ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Baran ÇINAR

OSMANİYE ÇAĞŞAK AMANOS KIRMIZI MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OSMANİYE ÇAĞŞAK AMANOS KIRMIZI MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Baran ÇINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez .../.../2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ	Prof Dr. Aziz ERTUNÇ	Doç. Dr. Ergül YAŞAR
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OSMANİYE ÇAĞŞAK AMANOS KIRMIZI MERMERLERİNİN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Baran ÇINAR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ
Yıl : 2007, **Sayfa :** 57
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ
: Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
: Doç. Dr. Ergül YAŞAR

Dünya mermerciliğinde hem üretim hacmi, hem de çeşitlilik açısından ülkemiz önemli bir konumdadır. Gelişen mermercilik sanayisi ülke ekonomisine büyük bir katma değer ve istihdam olanağı yaratmaktadır. Çalışma konusu olan Amanos Kırmızı Mermeri bu açıdan Türkiye mermerciliğinde yerini almış durumdadır.

Amanos Kırmızı Mermeri uluslararası mermercilik literatürüne girmiş, önemli ihraç ürünlerimizden birini oluşturmaktadır. Bu çalışmada söz konusu mermerin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmış ve TSE'nin ilgili deney standartları çerçevesinde amaca uygun deneyler yapılarak malzeme incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Amanos Kırmızı Mermerinin yapı malzemesi kullanımı için uygun özellikler sunduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Mermer, Kaya, Mekanik, Amanos Kırmızı

ABSTRACT

MSC THESIS

THE RESEARCHES OF OSMANİYE ÇAĞŞAK VİLLAGE-AMANOS RED MARBLES PHYSİCO-MECHANİCALS CHARACTERİSTİCS

Baran ÇINAR

DEPARTMENT OF GEOLOGY ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Assist. Prof. Hakan GÜNEYLİ
Year : 2007, **Pages :** 57
Jury : Assist. Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ
: Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
: Assoc. Prof. Dr. Ergül YAŞAR

In the field of worldwide marble industry, our country is an important territory regarding variety and production volume. The improving marble industry has been contributed to the national economy and provided employment. Amanos Red Marble - the subject matter - has been started to be used in Turkish Marble Industry.

Amanos Red Marble is one of our important export productions which has been in International Marble Literature. In this research, identifying the physico-mechanical features of the subject kind of marble has been aimed and the subject material has been examined by carrying out some experiments which are suitable for the aims of the research in terms of experiment standards of TSE concerned.

As a result of the research, it has been found that Amanos Red Marble has appropriate qualities to be used as a construction material.

KeyWords : Marble, Rock, Mechanical, Amanos Red

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ danışmanlığında hazırlanmıştır.

Öncelikle, çalışmalarımda benden bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, beni sürekli yönlendiren ve her türlü kolaylığı sağlayan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ‘ ye teşekkürlerimi sunarım.

Teze başladığım günden beri tezimin her aşamasında benden her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Arş. Gör Mustafa FENER’ e ve Sayın Arş. Gör Osman GÜNAYDIN’ a ne kadar teşekkür etsem azdır.

Laboratuar çalışmalarım sırasında deney aleti sağlanmasında bana yardımcı olan Sayın Arş. Gör Ahmet TEĞMEN’ e ve Sayın Arş. Gör Mehmet TÜRKMENOĞLU’ na teşekkür ederim.

Laboratuar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Sayın Tahsin YAMİŞ ve Sayın Bülent DERİN’ e teşekkür ederim.

Bu çalışmam sırasında gerekli numunelerin sağlanmasında her türlü kolaylığı gösteren, benimle her türlü bilgi ve birikimini paylaşan, beni yönlendiren AYEM Maden Çevre Müh. San. ve Tic. Ltd. Şti. Müdürü Sayın Halil Altan AYDIN’ a ve iş arkadaşlarım Sayın Züleyha DAĞLI ve M. Kemal ARI ve Aykız AYDIN’ a teşekkür ederim.

Bu güne kadar bana hep iyi örnek olan, beni her yönden destekleyen anneme, babama ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunuyorum

İÇİNDEKİLER **Sayfa**

ÖZ..... I
ABSTRACT..... II
TEŞEKKÜR..... III
İÇİNDEKİLER..... IV
SİMGELER VE KISALTMALAR…..... VII
ÇİZELGELER DİZİNİ..... IX
ŞEKİLLER DİZİNİ..... X
1.GİRİŞ..... 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Mermer Hakkında Genel Bilgiler 3
2.2. Türkiye' de Mermer Rezervi 4
2.3. Üretim Yöntemleri ve Teknolojisi 4
2.3.1. Ocaklarda Üretim Yöntemi ve Teknolojisi..... 4
2.3.2. Fabrikalarda Üretim Yöntemi ve Teknolojisi..... 5
2.4. Mermer İşleme Makinaları 5
2.4.1. Köprü Kesme Makinası 5
2.4.2. Dikey ve Yatay Yarma Makinası..... 5
2.4.3. Pah Makinaları 7
2.4.4. Yan Kesme Makinaları 7
2.4.5. Baş Kesme Makinaları 7
2.4.6. Ebatlama Makinaları 7
2.4.7. Cila Makinaları 7
2.4.7.1. Köprü Hat Cila 8
2.4.7.2. Geniş Hat Cila 8
2.4.7.3. Hat Cila 8
2.4.7.4. El Perdahı – Laplap 8
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... 9
3.1. Genel Jeoloji 10
3.1.1. Otokton Birimler..... 10

3.1.2. Allokton Birimler 11
3.1.3. Spilitik Bazaltlar 11
3.1.4. Cona Formasyonu 12
3.1.5. Kalecik Formasyonu 12
3.1.6 Kızıldere Formasyonu 13
3.1.7. Aktepe Formasyonu 13
3.1.8. Erzin Formasyonu 13
3.2. Çalışma Alanı Jeolojisi..... 14
4. MATERYAL VE METOD..... 17
4.1. Materyal..... 17
4.2. Metod..... 20
4.2.1. Arazi Çalışmaları 20
4.2.2. Laboratuar Çalışmaları 20
4.2.2.1. Kayadan Karot Alama 20
4.2.2.2. Birim Hacim Ağırlık Belirleme 23
4.2.2.3. Özgül Ağırlık Belirleme 24
4.2.2.4. Görünen Porozite Ve Normal Porozite Belirleme 24
4.2.2.5. Su Emme Oranı Belirleme 25
4.2.2.6. Sodyum Sülfat (Na_2SO_4) Çözeltisinde Don Kaybının Belirlenmesi 26
4.2.2.7. Schmidt Çekici İle Sertlik Belirleme..... 29
4.2.2.8. Tek Eksenli Basınç Dayanımının Belirlenmesi 31
4.2.2.9. Nokta Yük Dayanım İndeksini Belirleme 32
4.2.2.10. Üç Eksenli Basınç Dayanımının Belirlenmesi 35
4.2.2.11. Los Angeles Aşınma Dayanımının Belirlenmesi 37
4.2.2.12. Darbe Dayanım Katsayısının Belirlemesi 38
4.2.2.13. Ultrasonik Hız Deneyi İle Dinamik Elastisite Modülünün Belirlenmesi 39
4.2.3. Büro Çalışmaları 41

5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....
5.1. Mermer Örneklerinin Fiziksel Özellikleri 42
5.1.1. Mermer Örneklerinin İndeks Özellikleri..... 42
5.1.2. Kaya Birimlerinin Sodyum Sülfat Çözeltisinde Don Kaybı..... 44
5.2. Mermer Örneklerinin Mekanik Özellikleri..... 45
5.2.1. Mermer Örneklerinin Nokta Yük Dayanımları..... 45
5.2.2. Mermer Örneklerinin Tek Eksenli Basınç Dayanımları..... 46
5.2.3. Mermer Örneklerinin Üç Eksenli Basınç Dayanımları..... 48
5.2.4. Mermer Örneklerinin Schmidt Çekici Sertlik Değerleri..... 50
5.2.5. Mermer Örneklerinin Los Angeles Aşınma Dayanımları..... 51
5.2.6. Mermer Örneklerinin Darbe Dayanım Katsayıları..... 52
5.2.7. Ultrasonik Hız Deneyi İle Dinamik Elastisite Modülü..... 52
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... 53
KAYNAKLAR..... 54
ÖZGEÇMİŞ..... 58
EKLER
1- Jeolojik Harita
2 - Karotların Numaraları, Çapları, Boyları ve Çap ve Boyların Ortalaması
3 - % Su Ağırlığı, Kuru Birim Hacim Ağırlığı, Doğal Birim Hacim Ağırlığı
4 – Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Deneyi Verileri
5 – Boşlukların Hacmi, (%) Gözeneklilik, Boşluk Oranı
6 – Sodyum Sülfat Don Kaybı Deney Sonuçları
7 – Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyi Verileri
8 – Üç Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi Verileri
9 – Nokta Yükü Dayanım Deneyi Verileri

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Mermerin ocaktan çıkartıldıktan sonra satışa kadar geçirdiği aşamalar..... 6
Şekil 4.1. Yer Bulduru Haritası..... 17
Şekil 4.2. Kayaç numunelerinden BX çapında karotun alınışı..... 21
Şekil 4.3. Amanos Kırmızı Mermer Ocağından alınarak deneye hazır hale getirilen; NX Çap 2NX Boy, BX Çap 2BX Boy ve Uzunluk/Çap oranı L/D = 1.2 olan karotların görüntüsü..... 22
Şekil 4.4. Amanos Kırmızı Mermer Ocağından alınarak deneye hazır hale getirilen; NX Çap 2NX Boy, BX Çap 2BX Boy ve Uzunluk/Çap oranı L/D = 1.2 olan karotların görüntüsü..... 23
Şekil 4.5. Amanos Kırmızı Mermer Ocağından alınarak deneye hazır hale getirilen; Boy/Çap oranı L/D=1.2 olan karotların görüntüsü..... 23
Şekil 4.6. Farklı elek aralıklarında hazırlanan numuneler..... 28
Şekil 4.7. Numunelerin çözelti içerisinde bekletilmesi..... 29
Şekil 4.8. Numunelerin hava dolaşımlı etüvde kurutuluşu..... 29
Şekil 4.9. Laboratuarda Schmidt Çekici ile sertlik belirlenmesi..... 31
Şekil 4.10. Schmidt sertliği-tek eksenli basınç dayanımı ilişkisi..... 31
Şekil 4.11. Tek eksenli basınç deneyinin yapılışı..... 32
Şekil 4.12. Tek eksenli basınç dayanım deneyiyle ilgili açıklayıcı bilgiler..... 33
Şekil 4.13. Nokta yük dayanımı deney aleti..... 34
Şekil 4.14. Geçerli ve geçersiz deney sonuçları için tipik kırılma şekilleri..... 35
Şekil 4.15. Üç eksenli basınç deney düzeneği..... 36
Şekil 4.16. Üç eksenli basınç hücresinin şematik gösterimi (a), Mohr kırılma zarfı (b)..... 37
Şekil 4.17. Los Angeles aşınma kaybı deney aleti..... 39

Şekil 4.18. Darbe dayanım cihazı ve deneyde kullanılan aparatlar..... 40
Şekil 4.19. Ultrasonik hız deneyinin yapılışı..... 42
Şekil.5.1. Amanos Kırmızı Mermerleri Üzerinde Yapılan Nokta Yük Dayanım Deneyi Sonucu Numunelerin Kırılış Biçimleri..... 45
Şekil 5.2. Tek Eksenli Basınç Deneyi Sonucu Kırılan Numunelerin görüntüsü..... 47
Şekil 5.3. Üç eksenli basınç deneyi sonucu kırılan numunelerin görüntüsü..... 49
Şekil 5.4 Mohr Daireleri ile C (Kohezyon) ve ϕ (Sürtünme Açısı)' nin bulunuşu..... 49

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Akdeniz Bölgesindeki Önemli Bloktaş Alanları 15
Çizelge 4.1. Amanos Kırmızı Mermer Ocağı Kuruluş Yeri İle İlgili Bilgiler 18
Çizelge 4.2. Mermer Ocağı ve Ruhsatı İle İlgili Bilgiler 19
Çizelge 4.3. Na_2SO_4 çözeltisi don deneyi için istenen elek aralıklarındaki numune miktarları 27
Çizelge 5.1. Mermer Örneklerinin İndeks Özellikleri 43
Çizelge 5.2. Kayaların Poroziteye Göre Sınıflandırılması..... 43
Çizelge 5.3. Na_2SO_4 çözeltisinde dona dayanıklılık deneyi sınır değerleri ... 44
Çizelge 5.4. Mermer örneklerinin sodyum sülfat çözeltisi içerisindeki don kayıpları 44
Çizelge 5.5. Nokta yük dayanım deney sonucu..... 45
Çizelge 5.6. Kayaçların nokta yük dayanım direncine göre sınıflandırılması 46
Çizelge 5.7. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deney Sonucu..... 47
Çizelge 5.8. Tek Eksenli Basınç Direncine Göre Kayaların Sınıflandırılması..... 48
Çizelge 5.9. Üç Eksenli Basınç Dayanımı Deney Sonucu..... 48
Çizelge 5.10. Mermer örneklerinin Schmidt çekiçi deneyi sonucu tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı..... 51
Çizelge 5.11. Los Angeles aşınma dayanımı deney sonuçları..... 51
Çizelge 5.12. Darbe dayanım deneyi sonucu..... 52

SİMGELER VE KISALTMALAR

cm	**:**	Santimetre
M	**:**	Metre
km	**:**	Kilometre
MTA	**:**	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
TSE	**:**	Türk Standartları Enstitüsü
ISRM	**:**	Uluslararası Kaya Mekaniği Standartları
MPa	**:**	Megapaskal
R	**:**	Çap
r	**:**	Yarıçap
L	**:**	Boy
V	**:**	Hacim
Gd	**:**	Ağırlık
dh	**:**	Doğal Birim Hacim Ağırlığı
Gk	**:**	Kuru Ağırlığı
dhk	**:**	Kuru Birim Hacim Ağırlığı
γ_o	**:**	Özgül Ağırlık
do	**:**	Tane Birim Hacim Ağırlığı
Gds	**:**	Numunenin Su İçindeki Kütlesi
Pg	**:**	Görünür Porozite
Sk	**:**	Kütlece Su Emme Oranı
Sh	**:**	Hacimce Su Emme Oranı
k	**:**	Doluluk Oranı
Go	**:**	Başlangıçtaki Numune Ağırlığı
$\mathbf{G_1}$	**:**	Deney sonrası Numune Ağırlığı
Kdt	**:**	Ortalama Na_2SO_4 Don Kaybı
P	**:**	Maksimum Yenilme Yükü
$\sigma_ç$	**:**	Çekme Dayanımı

De	**:**	Düzeltilmiş Karot Çapı
Is	**:**	Nokta Yük Dayanımı
σ_c	**:**	Tek Eksenli Basınç Dayanımı
A	**:**	En Kesit Alanı
S	**:**	Standart Sapma
$\sigma_{2,3}$	**:**	Hücre Basıncı
ϕ	**:**	İçsel Sürtünme Açısı
C	**:**	Maksimum Makaslama Gerilmesi
N	**:**	Schmidt Sertliği
N_{ort}	**:**	Ortalama Schmidt Sertliği
G_{500}	**:**	500 Devir Sonrası Elek Üzerinde Kalan Numune Ağırlığı
K_{500}	**:**	500 Devir Sonrası Aşınma Kaybı
Dk	**:**	Darbe Dayanım Katsayısı

1.GİRİŞ

Bilimsel anlamda mermer; kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının sıcaklık ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak yeniden kristalleşmesi ile oluşan bir metamorfik kayaçtır. Kimyasal bileşiminde büyük oranda kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) magnezyum karbonatın ($MgCO_3$) yanı sıra ve silisyum dioksit (SiO_2) ile değişik metal oksitleri, silikat mineralleri bulunur. Mermer saf kalsiyum karbonat bileşiminde olduğu zaman beyaz ve yarı saydamdır. Genellikle Mohs sertlik cetveline göre sertliği 3 ve yoğunluğu 2.5 ile 3.5 gr/cm^3 arasında değişir (http://www.travertenmermer.com/mermerbilgi.htm, 2003).

Ticari anlamda mermer; blok verebilen, kesilip cilalandığında parlayabilen, dayanıklı ve güzel görünümlü her türden taşların (magmatik, sedimanter, metamorfik) bütünü için kullanılan bir terimdir.

T.C. Maden kanununda mermer; kesilip parlatılarak kullanılacak mermer, oniks mermeri ve diğer taşlar olarak tanımlanmıştır. Yani taşın cinsi ne olursa olsun, kesilip parlatılabiliyorsa mermer olarak tarif edilmektedir (Topaloğlu, 2003).

