, TS10449, TS 1910, TS 2513 de öngörülen, hacim kütle değerleri, kütlece su emme miktarı, doluluk/boşluk oranı, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı değerleri bakımından, kaplama olarak kullanım özelliklerini taşıdığı, boşluk oranı değerlerine göre kompakt kayaç grubunda olduğu, Schmidt yüzey sertliği değerlerine göre az sert kayaç sınıfında olduğu, basınç dayanımı değerlerine göre orta dirençli kayaç sınıfına girdiği, ultrases geçiş hızı değerlerine göre iyi kalitede malzeme grubunda yer alabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mermer, porozite, kapillarite, dayanım

SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF KIRŞEHİR-KAMAN- DEMİRLİ REGION MARBLES

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine some technological properties of Demirli (Kırşehir) Region marbles. Unit weight, capillary absorption, water absorption (weight/bulk), specific gravity, porosity, fullness/porosity ratio, surface hardness with schmidth hammer, compressive strength, flexural strength and ultrasound tests were conducted on the samples. It was concluded that Demirli (Kırşehir) Region marbles had suitable properties, according to unit weight, water absorption (weight/bulk), fullness/porosity ratio, compressive strength and flexural strength values, to be use as clover stone. The material could be classified as "compact stone" according to its porosity, "less compact stone" according to its scimdnth surface hardness value, "medium strength stone" according to its compressive strength and "good quality material" according to its ultrasound value.

Key Words: Marble, porosity, capillarity, strength

1. GİRİŞ

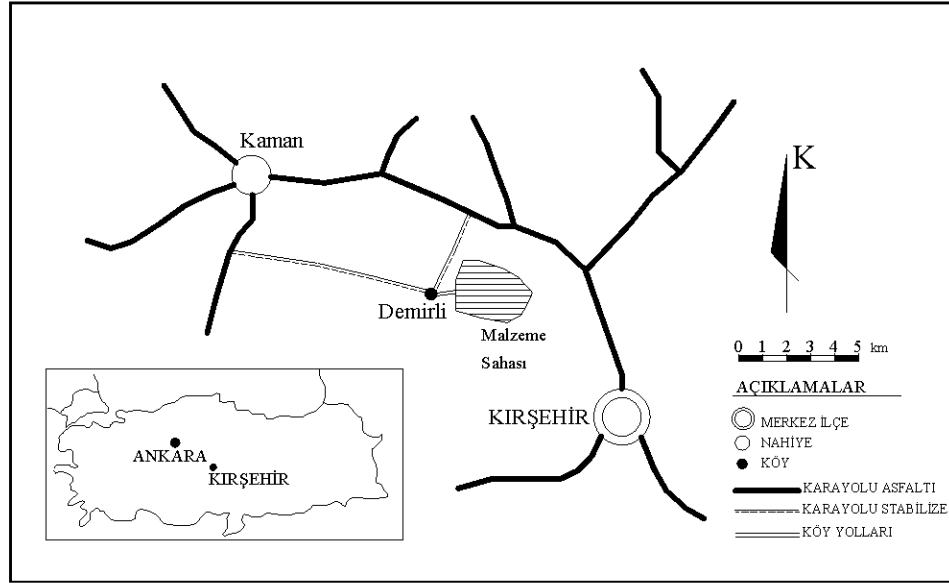
Mermerin çok eski zamanlardan beri inşaat malzemesi olarak ve güzel sanatlar alanında kullanıldığı bilinmektedir. Yapılan araştırmalar, Mısır, Mezopotamya ve eski İran'da mermerlerin abide ve tapınıklarda kullanıldığını göstermektedir. Anadolu'da ise mermerin saray inşaatlarında büyük oranda kullanıldığı bilinmektedir. Osmanlı ve Selçuklu döneminde yapılan sanat eserlerinde mermer temel malzemeyi oluşturmaktadır (1). Mermerler, günümüz yapı endüstrisinde de önemli bir yere sahiptir(2). Mermer, arzu edilen görünüm sağlamlık ve ekonomikliği sağladığı sürece en çok kullanılan doğal yapı taşlarından olmak durumundadır (3). Mermercilikte ileri düzeye ulaşmış ülkeler mermer ve mermer ürünlerinin tanıtılmasında, teknolojik özelliklerin belirlenmesine öncelik vermektedirler (4). Diğer taraftan, mermerin kullanım yerlerinin belirlenmesinde, teknolojik özelliklerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Genel anlamda doğal yapı taşı olarak incelenmek durumunda bulunan mermerlerin belirleyici özelliklerine ilişkin sınır değerler ve test yöntemleri Türk Standartları Enstitüsü'nce hazırlanan bazı standartlarda yer almaktadır. Yapı endüstrisinde mermer kullanımına ilişkin standart şartlara uyulması yapı elemanın kullanım ömrü bakımından önem taşımaktadır. Bu nedenle mermer rezervlerinin özelliklerinin önceden bilinmesi gerekmektedir.

Aksi takdirde, yanlış kullanımlar sonucu önemli problemler çıkabilmekte, sonuç olarak malzeme ve işgücü kayıpları doğmaktadır (5). Orta Anadolu bölgesinde farklı büyüklüğe sahip, yüzelemlenmiş alanda yerleşim merkezlerinin adlarıyla anılan bölgesel metamorfik kristalin kütleler topluluğu "Orta Anadolu Kristalin Temeli" olarak adlandırılmaktadır(6). Kırşehir Masifi veya Orta Anadolu Masifi olarak da adlandırılan Orta Anadolu Kristalin Kütleleri (OAKK) Kırıkkale, Yozgat, Sivas, Kayseri, Aksaray ve Şereflikoçhisar yerleşim merkezleri tarafından sınırlanmış, üçgen biçiminde bir alan kapsamaktadır. Anatolide kuşağında yer alan OAKK, metamorfik kayalar ve bunları kesen granitoidlerden meydana gelmektedir(7). Etüt alanı ve civarında tortul, metamorfik ve magmatik kayalar yer almaktadır. Bölgenin kuzeyinde yer alan bu kayalar pliosen ve kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. Kızıl kahverenkli, çakıllı kumlu killi temsil edilen pliosen bölgede karasal kökenli olarak bulunmaktadır. Kalınlıkları bazı yerlerde örtü halinde olmasına karşın genellikle 50-60 m civarındadır. Kuvaterner ince şerit halinde uzanan killi kumlu çakıllarla temsil edilen alüvyon yer almaktadır. Bu alüvyonların kalınlığı 10-20 m civarında olduğu tahmin edilmektedir. Metamorfik kayalar mermerlerle (kireçtaşları) temsil edilmektedir. Kırşehir Masifini oluşturan bu seri masif yapı göstermesine rağmen yer yer kırıklı yer yer çatlaklı olarak görülmektedir (8). Bu çalışmanın amacı; Kırşehir Kaman Demirli yöresi mermerlerinin bazı teknolojik özelliklerini belirlemektir.

2. METOTLAR

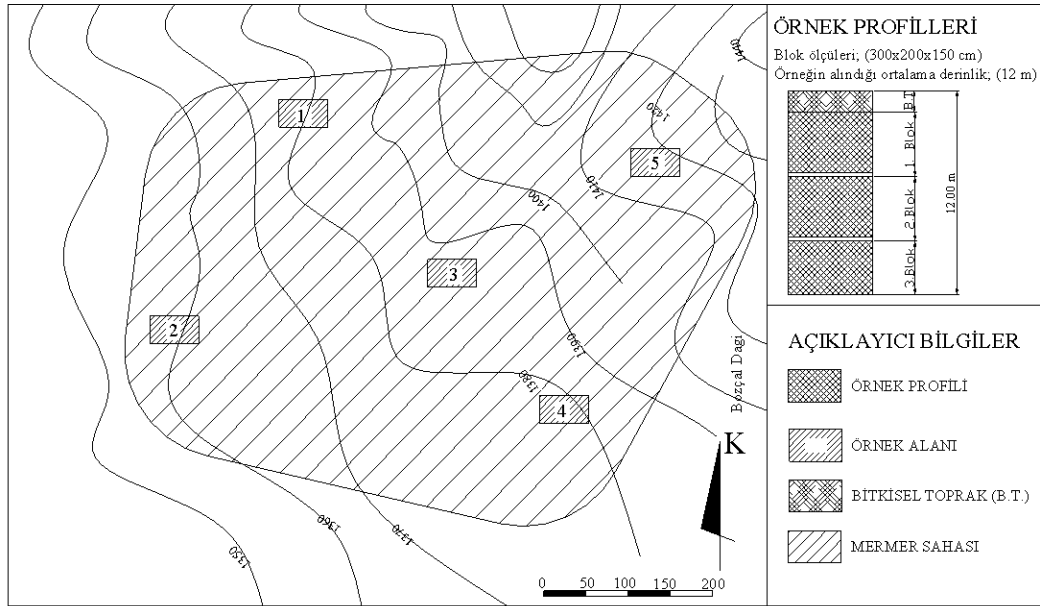
2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışmada; Kırşehir Kaman Demirli yöresi mermer rezervlerinden elde edilen deney örnekleri kullanılmıştır. Mermer rezervlerinin ulaşım haritası Şekil 1'de görülmektedir. Mermer olarak işletilebilecek ocak yaklaşık olarak 400 x 500 m ölçülerinde dikdörtgen şeklindedir. Ortalama derinliği 20 m'dir. Görünür mermer rezervi 1.200.000 m³ olup inceleme alanı ve yakın çevresinde devam etmektedir(8).



Şekil 1. Mermer rezervlerine ulaşım haritası

Mermer rezervlerinden, Şekil 2'de görüldüğü gibi 5 ayrı noktadan üç farklı derinlikten yaklaşık 300x200x150 cm boyutlarında 15 blok örnek alınmıştır.



Şekil 2. Örnekleme haritası

Her bloktan 8'er adet 70x70x70 mm boyutlarında düzgün geometrik şekilli küp ve 6'şar adet 4,5x10x20 cm boyutlarında prizma olmak üzere toplam 120 adet küp ve 90 adet prizma deney örneği üretilmiştir. Örneklerin tabakalaşma doğrultusu belirlenememiştir. Ayrıca bloklardan elde edilen parça mermerler öğütülmüştür. Öğütülen mermer parçaları 0,2 mm kare gözlü elekten elenerek 10 adet 2 kg ağırlığında öğütülmüş mermer örneği üretilmiştir (6,9).

2.2. Deney Metotları

2.2.1.Hacim kütle deneyi

Birim hacim ağırlık deneyi, 30 adet küp deney örneği üzerinde TS 699'da belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Birim hacim ağırlık hesaplanmasında;

$$dh=Gk/v \quad [1]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

d_h : Taşın hacim kütlesi (g/cm^3),

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

V: Deney örneğinin hacmi (cm^3),

olarak gösterilmiştir(6,9).