Ülkemizde, blok verebilen, kesilip-parlatılabilen beş farklı özellikte taş oluşumunun varlığı bilinmektedir. Bunlar mermerler, renkli kireçtaşları, çeşitli türdeki magmatik ve volkanik taşlar, travertenler ile karbonat albatrlarından (oniks) oluşmaktadır. Sözü edilen bu türler ülkemizin jeolojik özelliklerinin sonucu geniş bir alanda yayılım göstermektedir (Natural Stone Dergisi, 2004).

Karbonat bileşimli, başkalaşım (metamorfizma) aşaması geçirmiş, kristalen dokulu, bilimsel anlamda mermer özelliği taşıyan yataklar “masif” ya da “metamorfik zon” niteliği gösteren kuşaklarda kümelenmişlerdir. Istranca Masifi, Armutlu Masifi, Kazdağ Masifi, Menderes Masifi, Devrekani Masifi, Pulur Masifi, Engizek-Pötürge-Bitlis Masifleri’nin metamorfik düzeyleri mercek şeklinde mermer rezervleri içermektedir. Bu metamorfik temelin kırık hatlarına yakın kesimde aşırı parçalanma nedeniyle mermerlerin blok verimlilikleri düşüktür. Kırık zonların dışında kalan rezervlerin ise, mermer merceklerinin şistlerle (daha çok killi şistler) çevrelenmiş olması, jeolojik evrim boyunca oluşan tektonik deformasyonların olumsuz etkisini azaltmaktadır.

Türkiye dünyanın en fazla mermer rezervine sahip ülkesi konumundadır. Buna rağmen bu güne kadar hak ettiği değeri bulamayan mermer sektörü, geleceğin lokomotifi olmaya aday durumdadır. 5 milyar metreküp bilinen mermer rezervi ile dünyadaki mermer rezervlerinin yaklaşık %40'ına sahip olan Türkiye, çeşitlilik bakımından da bilinen 650 çeşitle yine dünyada ilk sırada yer almaktadır. Bu rezervin büyük bir bölümü Afyon, Balıkesir, Muğla, Eskişehir, Denizli, Tokat, Çanakkale, Konya, Bilecik, Kırşehir ve Elazığ illerinde bulunmaktadır.

Ancak böylesine zengin bir kaynağın yeterince değerlendirildiğini söylemek mümkün değildir. Son 10 yılda, ihracat hacmi 30 milyon ABD dolarından 450 milyon ABD dolarına dayansa da mevcut potansiyele göre yetersiz görülmektedir.

1980'li yılların basında 4 milyon dolar civarında olan mermer ihracatımız 1985 yılı sonrası önemli oranlarda artış göstermiştir. Bu artışın sebebi mermerin, 3213 Sayılı Maden Yasası ile maden kanunu kapsamına alınması ile yatırımcıya sektörde yatırım güvencesi için gerekli ortamın sağlanmış olması ve bunun sonucu olarak sektördeki üretim tekniklerinin gelişmesidir Türkiye mermer ihracatı bakımından ise şu anda dünya sıralamasında 7. sırada bulunmaktadır. Türkiye'yi ilk sıralara yükseltmek için bu sektörde gerekli altyapı ve teknolojik yapı eksikliği büyük ölçüde giderilmeye çalışılmakta ve bu yönde oldukça önemli sayılabilecek boyutlarda ilerleme ve teknolojik gelişmeler kaydedilmektedir.

Mermer ihracatı yaptığımız ülkeler içinde ABD, Hollanda, İsrail, Almanya, Libya ve Suudi Arabistan ilk sıraları almaktadır (www.maden.org.tr/e-bulten).

Dünyadaki mermer rezervlerinin yaklaşık %40' ına sahip olan Türkiye değişik özellik ve renkte mermer rezervlerine sahiptir. Bunlardan biri de Osmaniye ilinde bulunan Amanos Kırmızı mermerleridir. Çalışma konusu mermerler gerek jeolojik, gerekse ekonomik olarak önemli bir yere sahiptir. Amanos Kırmızı mermerleri ilk olarak Ulu Önder Atatürk' ün Anıtkabirdeki mozolesinde kullanılmıştır.

Bu çalışmada Amanos Kırmızı mermerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini ortaya koymak amacıyla, mermer ocağından sağlanan çeşitli büyüklüklerde mermer blok ve moloz numuneleri üzerinde fizikomekanik deneyler yapılmış ve Amanos Kırmızı mermerlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri saptanarak yorumlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Mermer Hakkında Genel Bilgiler

Mermer günümüzde iç ve dış dekorasyon kaldırım taşı, dış cephe kaplamacılığı vs. inşaat sektörünün birçok alanında kullanılmaktadır. Mermer madenciliği ülkemizde seksenli yıllardan sonra hızlı bir gelişme sürecine girmiştir. Bu dönemde, ocak yatırımları önemli ölçüde artmış ve işletmecilikte büyük boyutlu üretime olanak sağlayan donanımların kullanımına geçilmiştir. Sektördeki bu dinamizm, mermer dışsatımına da yansımış ve ihracattan sağlanan gelirlerin toplamı ülke madencilik gelirleri arasında üçüncü sıraya yükselmiştir (www.maden.org.tr/e-bulten).

Mermer bloklarından üretilen plakalar ve diğer boyutlu ürünler, inşaatlarda dış-iç cephe kaplamasında, taban döşemesinde, merdiven basamağında, denizlikte, taşıyıcı sütün yapımında, mutfak tezgahında, mezar düzenlemesinde; plastik güzel sanat malzemesi olarak heykelcilikte ve süslemede, hediyelik eşya yapımında, masa, sehpa, mutfak tezgahı, lavabo üretiminde ve mobilya sektöründe kullanılmaktadır.

Kaplama ve döşeme amaçlı mermer üretimlerinde, blokların;

• Sağlam, olabildiğince çatlaksız, taşı oluşturan minerallerin ayrışmaya, oksidasyona ve güneş ışığında renk değiştirmeye karşı dayanıklı,

• Yapı, doku, renk ve desen dağılımı yönünden homojen,

• Fiziksel ve mekanik özelliklerinin yapı ve kaplama taşı standartlarında öngörülen kullanılabilirlik sınır değerlerinin üzerinde,

• Kesilebilir, şekillendirilebilir, parlatılabilir veya yüzeyi işlenebilir olması istenmektedir.

Türkiye'de son yıllarda uygulanan modern ocak üretim yöntemleri ve işleme tesislerinde uygulanan teknikler sayesinde dünya mermer üretiminde %4 dolaylarında olan ülkemizin payı son beş yıl içinde büyük bir artış göstermiş olup bu pay bu gün için %6' ya ulaşmıştır. Ülkemiz dünya doğal taş üretimde etkili bir konuma sahip olmaya başlamıştır (www.maden.org.tr/e-bulten sayı:51).

2.2. Türkiye' de Mermer Rezervi

MTA Raporlarına göre Türkiye 5 milyar m^3 mermer rezervi (Görünür+Muhtemel+Mümkün) ile dünya mermer potansiyelinin % 40'ına sahiptir. Toplam rezervi 13.9 milyar ton (yaklaşık 5,1 milyar m^3) olan Türkiye'nin, 1,6 milyar ton civarındaki görünür rezervi, bugünkü temposuyla, dünya tüketimini 80 yıl karşılayabilecek düzeydedir. Uluslararası piyasalarda en tanınmış mermer çeşitleri, Elazığ Vişne, Akşehir Siyah, Manyas Beyaz, Bilecik Bej, Kaplan Postu, Denizli Traverten, Ege Bordo, Milas Leylak, Gemlik Diyabaz ve Afyon Şeker'dir. Dünya mermer rezervi bakımından önemli bir yeri olan Türkiye, 650' ye varan renk ve doku kalitesine sahip mermer çeşitleri ile pazar şansı çok yüksek bir ülkedir.

Sektörde yaklaşık 800 ocak, 1500 fabrika ve 7000 civarında atölye faaliyet göstermektedir. Ocakların % 90'ı Ege ve Marmara Bölgesinde yoğunlaşmıştır. Mevcut ocakların % 27'si Balıkesir, % 24'ü Afyonkarahisar, % 12'si Bilecik, % 8'i Denizli, % 6'sı Muğla ve % 4'ü de Eskişehir İllerinde yer almaktadır. Bu bölgelerdeki üretim tüm üretimin % 65'ini oluşturmaktadır(http://tr.wikipedia.org/wiki).

2.3. Üretim Yöntemleri ve Teknolojisi

Mermer, ocakta üretildikten sonra fabrikalarda da gerekli işlemlerden geçer ve satışa hazır hale getirilir.

2.3.1. Ocaklarda Üretim Yöntemi ve Teknolojisi

Son yıllarda mermer ocak işletmelerinde modern makinalı üretim yapan işletmelerin sayıları artmakta ve yeni yatırımlar yapılmaya çalışılmaktadır. Mermer ocakçılığında dinamit, kompresör vb. gibi ilkel yöntemlerle mermer çıkarma sırasında mermerlerin çok büyük bir kısmının parçalanarak kullanılmaz hale gelmesi nedeni ile artık mermer ocaklarında genellikle kamalama ve tel kesme yöntemi kullanılmaktadır.

Mermer, ocaklarda fabrikalardaki mermer kesme makinalarının büyüklüklerine bağlı olarak üretilir. Genellikle 1.5 x 1.5 x 2 metre (4.5 m^3) boyutunda üretilen mermer blokları fabrikalarda plaka veya karo gibi değişik şekillerde kullanılmaya hazır hale getirilmektedir.

2.3.2.Fabrikalarda Üretim Yöntemi Ve Teknolojisi

Mermer ocaklarında üretilen blok mermerler mermer kesme fabrikalarda ST veya Katrak makinalarında kesilir. ST adı verilen mermer kesme makinalarında plaka mermer üretimi, Katrak adı verilen mermer kesme makinalarında ise levha mermer üretimi yapılır. ST ve Katraktan çıkan plaka ve levha mermerler amacına uygun mermer işleme makinalarında işlenir ve satışa hazır hale getirilir. Mermerin ocaktan çıkartıldıktan sonra satışa kadar geçirdiği aşamalar Şekil 2.1' de verilmiştir.

2.4. Mermer İşleme Makinaları

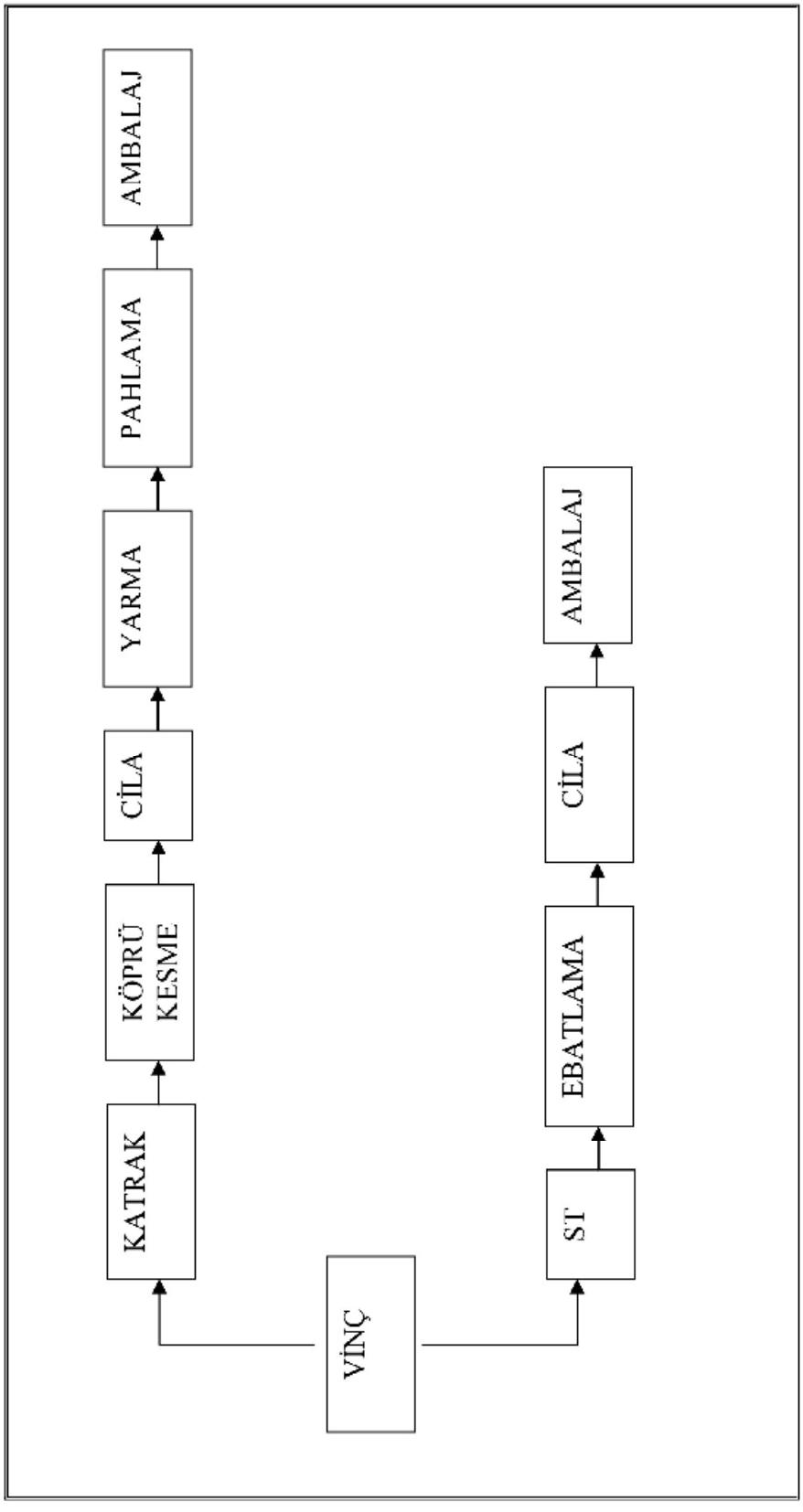
Mermer satışa sunulmadan önce fabrikalardaki işleme makinaları ile işlenir.

2.4.1. Köprü Kesme Makinası

Köprü kesme, katraktan çıkan plakaların kenarlarının kesiminde ve istenilen ölçülere getirilmesinde kullanılır. Birbirine paralel ve yaklaşık 180 cm. yüksekliğinde duvarlarda raylar üzerinde köprü hareket etmektedir.

2.4.2. Dikey ve Yatay Yarma Makinası

Dikey yarma makinaları, plaka kesiminde kullanılan makinalar ve kalın kesim plakalarını ortadan bölmekte kullanılan tip makinalar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Plaka kesiminde kullanılan dikey yarma makinaları; küçük işletmelerde plakaların kesiminde kullanılırlar. ST lerden farkı, yatay testerelerin olmayışıdır. Bu yüzden kesilen blokların eni, testerenin yarıçapından küçük



Şekil 2.1 Mermerin Ocaktan Çıkartıldıktan Sonra Satışa Kadar Geçirdiği Aşamalar

2.4.3. Pah Makinaları

Pah makinaları kesilmiş, ebatlanmış, cilalanmış fayans mermerin dört veya istenildiği taktirde iki tarafına pah kırar. Altına yapıştırma kanalı açar, kurutulur ve siler. Bu işlem bir hat boyunca devam eder.

2.4.4. Yan Kesme Makinaları

Yan kesme makinaları bantlı veya arabalı olabilmekte olup bantlı tipleri, seri üretimde hatalı, kırık veya diğer mermer kısımlarının taranmasında kullanılır. Bunlarda testere sabittir. Mermerin kesilecek eninin ayarlanması için bant üzerinde bulunan araba hareket ettirilir. Araba hareketi otomatik olup kesme hızı ayarlanabilir.

2.4.5. Baş Kesme Makinaları

ST den çıkan plakaların başlarının kesilmesinde kullanılırlar. 40 ile 75 cm enlerine kadar kesim yapabilirler. Mermerlerin standart boyutlarda kesimini gerçekleştirirler.

2.4.6. Ebatlama Makinaları

Bu makinalar baş kesme makinaları ile yapı olarak aynıdır. Aradaki fark, bu makinaların testerelerinin çok olması ve aralarının ayarlanabilir olmasıdır. Testere sayısı 2,3,5 ve 7 olabilmektedir. Bu makinalar plakaların seri olarak ebatlanmasında kullanılır.

2.4.7. Cila Makinaları

Cila makinaları mermer fayansların, plakaların, levhaların cilalanmasında kullanılırlar. Kullanım alanlarına göre farklı yapıdadırlar.

2.4.7.1. Köprü Hat Cila

Bu makinalar, katraktan çıkan enli plakaların cilalanmasında kullanılırlar. Abrasiv (aşındırıcı) kafaları bant ilerleme yönüne dik, gel-git hareket yaparak plakaların yüzeylerini tararlar. Genelde 5 ve 7 kafalıdırlar. Bunlarda elmas soketli tarama kullanılmaz.

2.4.7.2. Geniş Hat Cila

Genel olarak 70 cm. ye kadar silim yapan makinalardır. 1 ile 3 tarama ve 5 ile 11 abrasiv kafası mevcut olan makinalardır. Elmaslı tarama ile plakalar arası kalınlık farkı giderilir. Abrasiv serisi kalından inceye doğru yüzey temizliğini sağlar. Son bir veya iki kafada cila yapılır.

2.4.7.3. Hat Cila

Hat cilalar 45 cm. ye kadar silim yapabilmektedir. Genellikle mermer fayans üretiminde kullanılırlar. Çalışma prensibi geniş hat cila ile aynıdır.

2.4.7.4. El Perdahı-Laplap

Bunlar atölye tipi işletmelerde elle kullanılan makinalardır. Makinanın altında bir platform vardır. Parçalar bunun üzerine konarak abrasiv kafası üzerinde gezdirilir. Bunlarla katrak plakalarını da cilalamak mümkündür.

Söz konusu mermerler, Osmaniye ili, merkez ilçesine bağlı Çağşak köyü sınırları içerisinde yer almaktadır (EK.1).

Bu çalışma arazi çalışması, laboratuar çalışması ve büro çalışması şeklinde yürütülmüştür. Amanos Kırmızı Mermerlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini saptamak amacıyla fizikomekanik deneyler yapılmıştır. Deneyler TSE-2028, TSE-2029, TSE-3526, TSE-3529, TSE-3624, TSE-3694, TSE-3655, TSE-8614, TSE-

8615, TSE-13581, TSE-706 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda Amanos Kırmızı Mermerinin fiziksel ve mekanik özellikleri saptanarak yorumlanmıştır.

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

3.1. Genel Jeoloji

Çalışma konusu mermerler Osmaniye iline bağlı Çağşak köyü, Raziyeler mevkiinde yer almaktadır. Çalışma konusu mermerlerin bulunduğu bölgede mermerleşmeler üzerine ilk çalışmalar Dean tarafından yapılmış olup, daha önceki çalışmalarda (Dubertret,1953 ; Borchert, 1958; Dean ve Krummenacher, 1962; Ketin, 1966; Oğuz, 1972; Aslaner, 1973; İçin, 1975; yalçın, 1980 ; Tinkler, Wagner , Delaloye, Selçuk,1980; ve Ercan , 1981 ; Anıl, 1994) bu bölgenin jeolojik, petrografik ve maden yatakları ile ilgili tüm özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Proje alanı ve civarında Mesozoik ve Senozoik yaşlı kayaçlar yüzeylenmektedir. Mermerleşmede önemli rol oynayan Kızıldağ ofiyolitinin yerleşme yaşı Kampaniyen – Maestrihtiyen olup Cudi grubu (Jura) üzerine bindirme ile oturmuştur. Genç otokton birimler ise ofiyolitler üzerine transgresif olarak Pliyosen' de çökelmişlerdir.

3.1.1. Otokton Birimler

Ofiyolitik birlik tektonik olarak Tuna (1974) tarafından Cudi grubu olarak adlandırılan kireçtaşları üzerine bindirmiştir. Bu kayaçlar bir çok araştırıcı tarafından Arap platformuna ait çökeller olarak adlandırılmış olan bu karbonatlar mavi, gri, gözenekli, erime boşluklu, sert ve çoğu kez köşeli bir yapı sunan bu kayaçlar genellikle KD – GB gidişli mostralar vermektedir.

Cudi grubu kireçtaşları yer yer pembe renkli, kireçtaşı arakatkılı, kalın, orta, ve ince katmanlar halinde mostrada izlenmektedir. Bu kayaçlar içinde seyrek de olsa dolomitik yüzeyler görülmektedir. Bu kayaçların diğer bir özelliği de H_2S kokulu oluşudur. Bazı yerlerde koyu renkli bitümlü seviyeler görülmektedir.

3.1.2. Allokton Birimler

Çalışma konusu mermerlerin bulunduğu alanın büyük bir kısmı ofiyolitlerce kaplıdır. Cudi grubu kireçtaşları ile tektonik (bindirme) dokanaklı olan bu kayaçlar aşırı derecede serpantinleşme göstermektedirler. Bindirme hattı boyunca yoğun olarak ezilmeler meydana gelmiş olup, bu ezilmeler ofiyolit birimlerin renk, doku ve yapılarında büyük ölçüde değişimlere neden olmuştur. Bu çalışmada konu edilen mermerler Jura yaşlı Cudi grubu kireçtaşları ile ofiyolit serinin bindirme hattı içinde oluşmuştur. Breşik içyapı sunan söz konusu mermerlerde ofiyolitik seriden kaynaklanan yeşil renk hakim olmakla beraber, bir yandan da beyaz renkli kalsit ve demiroksit sebebi ile koyu kahverengi bir renk görülmektedir.

Çalışma konusu mermerlerin bulunduğu alan Osmaniye ili kuzeyinden başlayarak Bahçe ve Islahiye' ye kadar uzanan bölge içinde kaldığından, Kızıldağ ofiyolitinin en fazla serpantinleşmiş bölümünde yer almaktadır. Özellikle bindirme hattı boyunca ana kayaç durumundaki harzburjitin % 80 oranında serpantin grubu mineraline dönüştüğü görülmektedir

Bölgede yüzeyleyen ofiyolitler içinde gabrolar oldukçe seyrektir. Ancak mermerleşme alanını dışında kalan bir çok yerde gabrolar yer almaktadır. Bu kayaçlar tektonik kayaçlara göre daha az deformasyon geçirdiklerinden daha iri kalmışlardır.

3.1.3. Spilitik Bazaltlar

Spilitik bazaltlar, mermer sahasında bordo ve gri renktedirler. Çoğu kalsit kristalleriyle dolmuş düzensiz gaz boşlukları, bu kayaçlar içinde oldukça yaygın bir şekilde gözlenmektedir. Bazaltlarda görülen sağlam duruşluluk bu kayaçlarda görülmemektedir (Tuna, 1974).

3.1.4. Cona Formasyonu

Birim tabanda çakıltaşı ile başlayıp pembemsi – kırmızımsı renkli kalın katmanlı tümü ile ofiyolitlerden türeme, maksimum 15 cm. boya erişen köşeli taneli ve kötü boylanmalıdır. Bunun için ayrışmış yüzeyi kahverengimsi, sarımsı, yeşil, ofiyolit çört vb.den türeme bileşenli çakıltaşı ve çakıllı kumtaşı gelmektedir. Daha sonra ayrışmış yüzeyi gri, taze kırık yüzeyi koyu gri renkli, ince kumtaşı ve miltaşı seviyesi gelmektedir. Birim yukarıya doğru karbonat oranının artması ile killi kireçtaşı ve kireçtaşına geçmektedir. Birimin daha üst seviyesini ise kaba kıymıksı kırıklı, belirgin katmansız killi kireçtaşı gelmektedir. Birim Kızıldağ ofiyolitik istifi üzerine gelmektedir. Cona formasyonu üzerine ise uyumsuz olarak Kalecik formasyonu ile yer yer Erzin formasyonu gelmektedir.

3.1.5. Kalecik Formasyonu

Kalecik formasyonu, Miyosen istifinin tabanında kırmızı renkli karasal çakıltaşı özelliğinde olup, Schmit (1961) tarafından birime “Kalecik formasyonu“ adı verilmiştir. Formasyonu oluşturan çakıllar ofiyolitik grubu kayalar, Mesozoik ve Paleojen yaşlı kireçtaşı, Paleozoik yaşlı kuvars arenit ve kumtaşı gibi temel birimlere ait kaya türlerinden derlenmiştir. Bunlar iyi yuvarlaklaşmış, genelde dağılgan olup, yer yer demirli ve karbonat ile gevşek tutturulmuştur.

İskenderun havzasının kuzey bölgesinde Miyosen istifi alttan itibaren karasal çakıltaşları ile başlamakta (özellikle Osmaniye - Bahçe – Haruniye dolayları) ve kalınlığı 2000-5000 m arasında değişen ve kalın katmanlı çakıltaşı – kumtaşı, tavana doğru resifal kireçtaşlarına geçmektedir. Merceksel çamurtaşı – kumtaşı içeren kırmızı renkli Kalecik formasyonuna ait çakıltaşları arasında yer yer gölsel kireçtaşı seviyeleri bulunmaktadır. Karasal çakıltaşları ardalanmalıdır. Yaş bulgusu olmayan Kalecik formasyonunun çökelim yaşı Langiyen olarak yorumlanmıştır (Kozlu, 1997).

3.1.6. Kızıldere Formasyonu

Formasyonun adı Osmaniye – Bahçe yolu üzerinde bulunan Kızıldere köyünden alınmıştır. Formasyonun genel kaya türü, gri renkli, orta-kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl seviyelerinin ardalanmasından oluşmaktadır. Birim özellikle Yumurtalık – Osmaniye – Bahçe – Haruniye bölgesinde kömürleşmiş bitki kırıntıları içermektedir. Bu istif, tavana doğru Messiniyen evaporitli çökellerine dereceli geçiş göstermektedir.

3.1.7. Aktepe Formasyonu

Arsuz güneyinde Aktepe' den alınarak Kozlu (1982) tarafından isimlendirilen birim, bölgede Messiniyen' de deniz çekilmesine bağlı olarak transgresif olarak gelen denizin ilk çökelidir.

Birim Miyosen' in devamı şeklinde olup, tip yerinde; başlangıçta kumtaşı–marn-bantlı miltaşı ardalanımı, sonra kiltaşı-miltaşı arakatkılı ince kumtaşlarının egemen olduğu kalın bir seviye ve kireçli kumtaşı bantlı şeyllerden sonra marn bantlı karbonat çimentolu kumtaşları ile sona ermektedir. Birim Alt Pliosen yaşında olup formasyonun tavanı aşınmalı olduğu için yöreye göre değişik kalınlık göstermektedir. Formasyon yörede yaygın olan genç bazaltlarla ve Erzin formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Kozlu, 1982).

3.1.8. Erzin Formasyonu

Birim, genellikle gevşek yapılı kalın katmanlı, iri çakıltaşları ile temsil edilmektedir. İsmini aldığı Erzin civarında ise karbonat çimento ile tutturulmuş iri çakıltaşları olarak izlenmektedir. Tabanı kendisinden önceki tüm birimler üzerine uyumsuz gelmektedir. Birim, iri çakıl ve blokların egemen olduğu, kum dolgulu büyük ölçekli, çeşitli türde çapraz katmanlı kanal içi, kanal kenarı ve alüvyon yelpazeleri ve bunun gibi tipik akarsu fasiyeslerinden oluşmuştur. Fosil içermeyen

Erzin formasyonu, İskenderun havzası ile Misis – Andırın Miyosen havzası istiflerini aynı zamanda örtmektedir (Kozlu, 1997).

3.2. Çalışma Alanı Jeolojisi

Çalışma konusu mermerler, mermer sınıflamaları içinde oldukça farklı bir durum göstermektedir. Söz konusu olan mermerler kireçtaşlarından veya dolomitik kireçtaşlarından türeyen hakiki mermer sınıfına konulamamaktadır. Kızıldağ ofiyolitinin Cudi grubu kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşları üzerine bindirme ile oturması sırasında genellikle şariyaj hattına paralel konumda bir çok noktada tıpkı Elazığ Vişne adıyla piyasaya sürülen mermerlerin oluşumuna büyük benzerlik gösteren durum burada da görülür. Mermer ocağında görülen bol kırıklı ve çatlaklı bir yapı gösteren bu kayaçların çatlak ve kırıkları beyaz renkli kalsit ile dolguludur. Ocak yarmalarında görülen çok sayıda irili ufaklı fayların aralarında da genellikle serpantin mineralleriyle killerden oluşan ince film gibi bandlar iki bloğu birbine bağlamış durumdadır. Arazi gözlemlerinde kırılan blokların ve molozların bu kırıklar boyunca yapılan darbelerden kolayca kopmadığı, aksine tek bir blok gibi hareket ettiği görülmüştür.

Bölgede Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Cudi grubuna ait karbonat çökelleriyle bunların üzerine Üst Kretase' de bindirme ile oturan Kızıldağ ofiyolitinin yerleşmesi sırasında gerek karbonatlardan koparılan parçalar ve bloklar ve gerekse bizzat ofiyolitlerden kopan parçalar birbiriyle karışarak sürüklenmiş ve bu malzemeler bu olay sırasında yüksek sıcaklık ve basınç altında değişikliğe uğramıştır. Ofiyolitik malzeme içinde olivin, piroksen gibi ferro magnezyumlu mineraller başkalaşarak serpantin grubu minerallere ve ikincil minerallere dönüşmüştür. $CaCO_3$ ise kalsit şeklinde tüm kırık ve boşlukları dolaşmış ve buralarda kristalleşmiştir.

Çalışma konusu mermer oluşumu Osmaniye yöresindeki Ofiyolitik Melanj oluşumu içerisinde yer alır. Çizelge 2.1' de Akdeniz bölgesindeki önemli bloktaş alanları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Akdeniz Bölgesindeki Önemli Bloktaş Alanları (Erdoğan, 2004)

İL	YÖRE	TAŞ TÜRÜ
Antalya	Finike	Kireçtaşı
Adana	Kozan	Kireçtaşı
Osmaniye	Osmaniye	Ofiyolitik Melanj
Burdur	Yeşilova, Bucak, Karamani	Kireçtaşı
	Bucak	Traverten
Hatay	İskenderun	Kireçtaşı

Çalışma konusu mermerler içinde çok fazla oranda ofiyolit parçası mevcuttur. Söz konusu mermerler iri kalsit kristalleri ile çevrelenmiş olup, olivin ve piroksenlerin ayrışması ile ortaya çıkan FeO sonucu kahverengi bir renk kazanmıştır.. Konsolide olmadan önce karbonat fazı içinde kalmış olan ofiyolit parçaları tamamen serpantinleşmiş ve kayaca yeşil renk kazandırmıştır.

Çalışma konusu mermerlerin, aşırı serpantinleşme nedeni ile kayaca yeşilimsi bir renk veren ve aralarındaki kılcal kırıkların da nispeten ince kalsit kristalleriyle doldurulmuş olan ve petrol yeşili rengin hakim olduğu bir türü de vardır. Ofiyolit ve karbonatlı kayaçların tektonik bir ortamda oluşan yüksek basınç ve yüksek sıcaklık etkisi ile özellikle bindirme hattının üzerinde ve ona paralel bir yayılımı göstermesi bir hat boyunca breşik bir mermerleşme geliştiğini göstermektedir (KILIÇ ve ANIL, 1999).