2.2.2. Kapiler su emme deneyi

Kapiler su emme deneyi, 30 adet küp deney örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deney örnekleri laboratuvar ortamında ($20 \pm 2^\circ C$ sıcaklık, $\%50 \pm 5$ bağıl nem) sabit ağırlığa gelene kadar her hafta tartılarak 6 hafta süre ile bekletilmiştir. 6. hafta sonunda örneklerin laboratuvar ortamında sabit ağırlığa ulaştığı belirlenmiştir. Örnekler yüzeylerinden itibaren 5 mm batacak şekilde saf su içerisine yerleştirilmiş ve 300, 600, 1800, 3600, 5400, 7200, 10800, 57600, 86400, 259200, ve 691200 s sürelerde tartılmıştır. Örneklerin başlangıçtaki sabit ağırlıklarına göre, ağırlık farkları dikkate alınarak kapiler su emme değerleri hesaplanmıştır (7,8,10,11).

Kapilerite katsayılarının hesaplanmasında;

$$K = \left(\frac{Q}{A}\right)^2 \cdot t \quad [2]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

K: Kapilerite katsayısı (cm^2/s)

Q: Emilen su miktarı

A: Alan (cm^2)

t : Su emme süresi (s)

olarak gösterilmiştir(9,12).

2.2.3. Su emme deneyi

Su emme deneyi, 30 adet küp deney örneği üzerinde TS 699'da belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin kütlece su emme oranının hesaplanmasında:

$$S_k = ((G_d - G_k) / (G_k)) \times 100 \quad [3]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

S_k : Örneğin kütlece su emme oranı (%),

G_d : Örneğin doymuş haldeki kütlesi (g),

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

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

olarak gösterilmiştir (6,9).

2.2.4. Özgül kütle deneyi

Özgül kütle deneyi, 10 adet öğütülmüş mermer örneği üzerinde TS 699'da belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Özgül kütle değerlerinin hesaplanmasında;

$$d_o = (G_{pn} - G_p) / ((G_{pn} - G_p) - (G_{pns} - G_{ps})) \quad [4]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

d_o : Örneğin özgül kütlesi (g/cm^3),

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),

olarak gösterilmiştir (6,9).

2.2.5. Görünen porozite tayini

Görünen porozitenin belirlenmesinde, deney örneklerinin hacimce su emme değerleri esas alınmış ve hesaplamada;

$$P_g = ((G_d - G_k) / (G_d - G_{ds})) \times 100 \quad [5]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

P_g : Örneğin görünen porozitesi (%),

G_d : Örneğin doygun haldeki kütlesi (g),

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

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

olarak gösterilmiştir (6,9).

2.2.6. Doluluk/Boşluk oranı tayini

Doluluk/boşluk oranlarının belirlenmesinde, deney örneklerinin hacim kütlesi ve özgül kütle değerleri esas alınmıştır.

Doluluk oranının hesaplanmasında;

$$K = (d_h / d_o) \cdot 100 \quad [6]$$

formülü kullanılmıştır.

Boşluk oranının hesaplanmasında ise;

$$P = (1 - K) \cdot 100 \quad [7]$$

formülü kullanılmıştır. Bu formüllerde;

k : Doluluk oranı değeri (%),

d_h : Hacim kütle değeri (g/cm^3),

d_o : Özgül kütle değeri (g/cm^3),

P : Boşluk oranı (%)

olarak gösterilmiştir (6,9).

2.2.7. Schmidt test çekici ile yüzey sertliği deneyi

Schmidt test çekici, 30 adet küp deney örneğine BS 1881'de belirtilen esaslara uygun olarak uygulanmıştır. Örneklerin her bir yüzeyinde, kenardan içeriye doğru 2 cm alınarak çizilen 3x3 cm² alan içerisine yatay pozisyondaki test çekici ile 5 uygulama yapılmıştır. Böylece her küp örneğin altı yüzeyine yapılan toplam 30 vuruş ile 30 örnekte toplam 900 vuruş gerçekleştirilmiştir. Çok sayıda yapılan vuruş ile Schmidt test çekici geri tepme sayılarının standart sapma değerlerinin bir ölçüde aşağıya çekilmesi hedeflenmiştir (10,13).

2.2.8. Basınç dayanımı deneyi

Basınç dayanımı deneyi 30 adet küp deney örneği üzerinde TS 699'da belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Basınç uygulamasında örneklerin tabakalaşma doğrultusu dikkate alınamamıştır. Basınç dayanımının hesaplanmasında;

$$f_b = P_k / A \quad [8]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

f_b : Basınç dayanımı (MPa)

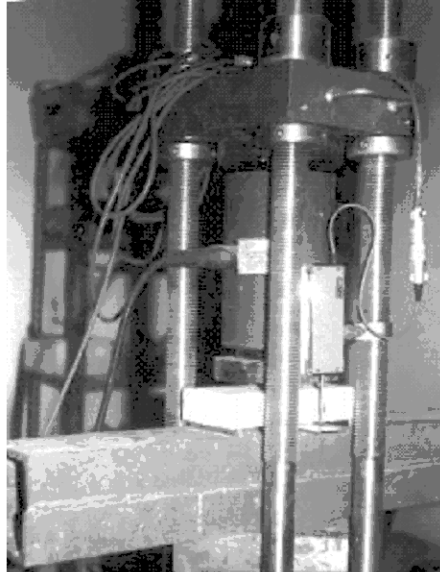
P_k : Kırılma kuvveti (N),

A : Kuvvetin uygulandığı alan (mm²),

olarak gösterilmiştir (6,9).