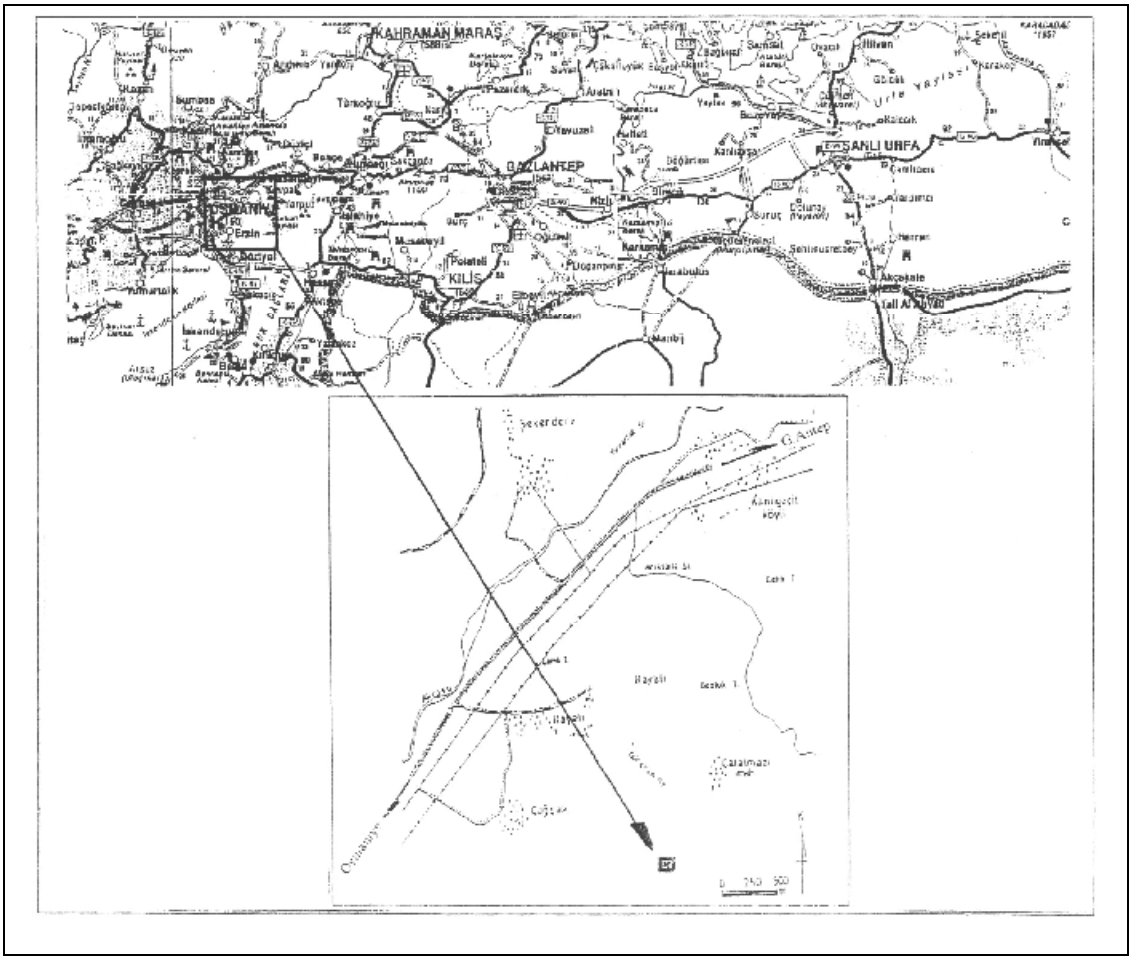
Anıl ve Kılıç (1999), Çağşak – Osmaniye bölgesindeki, kahverengi – kırmızı renkli mermerleri petrografik, jeomekanik ve teknolojik yönden incelemişlerdir. Bu amaçla Osmaniye Mermer Sanayi A.Ş. ne ait AR.67718 ruhsat numaralı sahadan mermer örnekleri alınmış, bu örnekler üzerinde gerekli çalışmalar yapılmış ve bir değerlendirme raporu hazırlanmıştır. Osmaniye bölgesinde Ofiyolit/Cudi Grubu kireçtaşları dokanağında oluşmuş sözkonusu mermerlerin oldukça heterojen renkli oldukları ve yer yer breşik yapı sundukları belirtilmiştir. Koyu renkli ofiyolit çakıllarının yine olivinlerin serpantinleşmesiyle yeşil bir renk alan ferromagnezyumlu minerallerin breşik bir ortamda konsolide olması ve bindirmeden

kaynaklanan metamorfizma sırasında bazı yapısal değişikliklere uğraması sırasında oluşan kırık ve çatlakların genellikle kalsitle doldurularak pekiştirilmesiyle mermerleşmenin gerçekleştiği ileri sürülmüştür. Bu kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından rahatlıkla mermer sınıfına alınabilecekleri belirtilmiş, iyi blok vermesi halinde ekonomiye kazandırılmaları gerektiği vurgulanmıştır.

4.MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

Çalışma konusu mermer ocağı Osmaniye iline bağlı Çağşak köyü Raziyeler mevkiinde yer almaktadır. Mermer ocağı yer bulduru haritası Şekil 4.1' de verilmiştir. Ocak, Osmaniye il merkezine 11 km, Osmaniye-Gaziantep karayoluna ise 2 km uzaklıktadır. (Şekil 4.1). Limanlara mesafesi ise : Toros limanına 35 km., İskenderun limanına 50 km, Mersin limanına 150 km dir. Ocak, Osmaniye'nin kuş uçumu 7 km doğusunda 500 – 600 m. kotlarında ve yılın 12 ayı çalışabilecek iklim koşullarına sahip durumdadır.



Şekil 4.1. Yer Bulduru Haritası

Çizelge 4.1. Amanos Kırmızı Mermer Ocağı Kuruluş Yeri İle İlgili Bilgiler

İli	Osmaniye
İlçesi	Merkez
Bucağı	-
Köyü	Çagşak
Mevkii	Bagyeri
Ocak – Asfalt yol	2 km.
Asfalt kavşağı–Osmaniye	9 km.
Arazi özelliği	Sarp arazi

Çalışma konusu mermer ocağının ruhsatı AYEM Maden Çevre Mühendislik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi' ne aittir. Mermer ocağı ve ruhsatı ile ilgili bilgiler Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çalışma konusu mermerin üretildiği ocakta 2000 yılında üretime başlanmış, yaklaşık 1,5 yıl üretime ara verilmiştir. 2006 yılı Aralık ayına kadar 2500 ton ihracat yapılmış, bunun büyük miktarı İtalya'ya yapılmıştır. Yurt içine ise daha ziyade deneme bloku ile birkaçyüz ton mermer molozu satılmıştır.

Ocak aynası 3 basamak açılmış olup 1 basamakta açılma halindedir. Ocakta üretimi yapılmış ve stoklanmış yaklaşık 1.000 ton (300 m^3) mermer bloku ile birkaçyüz ton mermer molozu mevcuttur. Mermer sahası çalışır durumda bir mermer sahası olup hemen batı bitişiğinde çok eskiden beri bilinen bir mermer sahası mevcuttur. İşletmek için 2000 yılı başlarında mermer için ÖN ÇED izni alınmıştır[*].

[*] Halil Altan AYDIN, Sözlü Görüşme, 2006, AYEM Maden - Çevre Müh. San. ve Tic.Ltd. Şti./Adana

Çizelge 4.2. Mermer Ocağı ve Ruhsatı İle İlgili Bilgiler

İli	Osmaniye
İlçesi	Merkez
Köyü	Çağşak
Mevkii	Bağyeri
Erişim No.	2342448
Ruhsat No.	İR.6449
Sicil No.	45018
Pafta Adı	Gaziantep N 36 c1, N 36 c2
Alanı	55,68 hektar
Madenin Cinsi	Mermer
Ruhsat Sahibi	AYEM Maden – Çevre Müh. San. Tic. Ltd. Şti.
Adresi	Stadyum Cad. Onur Apt. No : 23/1 Seyhan / ADANA
Veriliş Tarihi	22.11.1997

Sahada ruhsat alındığı günden bu güne kadar mermer üretimi yapılmış olup 2001-2002 yılları arasında OSMER A.Ş. tarafından çalıştırılan mermer ocağının ruhsatı AYEM Maden-Çevre Müh. San. Tic. Ltd. Şti. tarafından devir alınmıştır. Mermer ocağı 2002 yılından beri AYEM Maden Çevre Müh. San. Tic. Ltd. tarafından işletilmektedir. Daha önce Osmaniye kırmızısı adıyla pazarlanan mermer daha sonra Amanos Kırmızı adıyla piyasaya sürülmüştür. Çalışma konusu mermer 2001 yılından bu yana İtalya başta olmak üzere, Çin, Irak, Lübnan ve diğer bazı ülkelere blok ve plaka olarak ihraç edilmiştir. İç ve dış piyasada plaka mermer ihtiyacına cevap verebilmek için 2005 yılında ocak alanına 4 ayaklı ST kurulmuştur[*].

[*] Halil Altan AYDIN, Sözlü Görüşme, 2006, AYEM Maden - Çevre Müh. San. ve Tic.Ltd. Şti./Adana

4.2. Metod

4.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları; yüzey araştırmaları ve örnek alımı olmak üzere iki farklı aşamada yürütülmüştür.

2004 yılı bahar döneminde sürdürülen arazi çalışmalarında, çalışma konusu mermerlerin üretildiği mermer ocağı yerinde incelenmiştir. Mermer ocağından gerekli laboratuar deneylerini yapmak için yeterli miktarda örnek alınmıştır.

4.2.2. Laboratuar Çalışmaları

Çalışma konusu mermerlerin üretildiği mermer ocağında yapılan ön inceleme sonucu söz konusu mermerlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla laboratuar çalışmaları yapılmıştır.

Amanos Kırmızı mermerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünün Zemin ve Kaya Mekaniği Laboratuarı ve Maden Mühendisliği Bölümünün kırma laboratuarı kullanılmıştır. Laboratuar deneylerinin yapılışı ve sonuçların elde edilişi sırasıyla aşağıdaki alt başlıklarda verilmiştir.

4.2.2.1. Karot Alımı

Karot alma işlemi, arazi çalışmaları süresince temin edilen çeşitli büyüklüklerde blok ve moloz mermer numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Karotlar amacına göre NX (5,47 cm) ve BX (4,20 cm) olmak üzere iki farklı çapta sert kayalardan karot alabilecek karotiyer kullanılarak yapılmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kayaç numunelerinden BX çapında karotun alınışı

Alınan karotlar üzerinde yapılan deneylerin doğru sonuç verebilmesi için karotlar kontrol edilmiş, üzerinde herhangi bir çatlak veya süreksizlik bulunduranlar deney sırasında kullanılmamıştır. Alınan uygun nitelikteki karotların iki ucu taş kesme makinesi ile kesilerek düzeltilmiş, kesit parlatma cihazında kaba aşındırıcı Al_2O_3 kullanılarak karotların taban yüzeyindeki pürüzlülüğü alınmıştır. Karot alma ve düzeltme işlemi TS 8614 standartına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

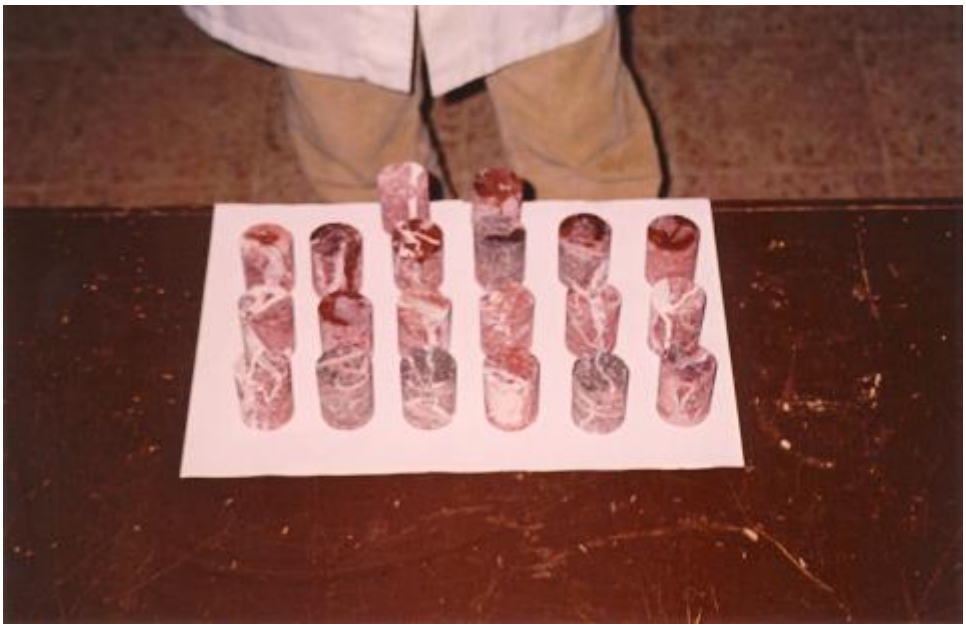
Bu işlemler tamamlandıktan sonra karotlar numaralandırılmış, deneylere hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Ek.2).



Şekil 4.3. Amanos Kırmızı Mermer Ocağından alınarak deneye hazır hale getirilen; NX Çap 2NX Boy, BX Çap 2BX Boy ve Uzunluk/Çap oranı L/D = 1.2 olan karotların görüntüsü



Şekil 4.4. Amanos Kırmızı Mermer Ocağından alınarak deneye hazır hale getirilen; NX Çap 2NX Boy, BX Çap 2BX boyundaki karotların görüntüsü



Şekil 4.5. Amanos Kırmızı Mermer Ocağından alınarak deneye hazır hale getirilen; Boy/Çap oranı L/D=1.2 olan karotların görüntüsü

4.2.2.2. Birim Hacim Ağırlık Belirleme

Kaya numunelerinin doğal birim hacim ağırlığı ve kuru birim hacim ağırlığı olmak üzere iki farklı birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Doğal birim hacim ağırlığı; kaya kütlelerinden düzgün bir biçimde alınan karot örneklerinin hassas terazide ağırlıkları belirlenmiş, geometrik boyutlarından bulunan hacmine bölünerek bağıntı 4.1'de gösterilen formülde yerine yazılarak doğal birim hacim ağırlıkları bulunmuştur (TSE, 3519).

$$dh = \frac{Gd}{V} \ (gr/cm^3) \qquad (4.1)$$

Kuru birim hacim ağırlıkları ise deney numunelerinin yüzeyleri sert bir fırça ile fırçalanıp su ile yıkanarak temizlenir ve değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulur. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 0.1 gr hassasiyetle tartılır (Gk). Deney numunelerinin hacimleri, boyutlarından hesaplanarak bulunur. Bulunan bu değerler bağıntı 4.2'de yerine yazılarak kuru birim hacim ağırlıkları hesaplanır (TSE, 3519).

$$dk = \frac{Gk}{V} \quad (gr/cm^3) \tag{4.2}$$

dh: Kaya biriminin doğal birim hacim ağırlığı (gr/cm^3)

Gk: Deney numunesinin değişmez kütleye kadar kurutulmuş kütlesi (g)

Gd: Deney numunesinin doğal kütlesi (gr)

V: Deney numunesinin hacmi (cm^3)

4.2.2.3. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık aynı hacimdeki kayacın 4^oC'deki suya ağırlıkça oranıdır. Kayacın işgal ettiği gerçek birim hacme karşılık gelen ağırlıktır. Herhangi bir birimle ifade edilmez. Kaya numunelerinden alınmış karotların ağırlıkları hassas terazi ile belirlenir (Mr), V hacimdeki suyun ağırlığı bağıntı 4.3'de yerine yazılarak özgül ağırlık (γ_o) bulunur.

$$\gamma_o = \frac{\frac{Mr}{W}}{\frac{Mr}{W}} \tag{4.3}$$

γ_o: Özgül ağırlık

V: Hacim (gr/cm^3)

Mr: V hacimdeki kayacın ağırlığı (gr)

Mw: V hacimdeki suyun ağırlığı (4^oC'de)

4.2.2.4. Görünen Porozite ve Normal Porozite

Görünür porozite; değişmez kütleye kadar kurutulmuş taşın absorbe edebildiği su miktarına karşılık gelen hacmin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanır. (TSE 8615). Önceki deneylerde bulunan Gd, Gk, Gds kullanılarak bağıntı 4.4'deki formülde yerine yazılarak görünür porozite hesaplanır.

$$Pg = \frac{G_d - G_k}{G_d - G_{ds}} x100 \ (\%) \tag{4.4}$$

Pg: Taşın görünen porozitesi (%)

Gd:Taşın doygun haldeki kütlesi (gr)

Gk:Değişmez kütleye kadar kurutulmuş taşın kütlesi (gr)

Gds:Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi (gr)

Porozitesi ise değişmez kütleye kadar kurutulmuş taşın, boşluk hacminin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanır, ortalama hacim kütlesi ve ortalama özgül kütle kullanılarak bağıntı 4.5 ve bağıntı 4.6 yardımıyla hesaplanır (TSE 8615).

$$P = (1 - \frac{d_h}{d_o})x100 \ (\%) \quad (4.5)$$

$$P = (1 - k)x100 \ (\%) \quad (4.6)$$

P:Numunenin porozitesi (%)

dh: Taşın hacim kütlesi (gr/cm^3)

do: Numunenin özgül kütlesi

k: doluluk oranı (%)