2.2.9. Eğilme dayanımı deneyi

Eğilme dayanımı deneyi, 30 adet prizma deney örneği üzerinde TS 699'da belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Yüklemede örneklerin tabakalaşma doğrultusu dikkate alınmamıştır. Eğilme dayanımı ile birlikte sehimi bulmak için yükleme anında örneklerin kenarına (LVDT) 10⁻⁶ mm hassasiyetle oluşacak sehimin belirlenmesini sağlayan sehim ölçer yerleştirilmiştir ve mermer örneklerinin 1 N hassasiyetli 200 kN kapasiteli (Applied Measurement Limited) yük ölçer ile eğilme dayanımları ve sehimleri belirlenmiştir. Eğilme dayanımı ve sehim ölçüm seti Şekil 3'te görülmektedir (9,12).



Şekil 3. Eğilme dayanımı ve sehim ölçüm seti

Eğilme dayanımı ve sehim grafiği Şekil 10'da görülmektedir. Deney verileri kullanılarak eğilme

dayanımı hesap edilmiştir. Hesaplama;

$$f_{eg} = 3P_k \cdot xl / 2bxh^2 \quad [9]$$

formülü kullanılmıştır. Formülde;

- f_{eg} : Eğilme dayanımı (MPa),
- P_k : Kırılma kuvveti (N),
- l : Mesnet aralığı (mm)
- b : Deney örneğini genişliği (mm),
- h : Deney örneği kalınlığı (mm)

olarak gösterilmiştir (6,9).

2.2.10. Ultrases hızı deneyi

Ultrases hızı deneyi 30 adet küp deney örneğinin her birine üç doğrultuda BS 1881'de belirtilen esaslar dikkate alınarak uygulanmıştır. Ultrases hızının belirlenmesinde;

$$V = l/t \quad [10]$$

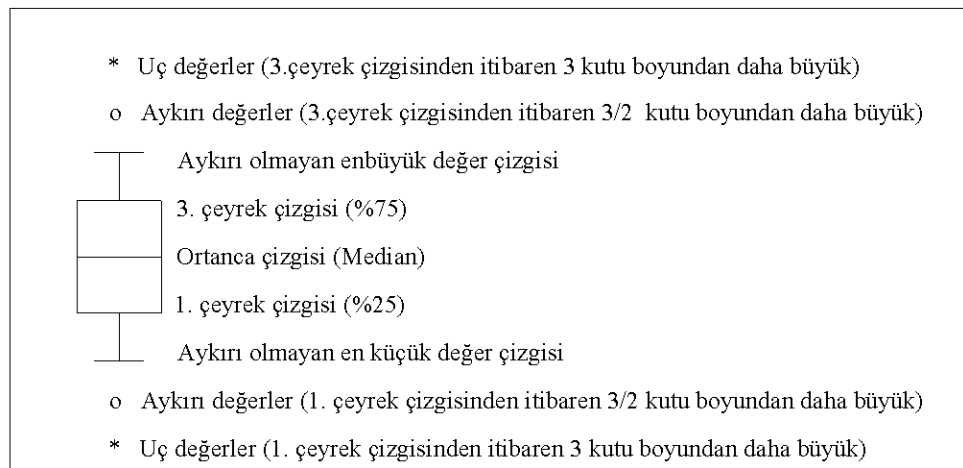
formülü kullanılmıştır (11,14). Formülde;

- V : Ultrases geçiş hızı (km/s),
- l : Ses geçişine esas olan uzunluk (mm),
- t : Sesin geçiş süresi (s)

olarak gösterilmiştir (12-17).

2.2.11. İstatistik Metodlar

Deneyisel çalışmalar sonucu 10 ayrı deney türü için mermer örneklerine ait veriler elde edilmiştir. Her deney türü için elde edilen verilerin açıklayıcı istatistikleri belirlenmiş ve kutu grafikleri çizilmiştir (15,18). Kutu grafiklerinin yapısı ve özellikleri Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Kutu grafiğinin yapısı ve özellikleri

Bir 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,

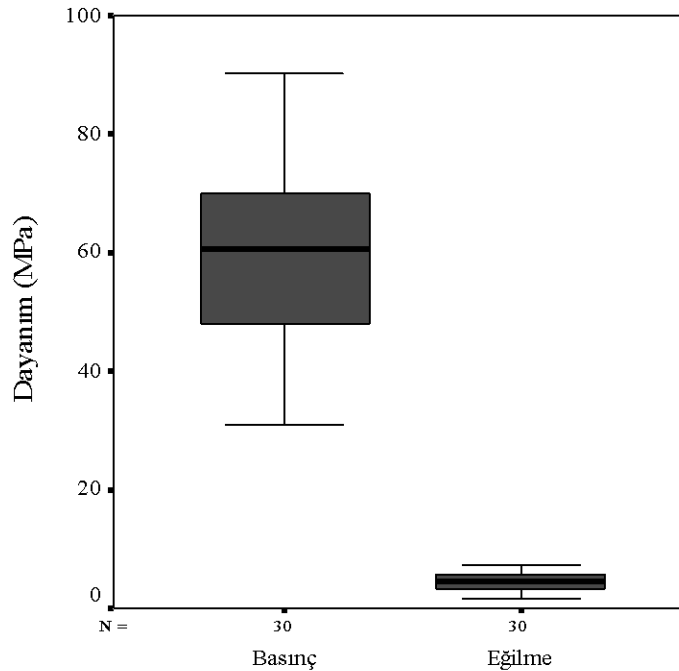
- Kutunun boyu ile verilen yayılma veya değişkenliği gözlemlerin %50'sinin değerleri kutu içerisinde yer almakta, bu durumda kutu boyunun uzun olması yayılma veya değişkenliğin fazla olduğunu, ifade etmektedir (16,19).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