4.2.2.5. Su Emme Oranı

Su emme oranı, kütlece su emme oranı ve hacimce su emme oranı olmak üzere iki farklı şekilde hesaplanır. Kütlece su emme oranı, etüvde değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulmuş numunenin, absorbe edebildiği su kütlesinin numunenin tüm kütlesine oranı, hacimce su emme oranı ise numunenin bünyesine absorbe edebildiği su hacminin numunenin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanır (TSE 8615). Karot şeklinde, düzgün silindir biçimli alınan numuneler tel fırça ile yıkanıp temizlendikten sonra Foto 3.11'de görüldüğü gibi 20^{o}C sıcaklıkta su bulunan derin bir kap içerisine ¼'ü batacak şekilde konur bu durumda 1 saat bekletildikten sonra aynı sıcaklıktaki su ile numunelerin ½'si suya batacak şekilde su ilave edilir ve 1 saat daha beklenir, ¾'ü batacak şekilde aynı işlemler yapıldıktan sonra numunenin tamamı su içerisinde 45 saat süreyle bekletilir. Bu süre zarfında buharlaşan suyun yerine numunelerin tamamı su içerisi de kalacak şekilde su ilave edilir.Sürenin tamamlanmasıyla su içerisinden çıkartılan numunelerin üzeri kuru bir

bez yardımıyla üzerindeki su damlacıkları alınır ve 0.1 gr hassasiyete tartılarak (Gd) belirlenir. Aynı işlemler tekrar yapılarak Gd'nin değişmez kütleye gelinceye kadar tekrarlanır. Bu işlemlerden sonra doygun hale gelen deney numuneleri, arşiment terazisinde tartılarak su içindeki kütleleri bulunur (Gds). Daha sonra numuneler değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulur, desikatör içerisinde soğutulduktan sonra 0.1 gr hassasiyetle tartılarak kütlesi bulunur (Gk). Bu işlemler itina ile yapıldıktan sonra bulunan değerler bağıntı 4.7 ve 4.8'de yerine yazılarak kütlece ve hacimce su emme oranları belirlenir (TSE, 3624).

$$S_k = \frac{G_d - G_k}{G_k} x100 \ (\%) \tag{4.7}$$

$$S_h = \frac{G_d - G_k}{G_d - G_{ds}} x100 \ (\%) \tag{4.8}$$

Sk: Taşın kütlece su emme oranı (%),

Sh: Taşın hacimce su emme oranı (%),

Gd: Taşın doygun haldeki kütlesi (gr)

Gk: Değişmez kütleye kadar kurutulmuş taşın kütlesi (gr)

Gds: Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi (gr)

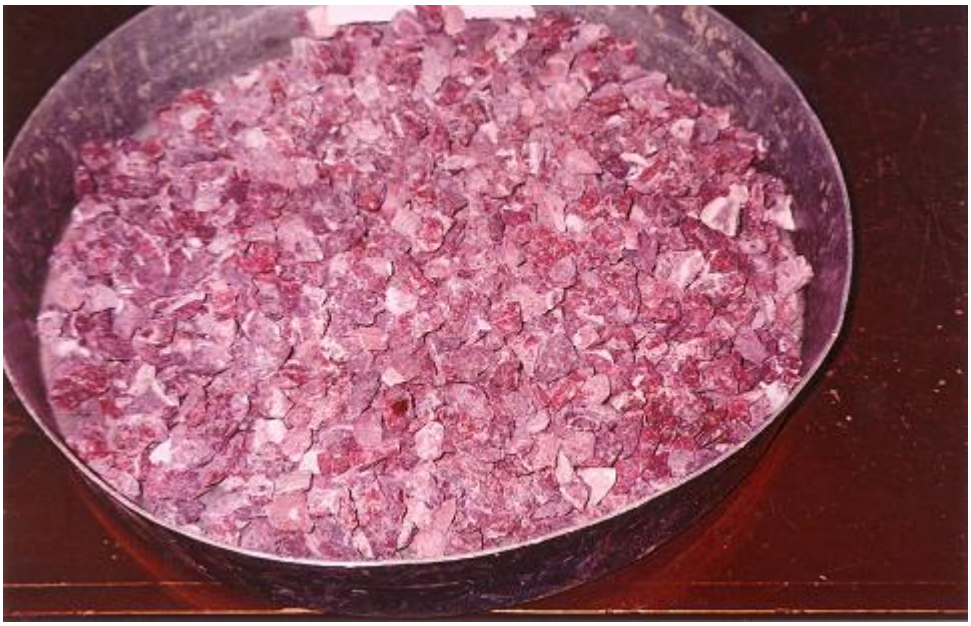
4.2.2.6. Sodyum Sülfat (Na_2SO_4) Çözeltisinde Don Kaybının Belirlenmesi

Don kaybı, beton yapımında kullanılan doğal veya yapay agregaların donmaya karşı dayanıklı olup olmadıklarını belirlemek için uygulanır (Bilgil, 1994). Laboratuarımızda soğutucu bulunmadığı için dona karşı duyarlılık deneyi kimyasal yollardan sodyum sülfat çözeltisi kullanılarak yapılmıştır.

Laboratuara getirilen blok ve moloz boyutundaki kayaç örnekleri konkasör yardımıyla kırılarak Çizelge 4.3'de gösterilen elek aralıklarında ve istenen miktarlarda numuneler hazırlanmıştır (Şekil 4.6).

Çizelge 4.3. Na_2SO_4 çözeltisi don deneyi için istenen elek aralıklarındaki numune miktarları (TSE 13581).

Elek Aralıkları	Numune Miktarı (Go)		Düzeltme Oranı (%)
40mm-25mm	1000 gr	2000 gr	50
25mm-20mm	1000 gr		
20mm-10mm	500 gr		30
10mm-5mm	100 gr		20



Şekil 4.6. Farklı elek aralıklarında hazırlanan numuneler

30 ^oC'de 1lt suya 750 gr kristal $Na_2SO_4.10H_2O$ ilave edilerek tamamen çözününceye kadar karıştırılır. Çözelti oda sıcaklığında 48 saat süreyle dinlendirildikten sonra en fazla 10 devir için kullanılmıştır. Farklı elek aralıklarındaki numuneler ayrı ayrı kaplarda hazırlanmış çözeltilerin içerisinde Şekil 4.7' de görüldüğü gibi 16-18 saat arasında bekletildikten sonra çözelti içerisinden çıkartılıp 110^oC'ye ayarlı hava dolaşımlı etüvde 4 saat süreyle Şekil 4.8' de görüldüğü gibi kurutulmuştur.



Şekil 4.7. Numunelerin çözelti içerisinde bekletilmesi



Şekil 4.8. Numunelerin hava dolaşımlı etüvde kurutuluşu

Aynı işlem 5 defa yapıldıktan sonra deney numuneleri temizlenip yıkanmış, etüvde değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulmuştur. Her grup numune kendi alt eleğinden geçecek şekilde elenerek elek üzerinde kalan (G_1) değeri 0.1 gr hassasiyetteki terazide tartıldıktan sonra sodyum sülfat çözeltisindeki (Na_2SO_4) don kaybı bağıntı 4.9'de yerine yazılarak belirlenir (TSE, 3655).

$$k_d = \frac{G_o - G_1}{G_o} x100 \ (\%) \qquad (4.9)$$

Bu şekilde her grup için bulunan don kaybı değerleri Bağıntı 4.10'da yerine yazılarak numunenin toplam don kaybı hesaplanmış olur.

$$k_{dt} = 0.5k_{d1} + 0.3k_{d2} + 0.2k_{d3}(\%) \qquad (4.10)$$

Burada;

Kdt: kayacın toplam sodyum sülfat don kaybı,

Kd_1: 40mm - 20mm elek aralıklarındaki deney numunesinin don kaybı (%)

Kd_2: 20mm - 10mm elek aralıklarındaki deney numunesinin don kaybı (%)

Kd_3: 10mm - 5mm elek aralıklarındaki deney numunesinin don kaybı (%)

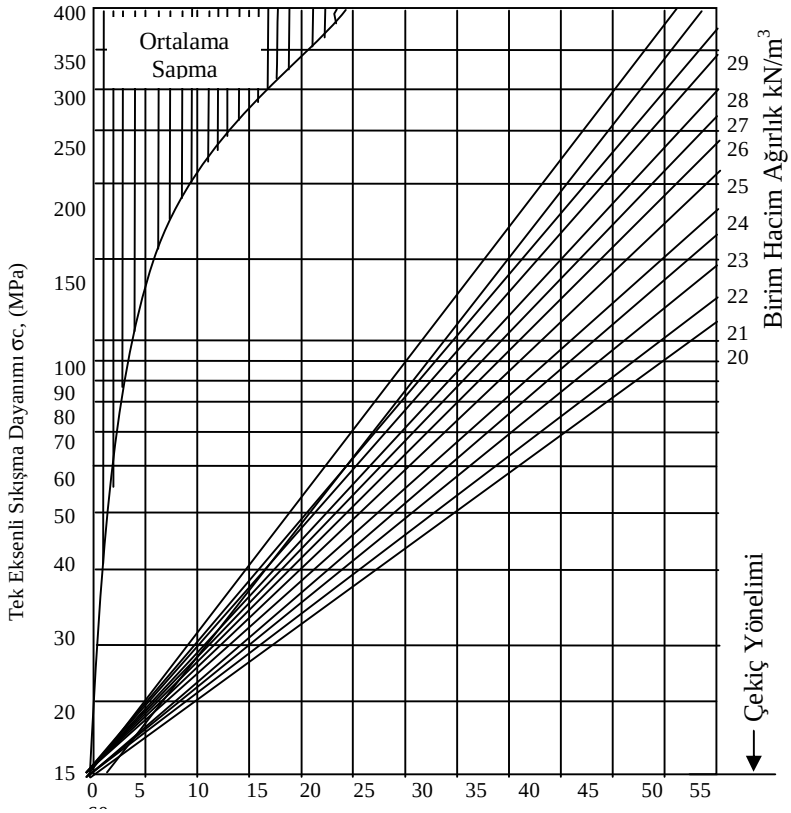
4.2.2.7. Schmidt Çekici İle Sertlik Belirleme

Schmidt çekici, kayaların tek eksenli basınç dayanımlarını dolaylı olarak tayininde kullanılan pratik bir araçtır (Şekil 4.9). Deney sırasında çekicin kaya üzerine daima dik olmasına dikkat edilmelidir. Çekicin yönelimi, Schmidt sertliği ve kayacın birim hacim ağırlığı bilindiği taktirde Şekil 4.10' da verilen grafik yardımı ile tek eksenli sıkışma dayanımları tahmin edilebilir (Beere, 1967).

Deneyde, kaya yüzeyinde 20 ayrı noktada vuruş yapılır ve elde edilen değerler arasında en küçük olan 10 tanesi iptal edilerek, diğer 10 vuruşun ortalaması alınır.



Şekil 4.9. Laboratuarda Schmidt Çekici ile sertlik belirlenmesi



Şekil 4.10. Schmidt sertliği-tek eksenli basınç dayanımı ilişkisi (Ulusay,1994)

4.2.2.8. Tek Eksenli Basınç Dayanımının Belirlenmesi

Tek eksenli basınç dayanımı, üzerine uygulanan basma yüklerine karşı kaya numunelerinin, kırılmadan önce dayanma yeteneği olarak tanımlanır. Deneydeki amaç kırılmadan önceki silindir veya prizma şeklinde hazırlanan numunelerin, tek eksenli ve düşey olarak uygulanan yükler altında dayanım sınırının bulunmasıdır (Karpuz, 1986). Kayaların basma dayanımı hem sınıflama hem de yapı malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Deney için, Arazi çalışmaları sırasında mermer ocağından temin edilen muhtelif büyüklükte blok ve moloz numunelerden alınan gerekli standartlara uyan toplam 60 karot kullanılmıştır. Tek eksenli basınç dirençleri boy-çap oranı 2-2.5 kat olan karot numunelerinde Şekil 4.11'de gösterilen 200 ton basınç uygulayabilen bilgisayar programlı preste yapılmıştır.

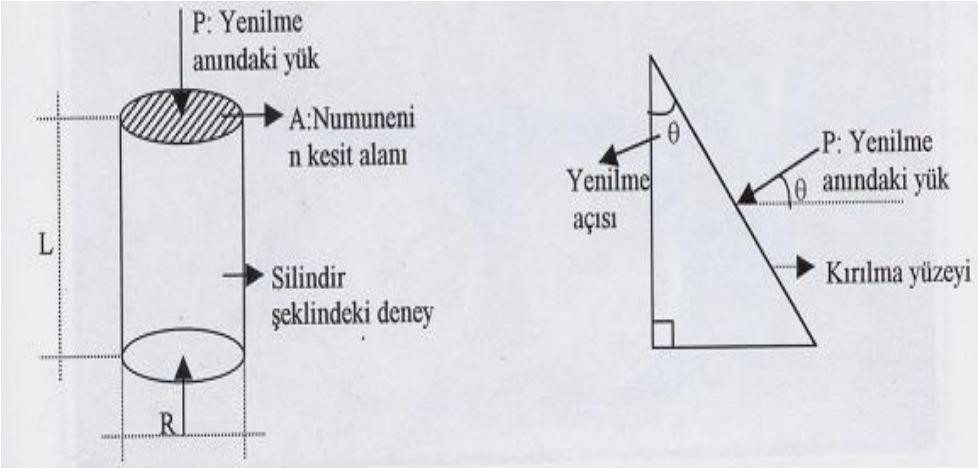


Şekil 4.11. Tek eksenli basınç deneyinin yapılışı

Karot numunesi presin plakaları arasına yerleştirildikten sonra bilgisayarda yükleme hız programı yapılır, hız ayarı programın monitörde gösterdiği aralıkta kalacak şekilde elle kontrol edilmiştir. İki plaka arasında yüke maruz kalan numune belli bir süre sonra yükü taşıyamaz duruma gelir ve kırılır. Bu andan itibaren deney tamamlanmış olur ve numune üzerindeki yük kaldırılır. Numunenin kırıldığı andaki yük değeri bilgisayarda maksimum yük olarak verilir (P) bu değer kullanılarak numunenin tek eksenli basınç dayanımı değeri (σ_c), Bağıntı 4.11'de yerine yazılarak hesaplanır (TS 2028).

$$\sigma_c = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi.r^2} \text{ (MPa)} \qquad (4.11)$$

Tek eksenli basınç dayanım deneyi için kullanılan verilerle ilgili açıklayıcı bilgiler Şekil 4.12' de gösterilmiştir (TCK 55)1986



Şekil 4.12. Tek eksenli basınç dayanım deneyiyle ilgili açıklayıcı bilgiler

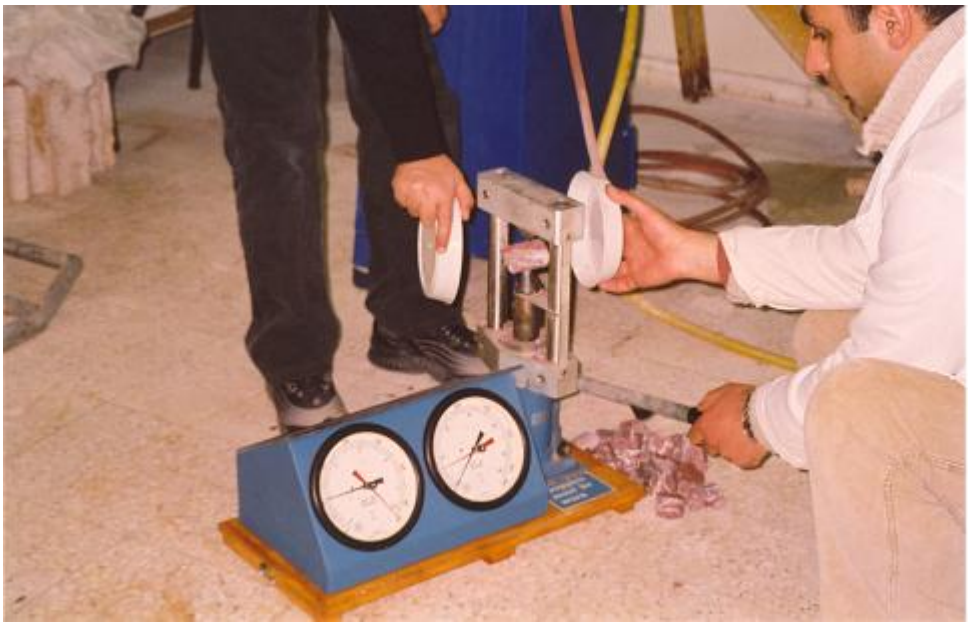
4.2.2.9. Nokta Yük Dayanım İndeksini Belirleme

Nokta yük deneyi, kayaçların dayanımlarına göre sınıflandırılmasında kullanılan nokta yük dayanım indeksinin saptanması amacıyla yapılır. Nokta yük dayanım indeksi tek eksenli sıkışma ve çekme dayanımı gibi diğer dayanım parametrelerinin dolaylı olarak belirlenmesinde kullanılır. Deney sonucu esas alınarak kayacın "Nokta yük dayanım indeksi" ve ayrıca "Dayanım anizotropi

indeksi" de belirlenir (Topal, 2000).

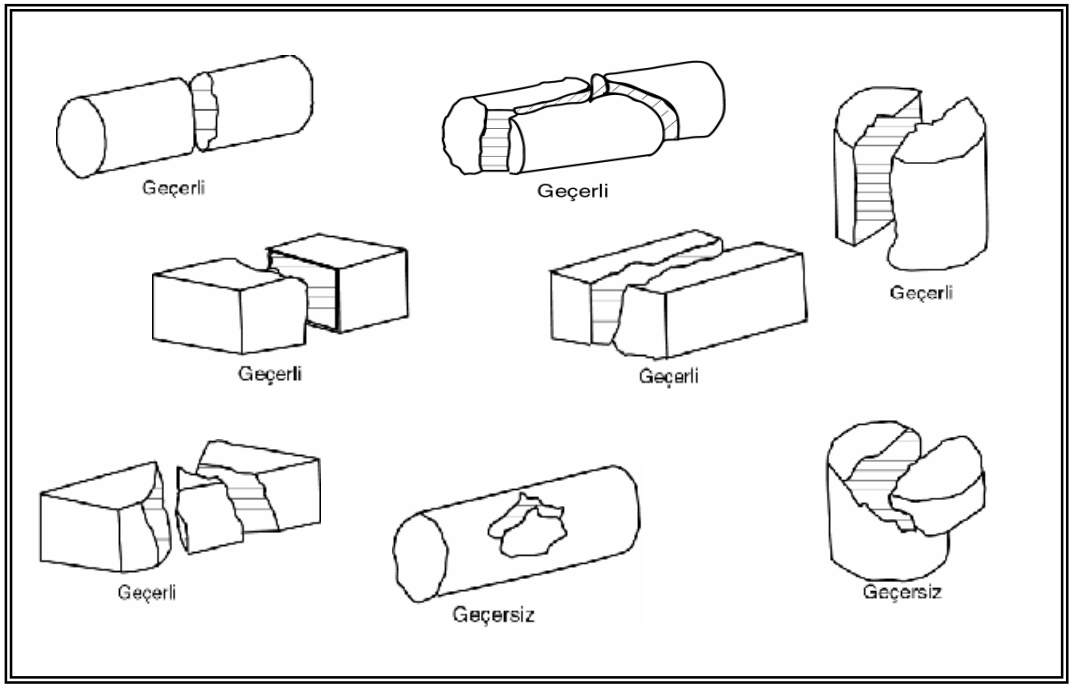
Deney numuneleri karot şeklinde (çapsal veya eksenel) kesilmiş bloklar halinde veya düzgün olmayan parçalar şeklinde olabilir. Nokta yük dayanım indeksi belirlenirken karot şeklinde 4.20 cm çaplı ve boylu düzgün geometrik 10 adet numune kullanılmıştır.

Bu deney için; "Yükleme sistemi", " Yük ölçme sistemi" ve yükleme sistemindeki planetleri uç noktaları arasındaki uzaklığı (R) ölçmek için kullanılan "ölçüm sisteminden" oluşan Şekil 4.13'de görülen alet kullanılmıştır.



Şekil 4.13. Nokta yük dayanımı deney aleti

Nokta yük dayanım indeksinin belirlenmesinde çapsal deney kullanılmıştır. Numune nokta yükleme aygıtına yerleştirilir ve aygıtın konik planetleri çap boyu doğrultusunda numuneye değecek şekilde kapatılır bu sırada planetin değme noktası ile numunenin serbest yüzü arasında L uzaklığının numunenin çapının (R) en az 0.5 katı kadar olmasına dikkat edilir. Numune üzerindeki yük devamlı yükseltilip numunenin 1 dakika içerisinde kırılması sağlanır ve kırılma anındaki yük aletin göstergesinden okunarak kaydedilir. Deneyin geçerli olup olmaması numunenin kırılma şekline bağlıdır (Şekil 4.14), (Ulusay, 1997).



Şekil 4.14. Geçerli ve geçersiz deney sonuçları için tipik kırılma şekilleri (Topal, 2000)

Bulunan bu değer Bağıntı 4.12'da yerine yazılarak düzeltilmiş nokta yükleme dayanımı Is belirlenir.

$$I_S = \frac{P}{De^2} \text{ (MPa)} \qquad (4.12)$$

Burada De eşdeğer karot çapıdır ve çapsal deneyler için $De^2=D^2$'dir (TCK).

Deney sırasında kullanılan karot çapları 4.2 cm olduğundan Bağıntı 4.13'deki eşitlik kullanılarak büyüklük ve çap düzeltme katsayısı F bulunur, bu değer Bağıntı 4.14'de yerine yazılarak numune büyüklüğüne göre düzeltilmiş nokta yükleme dayanımı Is_{50} indeksi belirlenmiş olur.

$$F = (\frac{D_e}{50})^{0.45} \qquad (4.13)$$

$$Is_{50} = FxIs \text{ (MPa)} \qquad (4.14)$$

4.2.2.10. Üç Eksenli Basınç Dayanımının Belirlenmesi

Deneyin amacı; silindir şeklindeki numunelerin dayanımını çevre basıncının fonksiyonu olarak belirlenmesi amacıyla yapılır, ayrıca üç eksenli basınç deney sonuçları kaya kütlesiyle ilgili tasarımlarda kullanılmaktadır.

Deney için kaya birimini en iyi şekilde temsil eden blok ve molozlardan NX (5.44 cm) çapında, boy/çap oranı 2-2.5 kat arasında olan beş adet numune alınmış, alınan bu numunelerin alt ve üst yüzeyleri ISRM'de belirtilen standartlara göre düzeltildikten sonra doğal su içeriklerini kaybetmemesi için 1 ay içerisinde deneyleri yapılmıştır. Üç eksenli basınç dayanımı için kullanılan deney düzeneği Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

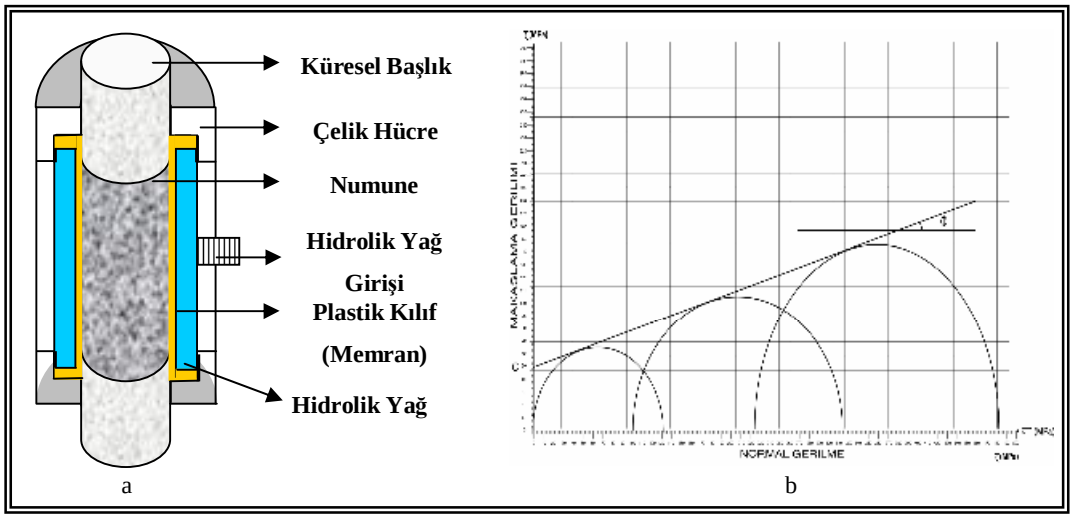


Şekil 4.15. Üç eksenli basınç deney düzeneği

Deney düzeneği aşağıda belirtilen belli başlı birimlerden meydana gelmektedir.

- Numune üzerine düşey yük uygulayabilecek ve bu yükü kontrol edebilecek bir yükleme ünitesi (hidrolik pres),

- Numunenin yan yüzeylerine çevre basıncı uygulayabilecek bir sistem (üç eksenli hücre), çevre basıncını verebilecek yeterli kapasitesi olan hidrolik bir pompa (Şekil 4.16 a).
- Yük basıncı izlemek için kullanılan ölçerler. Bunlar mekanik veya devamlı izleme yapabilen elektronik alıcılardır (Karpuz, Özenoğlu, Tutluoğlu, 1986).



Şekil 4.16. Üç eksenli basınç hücresinin şematik gösterimi (a), Mohr kırılma zarfı (b)

Deney Yöntemi; Deneye başlamadan önce bilgisayar programında, karotun geometrik boyutlarına uygun olarak yükleme hızı ayarlanmıştır. Numune membran içerisine konduktan sonra üç eksenli hücredeki yuvasına yerleştirilir. Presin alt ve üst plakaları numuneye temas edecek şekilde ayarlandıktan sonra hücre içerisindeki basınç her deney için 1 MPa, 3 MPa, 5 MPa, 7 MPa, 10 MPa olacak şekilde hidrolik basınç makinasıyla ayarlanmıştır. Bu işlemler akabinde yüklemeye geçilmiştir. Hücre içerisindeki yanal basınç artıkça buna bağlı olarak düşey kırılma yükü de artmıştır. Kırılmalar ani ve gürültülü olmuş, kırılma sesi duyulduktan sonra bilgisayardaki maksimum yük kontrol edilip deney tamamlanmıştır.

Farklı kaya birimleri ve hücre basınçları için yapılan deney sonuçları Şekil 4.16 b'de gösterilen diyagrama yarım daireler şeklinde yerleştirilmiş ve bu dairelere teğet geçecek şekilde mohr kırılma zarfı dediğimiz doğru çizilmiştir. Bu zarfın yatayla yapmış olduğu açıdan içsel sürtünme açısı olan (ϕ) , y düzlemini kestiği noktadan kohezyon (C) belirlenmiştir (TS 2029).

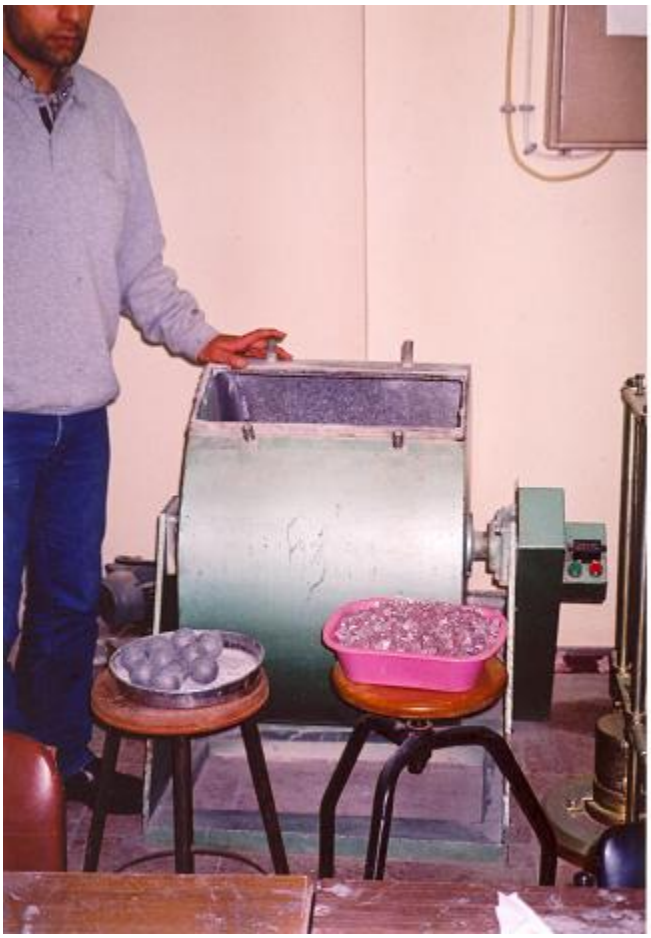
4.2.2.11. Los Angeles Aşınma Dayanımının Belirlenmesi

Kaya numunelerinin aşınma kaybı TSE 3694 "Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık – Aşınma Oranı Tayini Metodu" yönetmeliğine göre yapılmıştır. Deneyi yapmak için araziden getirilen blok ve moloz kaya kütleleri D sınıfına girecek şekilde (14 mm ile 12.5 mm ve 12.5 mm ile 10 mm.) elek aralığında 2.5'er kg olmak üzere toplam 5 kg. kırdırılmıştır.

Deney iki aşamada gerçekleşmiştir; kırılan ve değişmez kütleye kadar kurutulan numuneler, iki tarafı çelik silindir biçiminde ve iç çapı 710 mm boyu 508 mm olan kapalı silindir içinde iki rafı bulunan dakikada 30 devir yapabilen Los Angeles aşınma cihazına toplam ağırlığı 4755 gr olan 10 adet çelik bilye ile birlikte konulmuştur (Şekil 4.17).

500 devir sonunda çıkartılan numuneler elek aralığı 1.6 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde elenmiştir, elek üzerinde kalan kısım yıkanıp kurutulduktan sonra G_{500} değeri belirlenmiş bulunan bu değer Bağıntı 4.15'de yerlerine yazılarak kaya birimlerinin 500 devir için aşınma kaybını vermiştir.

$$K_{500} = \frac{G_0 - G_{500}}{G_{500}} x100 \ (\%) \qquad (4.15)$$



Şekil 4.17. Los Angeles aşınma kaybı deney aleti

Elde edilen sonuçlar TCK fenni şartnamesinde belirtilen değerlerle karşılaştırılmış, kaya birimlerinin uygun nitelikte olup olmadıkları değerlendirilmiştir.

4.2.2.12. Darbe Dayanım Katsayısının Belirlemesi

Darbe dayanım katsayısını belirleyebilmek için Protodyokonov tarafından geliştirilen bu deneyde Evans ve Pomeroy (1966)'un tasarladığı boyutlardaki Şekil 4.18'de gösterilen alet kullanılmıştır. 9.5 mm ile 3.2 mm çaplı eleklerin arasında kalan 100gr numune aletin içerisine konarak 1.8 kg'lık ağırlık 30.48 cm yükseklikten 20 defa bırakılmış çıkartılan numune 3.2 mm çaplı elekten elenerek üzerindeki ağırlık (Ms) Bağıntı 4.16' da yerine yazılarak darbe dayanım katsayısı (Dk)

belirlenmiştir.

$$Dk = \frac{Ms}{Mo} x100 \ (\%) \qquad (4.16)$$

Burada;

Dk: Darbe dayanım katsayısı

Mo: Başlangıçtaki numune miktarı

Ms: Deney sonunda 3.2 mm elek üzerinde kalan numune miktarı



Şekil 4.18. Darbe dayanım cihazı ve deneyde kullanılan aparatlar

4.2.2.13. Ultrasonik Hız Deneyi İle Dinamik Elastisite Modülünün Belirlenmesi

Dinamik elastisite modülü fiziksel olarak kayaların sertliğini verir ve statik elastisite modülünün 10 katıdır. Kuru örnekler üzerinde dinamik elastisite modülü, elastik boyuna ses dalgalarının karot örnekleri kat etme zamanı ölçülerek hesaplanır.

Boyuna titreşim rezonans frekansı bağıntı 4.17 yardımıyla bulunur (Youash, 1970'den Koçal, 1999).

$$f = \frac{1}{2} x\ t \ (\mu sn/m) \qquad (4.17)$$

f: Boyun dalganın titreşim frekansı

t: Elastik dalganın örneği kat etme zamanı

Numunelerden alınan çapları ve boyları belli olan karot örnekleri uçları yağlanarak Şekil 4.19'da görüldüğü gibi ultrasonik deney aletinin metalden yapılmış alıcı-verici kafaları arasına yerleştirilip elastik dalganın karottan geçiş süresi mikro saniye cinsinden ölçülmüştür.

Bulunan bu değerler kullanılarak örneğin elastitite modülü (Ed) Bağıntı 4.18'de yerine yazılarak hesaplanmıştır.

$$Ed = 1.29x\frac{L}{R^2}x\frac{W}{t^2}x10^6 \ (MPa) \qquad (4.18)$$

Kaya malzemesine ait sınıflandırma sistemlerinin en önemli sıralaması, mühendislik tasarımı için niceliksel olarak bir veri sağlayamamasıdır. Bu sistemler, sadece kayaçların mühendislik amaçlarıyla daha iyi tanımlanabilmesi, kayaç malzemesi özelliklerinin tartışılması ve mühendisler arasında teknik bir iletişim /birliktelik sağlanabilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca bu sınıflamada yüzlek veren kayaçların dayanım değerlerine göre sınıflandırıldığı mühendislik jeolojisi haritalarının hazırlanılmasında da yaralanılmaktadır (Ulusay, 2001).