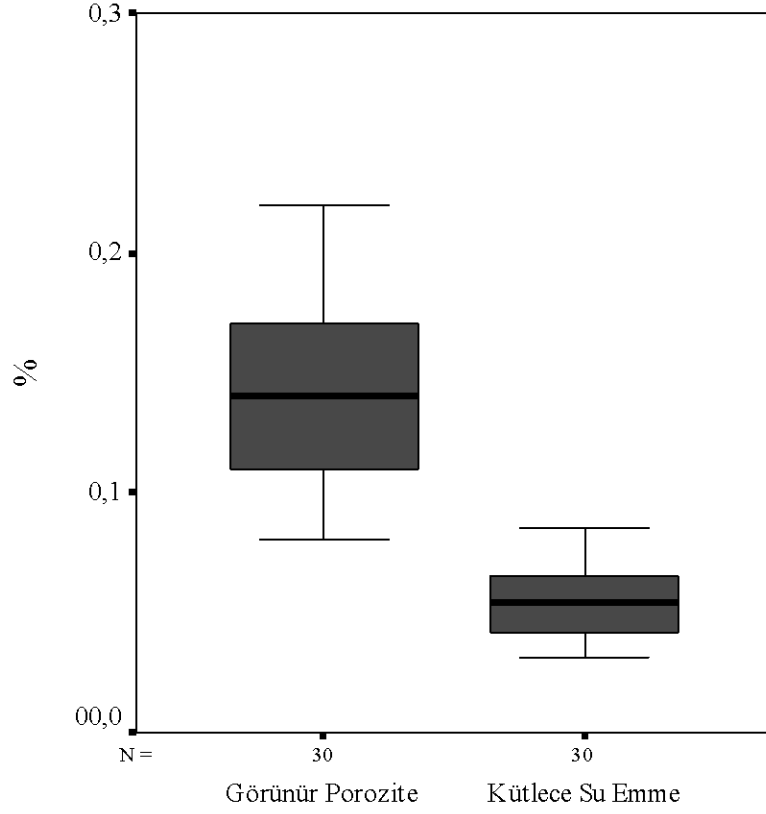
Kırşehir Kaman Demirli yöresine mermer örnekleri üzerinde gerçekleştirilen; hacim kütle, kapiler su emme, kütlece su emme, özgül kütle, görünen porozite, doluluk/boşluk oranı, Schmidt çekici ile yüzey sertliği, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ultrases hızı, deneysel verilerine ilişkin açıklayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Diğer taraftan veri dağılımına ilişkin kutu grafikleri Şekil 5, 6, 7, 8 ve 9'da görülmektedir.

Çizelge 1. Deney sonuçlarına ilişkin açıklayıcı istatistikler

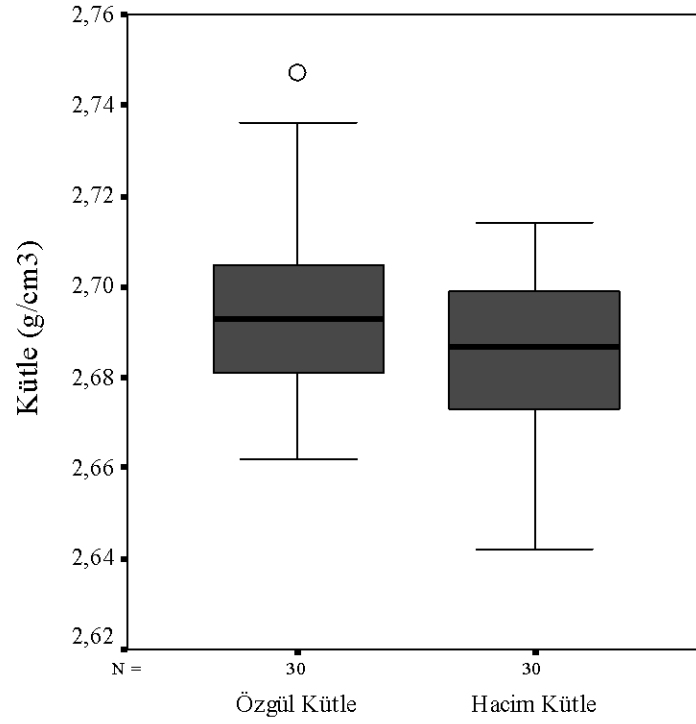
Deney türü, birimi	N	Minumum	Maksimum	Standart sapma	Aritmetik ortalama
Hacim kütle (g/cm ³)	30	2.64	2.71	0.017	2.68
Su emme (kütlece) (%)	30	0.03	0.08	0.015	0.05
Kapilarite katsayısı (cm ² /s)	30	2x10 ⁻¹¹	1.6x10 ⁻¹⁰	3.74x10 ⁻¹¹	1x10 ⁻¹⁰
Özgül kütle (g/cm ³)	30	2.66	2.75	0.019	2.69
Görünür porozite (%)	30	0.08	0.22	0.039	0.14
Doluluk oranı (%)	30	96.91	100	0.803	99.33
Boşluk oranı (%)	30	0.07	3.09	0.773	0.44
Schmidt çekici ile yüzey sertliği	30	33	41	2.140	38.76
Basınç dayanımı (N/mm ²)	30	30.91	90.33	15.768	60.35
Eğilme dayanımı (N/mm ²)	30	1.67	7.14	1.444	4.47
Ultrases hızı (km/s)	30	3.89	4.69	0.208	4.26



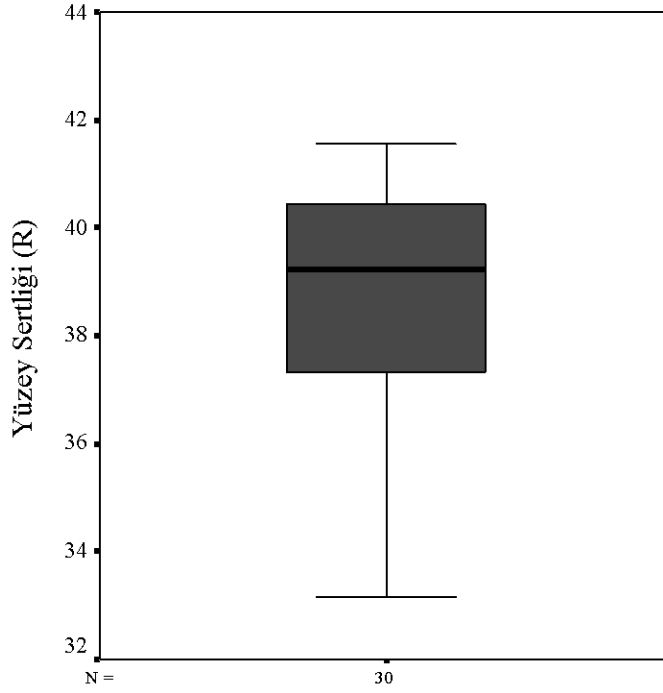
Şekil 5. Basınç ve eğilme dayanımına ilişkin kutu grafikleri



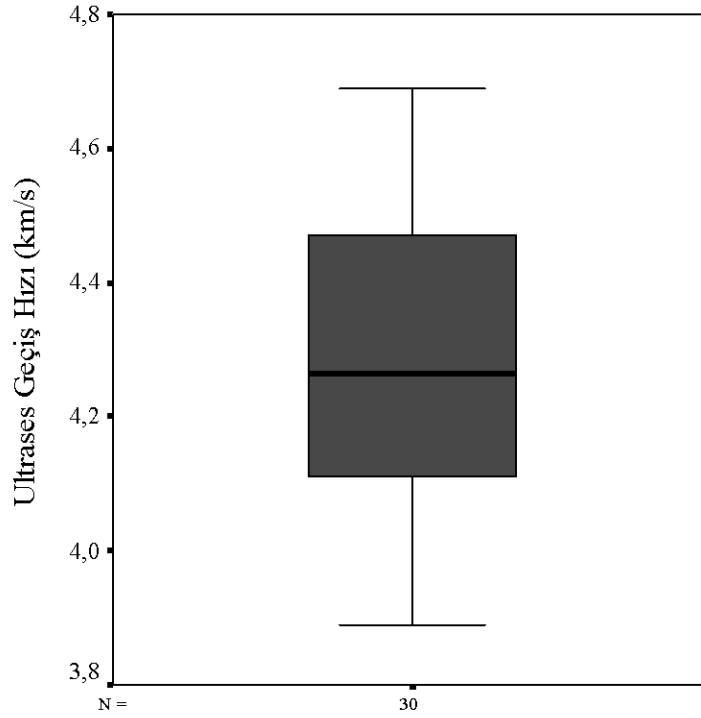
Şekil 6. Görünür porozite ve kütlece su emme değerlerine ilişkin kutu grafikleri



Şekil 7. Hacim kütle ve özgül kütleyle ilişkin kutu grafikleri



Şekil 8. Schmidt çekici ile yüzey sertliği değerlerine ilişkin kutu grafiği



Şekil 9. Ultrases geçiş hızı değerlerine ilişkin kutu grafiği

3.1.Hacim Kütle

Hacim kütle verilerinde; maks:2,71g/cm³, min:2,64g/cm³, std.sap:0,017 art.ort:2,685g/cm³, olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Hacim kütle veri dağılımının normal olduğu görülmektedir (Şekil 7.). Diğer taraftan, 2,69g/cm³ olan hacim kütle aritmetik ortalama değerinin, TS 10449 'Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Doğal Taşlar' ve TS 1910 'Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar' standartlarında belirtilen 2,55-2.80 g/cm³ değerleri arasında yer almaktadır (17,18,20,21).

3.2. Kapiler Su Emme

Kapiler su emme değerlerinden elde edilen kapilarite katsayısı verilerinde; maks: $1,6 \times 10^{-10}$ cm²/s, min: 2×10^{-11} cm²/s, std.sap: $3,7 \times 10^{-11}$ ve art.ort: 1×10^{-10} cm²/s olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

3.3. Su Emme

Kütlece su emme verilerinde; maks:%0,08, min:%0,03, std.sap:%0,015, art.ort:%0,05, olarak belirlenmiştir(Çizelge 1). Kütlece su emme verilerinin dağılımının normal olduğu görülmektedir (Şekil 6). Deney örneklerinin %0,05, olarak belirlenen aritmetik ortalama değerlerinin, TS 1910 'Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar' standardında belirtilen % 0,75 ve ayrıca TS 2513 'Doğal Yapı Taşları' standardında belirtilen % 1,8 kütlece su emme değerlerinden daha küçük olduğu görülmektedir (18,19,21,22).

3.4. Özgül Kütle

Özgül kütle verilerinde; maks:2,75g/cm³, min:2,66g/cm³, std.sap:0,019, art.ort:2,69g/cm³, olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Verilerin dağılımının normal olduğu görülmektedir (Şekil 7).

3.5. Doluluk Oranı

Doluluk oranı verilerinde; maks:%100, min:%96,91, std.sap:%0,803, art.ort:%99,33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Belirlenen doluk oranı aritmetik ortalamasının TS 10449 Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Doğal Taşlar' standardında öngörülen %98 değerinden daha büyük olduğu görülmektedir (17,20).