Şekil 4.19 Ultrasonik hız deneyinin yapılışı

4.2.3. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, arazi ve laboratuar çalışmalarından önce başlatılmış ve tüm tez çalışmasının sonuna kadar sürdürülmüştür. Çalışma konusu mermerin bulunduğu alan ile ilgili rapor, derleme, yayın, makale ve diğer bilimsel çalışmalar araştırılmıştır. Çalışma konusu ile ilgili olan yayın ve raporları derlemek için çeşitli kurumların kütüphaneleri, arşivleri, internet taranarak çalışma alanı ile ilgili bilgiler elde edilmiştir.

Önceki çalışmalardan yararlanarak inceleme alanının jeoloji haritası ve arazi ile ilgili bilgiler elde edilmiştir.

Yapılan deneylerle ilgili TSE standartları elde edilerek Amanos Kırmızı mermerinin fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir.

Bu çalışmalar sonrasında tez yazımı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. Mermer Örneklerinin Fiziksel Özellikleri

Çalışma konusu mermerlere ait fiziksel özellikler laboratuar deneyleri ile saptanmıştır. Fiziksel özelliklerden; % su ağırlığı, doğal birim hacim ağırlığı (dh), kuru birim hacim ağırlığı (dhk), hacimce su emme oranı (Sh), ağırlıkça su emme oranı (Sk) , boşluk hacmi, porozite (gözeneklilik) (P), boşluk oranı indeks özellikleri olarak tek başlık altında verilmiş, sodyum sülfat içerisindeki don kaybı ayrı bir başlık altında değerlendirilmiştir.

5.1.1. Mermer Örneklerinin İndeks Özellikleri

Mermer örneklerine ait indeks özellikleri karot örnekleri üzerinde yapılan laboratuar deneyleriyle saptanmıştır. Deneylerde TS 699/Ocak 1989 "Tabii Yapıtaşları Muayene ve Deney Metodları" ve ISRM (1981) "Uluslararası Kaya Mekaniği Standartlarına" uygun deneyler esas alınmıştır.

Mermer bloklarından alınan karot örnekleri etüvde 105 ^{o}C'de ($\pm$5 ^{o}C) 24 saat kurutulup saf suda 48 saat bekletildikten sonra tartılmıştır. Böylece bulunan kuru ve doygun ağırlıkları kullanılarak mermer örneklerinin kuru ve doğal birim hacim ağırlığı, porozite, hacimce ve ağırlıkça su emme oranları, boşluk hacmi, boşluk oranı belirlenmiştir. Mermer örneklerinin indeks özellikleri Çizelge 5.1' de gösterilmiştir

Çizelge 5.1. Mermer Örneklerinin İndeks Özellikleri

İndeks Özellikler		**Ek**
% Su Ağırlığı	0,679	2
Doğal Birim Hacim Ağır. (dh) gr/cm^3	2,59	2
Kuru Birim Hacim Ağırlığı (dhk) gr/cm^3	2,57	2
Hacimce Su Emme Oranı (Sh) %	3,39	3
Ağırlıkça Su Emme Oranı (Sk) %	1,32	3
Boşluk Hacmi (cm^3)	7,79	4
Porozite (P) %	3,84	4
Boşluk Oranı	0,04	4

Mermer örneklerinin fiziksel özelliklerinden poroziteye (gözeneklilik) göre sınıflandırılmasında Amanos Kırmızı Mermerleri % 3,84 ile “orta boşluklu” kaya sınıfında yer almaktadır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Kayaların Poroziteye Göre Sınıflandırılması (Moos – Quervaın’den Tarhan, 1989).

Kaya Sınıfı	**Porozite (%)**
Çok Kompakt	<1
Az Boşluklu	1 – 2.5
Orta Boşluklu	2.5 – 5
Oldukça Boşluklu	5 –10
Çok Boşluklu	10 – 15
Çok Fazla Boşluklu	>20

5.1.2. Agrega Birimlerinin Sodyum Sülfat Çözeltisinde Don Kaybı

Çalışma konusu mermer örneklerinden kırılarak elde edilen değişik boy ve ağırlıktaki agregalar etüvde 110 ^{o}C'de kurutulduktan sonra tamamen çözeltiye batacak şekilde bekletilmiş, aynı işlem 5 defa yapıldıktan sonra her grup deney numunesi kendi alt eleğinden elenerek tartılmış ve çözelti içerisindeki don kaybı belirlenmiştir (Çizelge 5.3). Bulunan bu değerler "TSE 706/Beton Agregaları/Aralık 1980"de belirtilen Tablo 4.15'deki sınır değerleriyle karşılaştırılmış ve çalışma konusu mermerlerin don kaybı değerinin bu sınır değerlerinin üzerinde kaldığı anlaşılmıştır (Çizelge 5.4). Buna göre çalışma konusu mermerlerin don olan bölgelerde yapı malzemesi olarak kullanılması uygun değildir.

Çizelge 5.3. Na_2SO_4 çözeltisinde dona dayanıklılık deneyi sınır değerleri (TSE 706).

AGREGA SINIFI	**%'DE SINIR DEĞERLERİ (AĞIRLIKÇA)**	
	Sodyum Sülfat Çözeltisi	**Magnezyum Sülfat Çözeltisi**
İnceAgregalar	15.0	22.0
İri Agregalar	18.0	27.0

Çizelge 5.4. Mermer örneklerinin sodyum sülfat çözeltisi içerisindeki don kayıpları

Numune Boyutları (mm)	**Başlangıç Ağırlıkları (Go) (gr)**	**Deneyden Sonra Elek Üstünde Kalan Ağ. (G1)**	**Sodyum Sülfat Don Kaybı (%) Kd**	**Toplam Sodyum Sülfat Don Kaybı (%) Kdt**
20 – 40	1004,3	730,4	42,27	39,914
20 – 25	1001,6	427,7		
10 – 20	500,1	328,2	34,37	
5 – 10	100,6	58,0	42,35	

5.2. Mermer Örneklerinin Mekanik Özellikleri

5.2.1. Mermer Örneklerinin Nokta Yük Dayanımları

Mermer örneklerinden L/D oranı = 1.2 olan karot numuneler hazırlanmış ve bu karot örnekleri üzerinde yapılan deneylerde ISRM (1981) Uluslararası Kaya Mekaniği Standartlarında ön görülen yöntem kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.5'de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Nokta yük dayanım deney sonucu

Birim	Yenilme Yükü P (Kn)	Nokta Yük Dayanım Direnci Is (Mpa)	Dayanım Tanımı	Ekler
Amanos Kırmızı Mermeri	5.02	2.83	Orta Dirençli	9

Nokta yük dayanım deneyi sonucu kırılmalar; Amanos Kırmızı Mermerlerinde iki veya üç parça halinde enine ve boyuna kırılmalar şeklinde oluşmuştur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Amanos Kırmızı Mermerleri Üzerinde Yapılan Nokta Yük Dayanım Deneyi Sonucu Numunelerin Kırılış Biçimleri

Bieniawski (1975) tarafından nokta yük direncine göre yapılan Çizelge 5.6'da daki sınıflandırmada Amanos Kırmızı Mermerlerinin "orta dirençli kaya" sınıfında yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 5.6. Kayaçların nokta yük dayanım direncine göre sınıflandırılması (Bieniawski, 1975)

Kaya Sınıfı	**Nokta Yük Dayanım Direnci (MPa)**
Çok Düşük Direnli	<1
Düşük Dirençli	1 – 2
Orta Dirençli	2 – 4
Yüksek Dirençli	4 – 8
Çok Yüksek Dirençli	>8

5.2.2. Mermer Örneklerinin Tek Eksenli Basınç Dayanımları

Tek eksenli basınç direnci deneyi muhtelif büyüklükteki bloklardan ve molozlardan boyu çapının iki katı olan karot örnekleri üzerinde yapılmıştır. Küresel başlıklara sahip olan presin plakaları arasına yerleştirilen numuneler üzerine kırılıncaya kadar basınç uygulanmıştır.

Deneylerde numunelerin hemen hepsinde kırılmalar ani ve az gürültülü olmuş ancak bazı örneklerin kayma düzlemi ve süreksiz düzlemleri boynuca kırıldıkları gözlenmiştir. Bu şekilde standartlara uygun bir biçimde kırılmayan numuneler sonuçları etkilememesi açısından hesaplamalara katılmamıştır. Kaya birimlerine ait karotların deneyden sonraki kırılma biçimleri Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Tek Eksenli Basınç Deneyi Sonucu Kırılan Numunelerin Görüntüsü

Kaya birimlerinin tek eksenli basınç dirençleri Çizelge 5.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deney Sonucu

Birim	**Tek Eksenli Basınç Dayanımları s_C (Mpa)**	**Kaya Sınıfı**
Amanos Kırmızı Mermeri	16.67	Çok düşük dirençli

Deer ve Miller (1966), tarafından gerçekleştirilen ve Çizelge 5.8'de görülen tek eksenli basınç direncine göre yapılan sınıflandırmada Osmaniye Amanos Kırmızı mermerlerinin 16.67 MPa ile "çok düşük dirençli kaya" sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Çizelge 5.8. Tek Eksenli Basınç Direncine Göre Kayaların Sınıflandırılması (Deer ve Miller 1966)

KAYA SINIFI	**TEK EKSENLİ BASINÇ DİRENCİ (MPa)**
Çok Düşük Direnli	<25
Düşük Dirençli	25 – 50
Orata Dirençli	50 – 100
Yüksek Dirençli	100 – 200
Çok Yüksek Dirençli	>200

5.2.3. Mermer Örneklerinin Üç Eksenli Basınç Dayanımları

Mermer örneklerinin dayanımları üç eksenli basınç deneyleriyle içsel sürtünme parametrelerinden; içsel sürtünme açıları (ϕ), kohezyon (C) hesaplanmış ve yenilme zarfı belirlenmiştir. Kaya birimlerinden çıkartılan 54 mm çaplı ve 42 mm boyundaki karot örnekleri üzerinde 1, 3, 5, 7, 10 MPa' lık yanal gerilmeler altında gerçekleştirilmiş, deney sonuçları Çizelge 5.9'da gösterilmiştir.

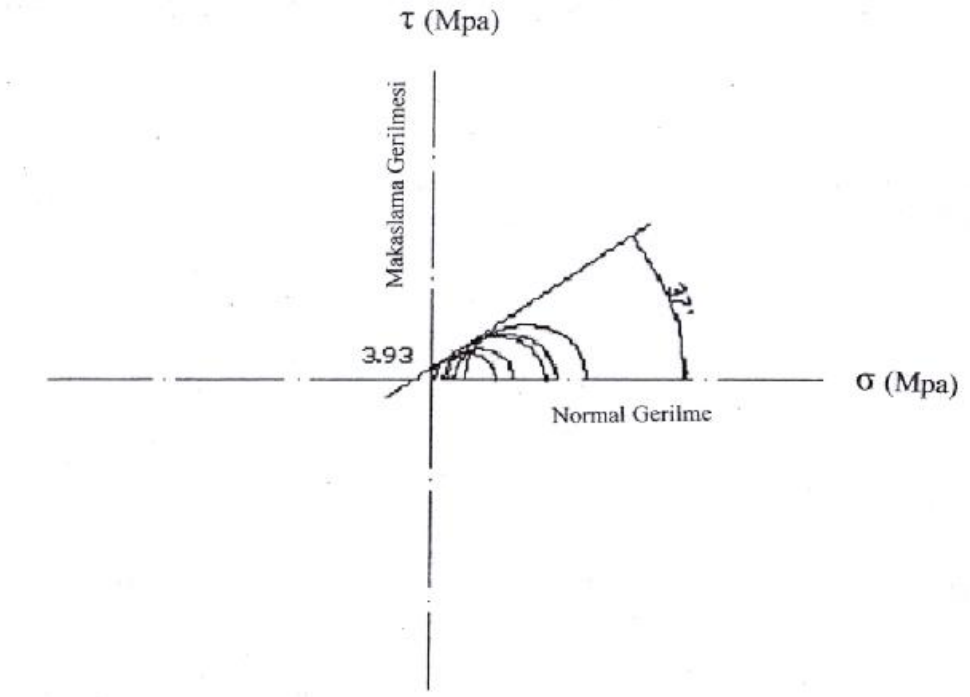
Çizelge 5.9. Üç Eksenli Basınç Dayanımı Deney Sonucu

Birim	**İçsel Sür. Açısı f (Mpa)**	**Kohezyon C(Mpa)**
Amanos Kırmızı Mermeri	37	3.93

Deney sonunda örneklerin kırılma şekilleri ani ve az gürültülü, Şekil 5.3 'de görüldüğü gibi kayma gerilmeleri doğrultusu boyunca olmuştur. Mermer örneklerinin tek eksenli ve üç eksenli basınç direnci ortalama değerleri kullanılarak Şekil 5.4' de görülen Mohr dairesi çizilmiş ve yenilme zarfı elde edilmiştir.



Şekil 5.3 Üç eksenli basınç deneyi sonucu kırılan numunelerin görüntüsü



Şekil 5.4 Mohr Daireleri ile C (Kohezyon) ve ϕ (Sürtünme Açısı)' nin Bulunuşu

5.2.4. Schmidt Çekici Sertlik Değerleri

Schmidt sertlik deneyi mermer örneklerinin sertliği ve dolaylı olarak tek eksenli sıkışma dayanımlarını ortaya koyabilmek amacıyla yapılmıştır. Deney sırasında çekicin kaya yüzeyine daima dik olmasına dikkat edilmiş, schmidt sertlik deneyinde önerilen iki farklı yöntemden 10'luk yöntem kullanılmıştır bu yönteme göre aynı noktada yapılan bu vuruşların maksimumunu almak suretiyle olmuştur. Belirlenen mermer örneklerinin birim hacim ağırlıkları ve schmidt sertlik değerleri karşılıştırılarak tahmini tek eksenli sıkışma dayanımları bulunmuş sonuçlar Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10 Mermer örneklerinin Schmidt çekiçi deneyi sonucu tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı

Birim	**Çekiç Yönü**	**Bir.Hacim Ağırlık (Gr/Cm^3)**	**Schmidt Sertliği**	**Tahmini Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Mpa)**
Amanos Kırmızı Mermeri	Dik	2.59	11.38	19.86

5.2.5. Mermer Örneklerinin Los Angeles Aşınma Dayanımları

Mermer örneklerinin aşınma dayanımları bilyeli tambur adı verilen Los Angeles Aşınma cihazında yapılmıştır. Değişik elek aralıklarında ve istenen miktarlardaki numuneler bilyeli tamburun içerisine konularak 500 devir yaptırılmış, çıkartılan numunelerin 1.6 mm çaplı kare gözlü elekten eleyerek, elek üzerinde kalan kısmın ağırlığını belirlemek suretiyle olmuştur. 500 devir sonundaki aşınma miktarı

50 yıl sonundaki tahmini aşınmalarını vermektedir (TSE 706). Çalışma konusu mermerlerin Los Angeles aşınma deney sonucu Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11 Los Angeles aşınma dayanımı deney sonuçları

Birim	**500 Devir Sonundaki Aşınma %'desi**
Amanos Kırmızı Mermeri	41.32

Sonuçların TSE 706 / Beton Agregaları standartlarında belirtilen 500 devir sonunda %50 değerinin altında bulunması, elde edilen agregaların beton agregası olarak kullanılabileceği sonucunu doğurmuştur.

5.2.6. Darbe Dayanım Katsayıları

Darbe dayanım katsayıları kaya birimlerinden elde edilen agregaların şok veya darbeye karşı göstermiş oldukları direncin bir göstergesi olarak tanımlanır (Bilgil, 1994). Amanos Kırmızı mermer numuneleri üzerinde yapılan darbe dayanım deneyi sonucu elde edilen darbe dayanım katsayısı Çizelge 5.12 de verilmiştir.

Çizelge 5.12 Darbe dayanım deneyi sonucu

Birim	**Darbe Dayanım Katsayısı (%)**
Amanos Kırmızı Mermeri	83.46

5.2.6. Ultrasonik Hız Deneyi İle Dinamik Elastisite Modülü

Ultrasonik hız cihazıyla yalnızca numunelerin içerisinden geçen P dalgalarının geçiş süresi belirlenebilmiştir. Numunelerin içerisinden geçen S dalgalarının hızı saptanamadığı için Amanos Kırmızı mermerinin dinamik elastisite

modülü (Ev), dinamik poisson oranı (Vdyn), makaslama modülü (Gv) bulunamamıştır.

Deney sonucunda çalışma konusu mermer numuneleri içerisinden geçen P dalgalarının ortalama hızı (Vp) 2635,94 m/sn olarak bulunmuştur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmayla Osmaniye ili, merkez ilçesi, Çağşak Köyünde bulunan Amanos Kırmızı Mermerinin fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmış ve aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır.