Görünür porozite verilerinde; maks:%0,22, min:%0,08, std.sap:%0,039, art.ort:%0,14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Verilerin dağılımının normal olduğu görülmektedir (Şekil 6). Boşluk oranı verilerinde maks:%3,09, min:%0,07, std.sap:%0,773, art. ort:%0,44 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Diğer taraftan, kayaçları boşluk oranı değerleri ile sınıflandırılmasına göre; deney örneklerinin boşluk oranı değerleri aritmetik ortalamasının % 1' den küçük olması nedeni ile çok kompakt kayaç sınıfında değerlendirilebilmektedir (20,23). Ayrıca, boşluk oranı aritmetik ortalamasının TS 1910 "Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar" standardında boşluk oranı olarak verilen % 2 değerinden küçük olduğu görülmektedir (18,21).

3.6. Schmidt Çekici Yüzey Sertliği

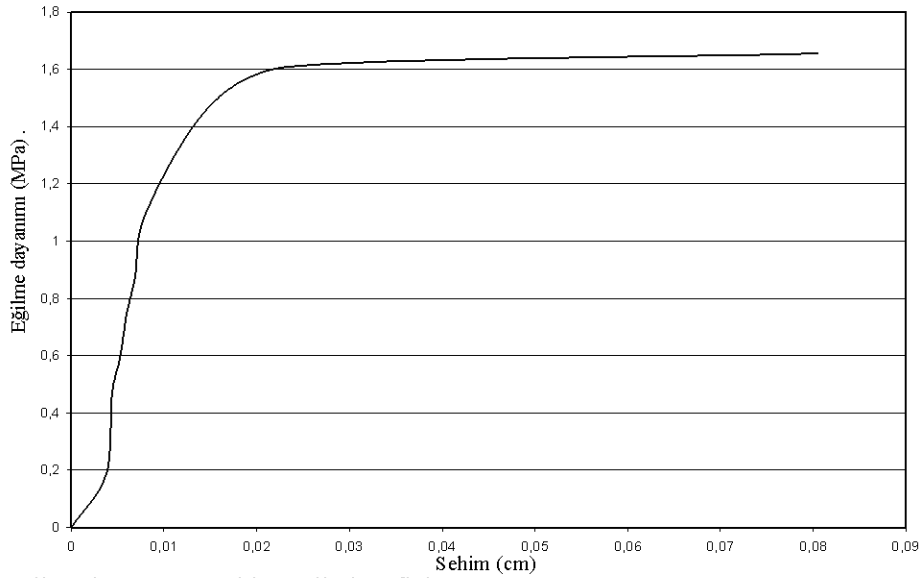
Schmidt çekici yüzey sertliği verilerinde; maks:41, min:33, std.sap:2,140, art.ort:38,76 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Verilerin dağılımının negatif yönde çarpık olduğu görülmektedir (Şekil 8). Brown (1981)' in kayaç sertliğinin Schmidt geri tepme sayısına dayalı sınıflandırılmasına göre, deney örnekleri az sert kayaçlar sınıfında yer almaktadır (21,24).

3.7. Basınç Dayanımı

Basınç dayanımı verilerinde; maks:90,33 MPa, min:30,91 MPa, std.sap:15,768, art.ort:60,35 MPa olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Verilerin dağılımının normal olduğu görülmektedir (Şekil 5). 60,35 MPa olarak belirlenen basınç dayanımı aritmetik ortalamasının, TS 10449 'Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Doğal Taşlar' standardına göre döşeme kaplaması, merdiven basamağı v.b yerlerde kullanılacak mermerlerde aranan basınç dayanımı değeri 50 MPa dan daha büyüktür (17,20). Diğer taraftan, Deer-Miller' in tek eksenli basınç dayanımı ile kayaçların sınıflandırılması sistemine göre deney örneklerinin orta dirençli kayaç sınıfına girmektedir (22,25). Ayrıca deney örneklerinin basınç dayanımının TS 2513 'Doğal Yapı Taşları' standardında yoğun kalker içerikli mermerler için belirtilen basınç dayanımı değerine uygun olduğu görülmektedir (19,22).

3.8. Eğilme Dayanımı

Eğilme dayanımı verilerinde; maks:7,14 MPa, min:1,67 MPa, std.sap:1,444, art.ort:4,47 MPa olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Verilerin dağılımının normal olduğu görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 10. Eğilme dayanımı ve sehimi verileri grafiği

Sünek olmayan malzemeler grubuna giren mermer örneklerin eğilme kuvveti sehim grafikleri başlangıçta bir doğru şeklinde devam etmektedir. Daha sonra küçük bir sünme bölgesinin ardından kopma meydana gelmektedir (Şekil 10) (19,22).

3.10. Ultrases Hızı

Ultrases hızı verilerinde; maks:4,69 km/s, min:3,89 km/s, std.sap.:0,208, art.ort:4,330 km/s olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Verilerinin dağılımının normal olmadığı, dağılımın pozitif yönde çarpık olduğu görülmektedir (Şekil 9). Diğer taraftan, Whitehurst'un verdiği ultrases geçiş hızı değerlerine göre örneklerin iyi kalite malzeme grubuna girmektedir (23,26).

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Kırşehir-Kaman-Demirli yöresi mermer örnekleri üzerinde gerçekleştirilen; hacim kütle, kapiler su emme, kütlece su emme, özgül kütle, görünen porozite, doluluk/boşluk oranı, Schmidt çekici ile yüzey sertliği, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ultrases hızı deneyleri verilerine göre;

- hacim kütle değeri 2,68 g/cm³
- kapilarite katsayısı 1x10⁻¹⁰cm²/s
- su emme (kütlece) değeri % 0,05,
- özgül kütle değeri 2,69 g/cm³,
- görünen porozite değeri %0,14,
- doluluk/boşluk oranı % 99,33/0,44,
- Schmidt yüzey setliği değeri 38,76,
- basınç dayanımı değeri 60,35 MPa
- eğilme dayanımı değeri 4,47 MPa
- ultrases geçiş hızı değeri 4,26 km/s

olarak belirlenmiştir.

Diğer taraftan, yöre mermerlerinin;

1. TS 10449, TS 1910, TS 2513 de öngörülen, hacim kütle değerleri, kütlece su emme miktarı, doluluk/boşluk oranı, basınç mukavemeti ve eğilme mukavemeti değerleri bakımından, kaplama olarak kullanım özelliklerini taşıdığı,
2. boşluk oranı değerlerine göre kompakt kayaç grubunda olabileceği,
3. Schmidt yüzey sertliği değerlerine göre az sert kayaç sınıfında olabileceği,
4. basınç dayanımı değerlerine göre orta dirençli kayaç sınıfına girebileceği,
5. ultrases geçiş hızı değerlerine göre iyi kalitede malzeme grubunda yer alabileceği görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Seçkinöz, N., Somer, S., Sancar, S., “Uzun vadeli büyük maden arama projesi programları”, *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Direktörlüğü*, Ankara, 89581 (1981).
2. Demirer, T., “Kozagaç köyü oruçoğlu mermer sahasının değerlendirilmesi”, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir (1991).
3. Kılıç, R., Koçbay, A., “Üst triyas-altjura Korkuteli(Antalya) kireç taşının mühendislik ve teknolojik özellikleri”, *T.C Selçuk Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu Bildirileri*, Konya, 321-328 (1997).
4. Gündüz, L., Şentürk, A., Tosun, Y. İ., “Asitlerin mermer karakteristiğine etkisi, Türkiye’de mermer yapı ve Dekorasyon”, İstanbul Mermerciler Demeği Yayını, İstanbul, 45:9-16 (1996)
5. Osmanlıoğlu, A.H., Ersoy, H.T., “Konya-Ladik mermerlerinin jeomekanik özellikleri ve kullanım olanaklarının belirlenmesi”, *Türkiye 13. Madencilik Kongresi*, 367-374 (1993).
6. Tolluoğlu, A., Ü., “Kırşehir metamorfitlelerinin (NW-Kırşehir) mezoskopik tektonik özellikleri”, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri ve Araştırma Merkezi Bülteni*, Ankara, 89-103 (1989).
7. Geven, A., “Cefalıkdağ granitoidinin petrografi ve jeokimyası (Orta Anadolu kristalen kütle batısı)”, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri ve Araştırma Merkezi Bülteni*, Ankara, 1-16 (1995).
8. Tonguç, E., “Mermer ocağı sahası ve civarı hidrojeolojisi etüt raporu”, *Meytaş Anonim Şirketi*, Kırşehir, 7(1991).
9. TS 699, “Tabii yapı taşları muayene ve deney metotları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 7 (1987).
10. Hall, C., “Water Movement in porous building materials-IV. The initials surface absorbitivity and the absorbitivity”, *Building and Environment*, 16(3):201-207 (1981).
11. Arslan, M., “The effects of permeable formworks with sucker liner on the physical properties of concrete surface”, *Construction and Building Materials*, 15(4): 149-156 (2001).
12. Kocataşkın, F., “Yapı malzemesi bilimi”, *Birsen Kitabevi*, İstanbul, 132 (1975).
13. BS 1881, “Recommendations for surface hardness testing by rebound hammer”, *British Standards Institution*, London, part 202:6 (1986).
14. BS 1881, “Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete”, *British Standards Institution*, London, 203:14 (1986).
15. Siyahi, B., “Ultrases geçiş süresi yönteminin betona uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, *T.C. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enst.*, Eskişehir, 14-25 (1986).
16. Ilıcan, S., “Ultrases ile betonun bazı fiziksel özelliklerinin tayini”, Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 45-55 (1994).
17. Sarıçam, S., 1998, “Ultrasonik yöntemle malzeme özelliklerinin tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 18-22 (1995).
18. Ergün, M., “Bilimsel araştırmalarda bilgisayarla istatistik uygulamaları(SPSS for Windows programı)”, *Ocak Yayınları*, Ankara (1995).
19. Norusis, M., J., “Spss for windows base system users guide release 6.0”, *Spss Inc.*, Chicago, 193 (1993).
20. TS 10449, “Mermer-kalsiyum karbonat esaslı-yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 7 (1992).

21. TS 1910, “Kaplama olarak kullanılan doğal taşlar”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 7 (1977).
22. TS 2513, “Doğal yapı taşları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 7 (1977).
23. Tarhan, F., “Mühendislik jeolojisi prensipleri”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi*, Trabzon, 145:384 (1996).
24. Brown, E., T., “Suggested methods of rock characterization testing and monitoring”, *International Society for Rock Mechanics*, Portugal, 128 (1981).
25. Deer, D., U., Miller, R., P., “Engineering classification and index properties for intact rock, air force weapon lab. technical report no. AFWL-TR-65-116”, *Kirkland Base*, New Mexico, 98 (1966).
26. Whitehurst, E., A., “Evaluation of concrete properties from sonic tests”, *American Concrete Institute and The Iowa State University Press*, Iowa, 91 (1962).

Geliş Tarihi:17.10.2002

Kabul Tarihi:05.06.2003