Fiziksel Özelliklerine Göre;

- Mermer örneklerinin porozitesi göz önüne alındığında; %3.84 ile "Orta Boşluklu Kaya" sınıfında ,

- Na_2SO_4 çözeltisindeki don zayiatı açısından mermer örneklerinin %39.914 ile TSE 706'da istenen değerlerin çok çok altında olduğu saptanmıştır.

Mekanik Özelliklerine Göre;

- Tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçlarına göre dayanımı 25 MPa'lın altında olan Amanos Kırmızı Mermerinin "Çok Düşük Dirençli Kaya" sınıfında yer aldığı,

- Mermer örneklerinin üç eksenli basın deneyleri sonucu kayma direnci parametreleri açısından $\phi=37^o$ ve C=3.93 MPa birim değerlerine sahip olduğu,

- Nokta yük dayanım indeksine göre Amanos Kırmızı mermerlerinin 2.83 MPa ile "Orta Dirençli Kaya" sınıfında yer aldığı,

- Nokta yük dayanım indeksi ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında uyumlu bir ilişkinin olduğu,

- Schmidt sertlik derecesi ile kayacın birim hacim ağırlığı arasında bir ilişkinin olduğu,

- Los Angeles aşınma direncine göre aşınma kayıplarının 500 devir için % 50'nin altında olduğu,

- Mermer örneklerinin dayanım katsayılarının % 75'in üzerinde olduğu görülmüştür.

Yapılan deneyler sonucunda, çalışma konusu Amanos Kırmızı Mermerlerinin yapı malzemesi olarak kullanılabileceği, ancak buzlanmanın olduğu soğuk yerlerde yapı malzemesi olarak kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

ANIL, M., KILIÇ, A., (1999), "Yarpuz-Kaypak (Osmaniye) Bölgesindeki vişne Çürüğü Renkli Mermerlerin Petrografik, Jeomekanik ve Teknolojik Özellikleri", Ç.Ü. Araştırma Fonu, Proje No: MMF-98-1

ABDÜSSELAMOĞLU, S., (1962), "Kayseri Adana Arasındaki Doğu Toroslar Bölgesinin Jeolojisi Hakkında Rapor" M.T.A. Yayınları Derleme Raporu No: 3262 Ankara

ARPAT, E., ŞAROĞLU, F., (1975), "Türkiyedeki Bazı Genç Tektonik Olaylar", TJK Bilteni, No: 18, 91-101s.

BİLGİL, A., (1994), "Agrega ve Deneyleri", Atatürk Üniversitesi Erzincan Meslek Yüksek Okulu İnşaat Programı, Ders Notları, 50-52s.

DEAN, W.T., (1976)," Cambrian and Ordovician Correlation and trilobite distribution in Turkey: Fossils and Strata", 5, 353-373

DEAN, W.T., KRUMMENACHER, R., (1961), "Cambrian trilobites from the Amanos Mountains, Turkey: Palaeontology", 4,71-81

DUBERTRET, L., (1953), "Géologie *et* raches vertes de la Syrie et du Hatay (Turquie). — Notes et Mé.m. Metz K**.** sur le M. Orient, IV, Beyrouth"

ERDOĞAN, M, 2004, Natural Stone Dergisi, .sayfa 25

ISRM 1981, BROWN, E. T., Editor, "SuggestedMethods Rock Charectarization Testing and Monitoring", Oxford, Pergaman Press.

İNTERNET, 2005 http://www.mta.gov.tr/mta_web/ kutuphane/mtadergi/103-104_10.pdf. Aralık, 2005.

İNTERNET, 2005. http://www.mta.gov.tr/mta_web/kutuphane/mtadergi/109_4.pdf Aralık, 2005

İNTERNET, 2005. http://www.maden.org.tr/e-bulten sayı:51 Aralık, 2005

İNTERNET, 2005. http://www.turkishtime.org/sector 1/18 tr.asp Aralık, 2005

İNTERNET, 2005. http://www.intmar.com.tr/pagestr/indexframes/ Mermer_ nedir.htm , Aralık 2005

İNTERNET, 2005. http://www.ayemmadencevre.com/ocak.htm , Aralık 2005

İNTERNET, 2005. http://www.travertenmermer.com/mermerbilgi.htm, Aralık 2005

İNTERNET,2005.http://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de_Mermer_Sekt%C3%B6r%C3%BC, Aralık 2005

İNTERNET, 2006. http://turkishtime.org/35/79_tr_p.asp , Ocak 2006

İNTERNET, 2006. http://www.merfes.com/mermer.htm , Ocak 2006

FENER, M.. (2001), "Niğde Bölgesindeki Formasyonların Deneysel Yöntemler Sonucu Beton Agregası Olarak Kullanıma Uygunluğu" Niğde Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Ekim 2001

KARPUZ, C., ÖZENOĞLU A., TUTLUOĞLU, L., ÜNAL, E., (1986), "Kaya Mekaniği İlkeleri" O.D.T.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilimdalı, Seminer No: 6-7, 50-56s.

KETİN, İ., (1966), "Anadolu'nun Tektonik Birlikleri" M.T.A. Dergisi S:6, 20-34s.

KOÇAL, F.. (1999), "Trabzon-Maçka Başar Taşocağındaki Kireçtaşının Agrega Olma Açısından İncelenmesi", Türkiye 16. Madencilik Kongresi, 279-285s.

KOZLU, H., (1982), "Misis-Andırın Dolaylarının Stratigrafisi ve Yapısal Evrimi, Türkiye 7'nci Petrol Kongresi", Ankara, s. 104-113

KOZLU, H., (1997), "Doğu Akdeniz Bölgesinde Yer Alan Neojen Basenlerinin (İskenderun Misis-Andırın) Tektono-Stratigrafi Birimleri ve Bunların Tektonik Gelişimi", ÇÜ Doktora Tezi, Adana.

ÖNCE, G., (1991), "Madencilikte Kaya Mekaniği" Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Yayınları, No: 103, 30-31s. Eskişehir

TOPAL, T., (2000), "Nokta Yükleme Deneyi ile İlgili Uygulamada Karşılaşılan Problemler" Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 24 (1), 73-86s.

ULUSAY, R., (1994), "Uygulamalı Jeoteknik Bilgileri" Jeoloji mühendisleri Odası yayınları, Yayın No:38, 65s.

ULUSAY, R., GÖKÇEOĞLU, R., BİNAL, A., (1997) "Kaya Mekaniği Laboratuar Deneyleri1", Hacettepe Üniversitesi Ders Notları, Yayın No:3, 53s.

ULUSAY, R., (2001), "Uygulamalı Jeoteknik Bilgileri" Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları, Yayın No: 38, 131s.

TOPALOĞLU, M.. 2003. Maden ve Taşocakları Hukuku, 655 s

T.S.E., 1975. TS 2028 Kayaçların Tek Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini , Nisan 1975 , Ankara

T.S.E., 1975. TS 2029 Kayaçların Üç Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini , Nisan 1975 , Ankara

T.S.E., 1980. TS 3526 Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini , Aralık 1980 , Ankara

T.S.E., 1980. TS 3529 Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini , Aralık 1980 , Ankara

T.S.E., 1981. TS 3624 Sertleşmiş Betonda Özgül Ağırlık,Su Emme ve Boşluk Oranı Tayin Metodu , Temmuz 1981 , Ankara

T.S.E., 1981. TS 3694 Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık Tayini Metodu , Aralık 1981 , Ankara

T.S.E., 1981. TS 3655 Beton Agregalarında Dona Dayanıklılık Tayini , Eylül 1981 , Ankara

T.S.E., 1990. TS 8614 Kaya Mekaniği Deneyleri İçin Kayaç Karot Numunelerinin Hazırlanması Boyut ve Şekil Toleranslarının Tespiti , Aralık 1990 , Ankara

T.S.E., 1990. TS 8615 Kayaçlar - Su Muhtevası, Yoğunluk ve Porozite Tayini, Aralık 1990 , Ankara

T.S.E., 2002. TS 13581 Beton Yapılar-Koruma ve tamir İçin Mamul ve Sistemler-Deney Metotları-Hidrofobik Emprenye ve Dilmiş Betonun Tuz Baskısı Altında Donma Çözülmesinden Sonraki Kütle Kaybının Tayini , Kasım 2002 , Ankara

T.S.E., 2003. TS 706 EN 12620 Beton Agregaları , Nisan 2003 , Ankara

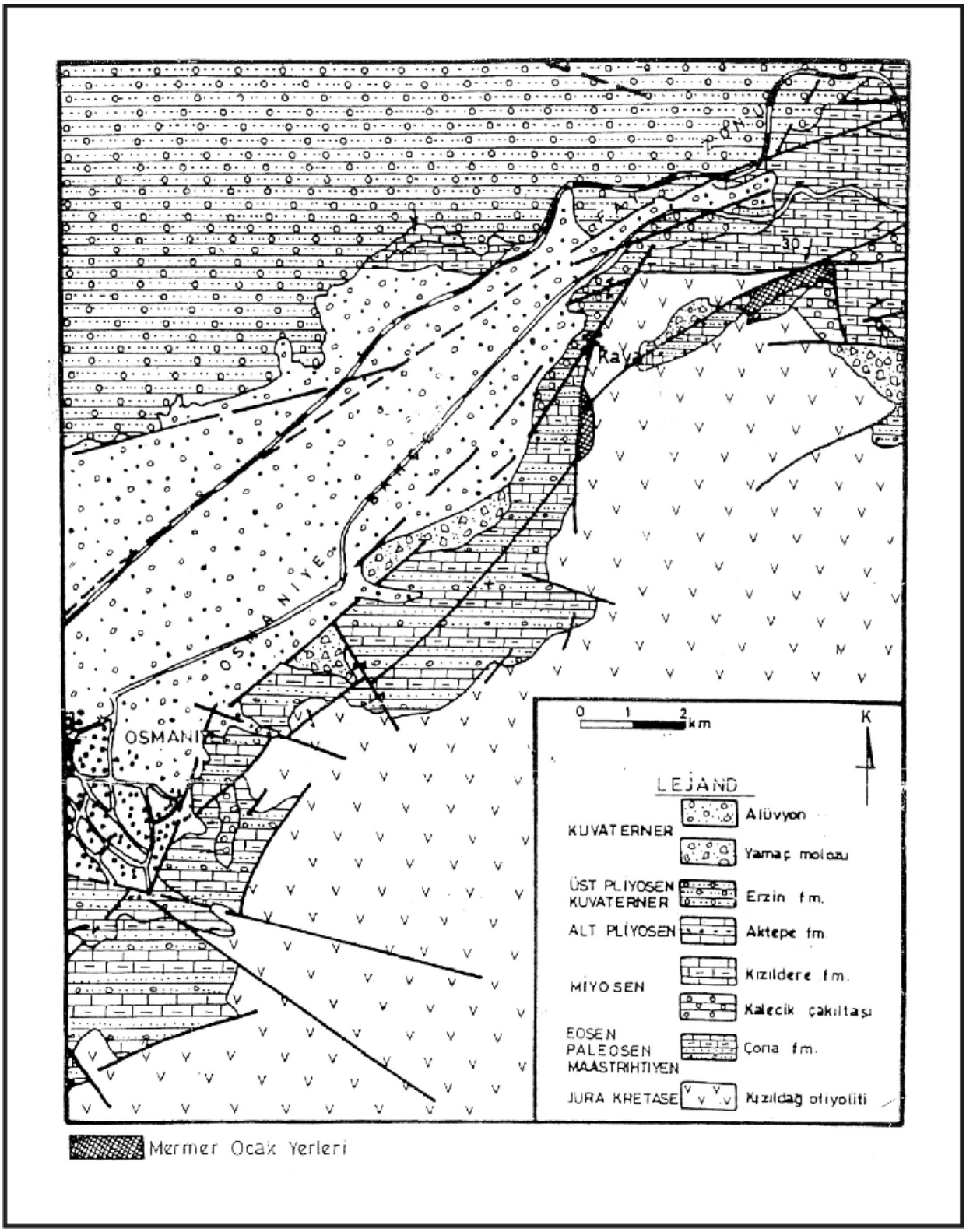
YILMAZ, Y., 1984, Amanos Dağları'nın Jeolojisi: TPAO Arama Arşiv Rap., 1920, 531 s. (yayımlanmamış).

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Elazığ'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Van'da tamamladı. 2002 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü bitirerek Jeoloji Mühendisi oldu.

2002 yılından beri AYEM Maden – Çevre Müh. San. ve Tic. Ltd. Şti' de Jeoloji Mühendisi olarak çalışmaktadır.

EK 1. Çalışma Alanının Basitleştirilmiş Jeolojik Haritası (KILIÇ ve ANIL, 1999).



EK 2. Karotların Numaraları, Çapları, Boyları ve Çap ve Boyların Ortalaması

No	D1 Çap (mm)	D2	D3	D4	D5	D6	D Çap (ort)	L1 Boy (mm)	L2	L3	L4	L Boy (ort)
1	54,12	54,12	54,10	54,11	54,12	54,11	54,11	110,10	110,12	110,11	110,11	110,11
2	54,10	54,10	54,11	54,10	54,12	54,10	54,11	109,11	109,10	109,10	109,10	109,10
3	54,10	54,11	54,11	54,10	54,12	54,10	54,11	108,62	108,65	108,63	108,65	108,64
4	54,12	54,13	54,13	54,11	54,12	54,12	54,12	110,40	110,42	110,41	110,41	110,41
5	54,11	54,10	54,12	54,11	54,11	54,11	54,11	109,42	109,44	109,44	109,44	109,44
6	54,10	54,08	54,10	54,09	54,09	54,08	54,09	108,54	108,55	108,56	108,54	108,55
7	54,11	54,10	54,10	54,09	54,10	54,09	54,10	111,38	110,40	110,40	110,39	110,39
8	54,08	54,08	54,10	54,09	54,10	54,10	54,09	109,98	110,00	110,00	109,97	109,99
9	54,10	54,08	54,08	54,09	54,10	54,09	54,09	109,72	109,74	109,74	109,73	109,73
10	54,11	54,10	54,11	54,09	54,10	54,10	54,10	109,68	109,70	109,70	109,67	109,69
11	54,12	54,10	54,10	54,12	54,12	54,12	54,11	110,71	110,70	110,69	110,70	110,70
12	54,10	54,11	54,11	54,11	54,11	54,11	54,11	109,62	109,62	109,60	109,61	109,61
13	54,11	54,10	54,10	54,09	54,10	54,09	54,10	108,84	108,82	108,84	108,81	108,83
14	54,06	54,06	54,08	54,06	54,07	54,06	54,07	111,26	111,25	111,26	111,24	111,25
15	54,10	54,09	54,12	54,09	54,10	54,08	54,10	108,56	108,56	108,54	108,54	108,55
16	54,10	54,10	54,08	54,09	54,10	54,08	54,09	107,60	107,58	107,59	107,60	107,59
17	54,06	54,06	54,06	54,07	54,06	54,06	54,06	110,09	110,10	110,10	110,11	110,10
18	54,09	54,07	54,09	54,08	54,08	54,08	54,08	110,62	110,58	110,60	110,60	110,60
19	54,09	54,09	54,09	54,09	54,08	54,09	54,09	110,61	110,61	110,60	110,61	110,61
20	54,10	54,09	54,09	54,10	54,09	54,09	54,09	109,79	109,81	109,81	109,82	109,81
21	54,07	54,07	54,08	54,08	54,07	54,06	54,07	110,59	110,62	110,62	110,61	110,61
22	54,10	54,11	54,10	54,10	54,11	54,10	54,10	110,38	110,37	110,36	110,38	110,37
23	54,07	54,06	54,07	54,05	54,08	54,06	54,07	109,89	109,93	109,92	109,92	109,92
24	54,11	54,10	54,09	54,11	54,11	54,10	54,10	110,59	110,59	110,62	110,60	110,60
25	54,08	54,08	54,07	54,06	54,07	54,08	54,07	108,82	108,82	108,80	108,81	108,81
1–25 Arası Numunelerin ÇAP Ortalaması = 54,09								**1–25 Arası Numunenin BOY Ortalaması = 109,76**				
26	42,06	42,05	42,05	42,05	42,07	42,06	42,06	91,20	91,22	91,19	91,19	91,20
27	42,05	42,07	42,05	42,06	42,06	42,06	42,06	90,85	90,84	90,83	90,84	90,84
28	42,09	42,09	42,09	42,07	42,07	42,08	42,08	87,25	87,24	87,25	87,25	87,25
29	42,07	42,05	42,07	42,06	42,07	42,06	42,06	87,53	87,55	87,55	87,56	87,55
30	42,10	42,11	42,11	42,11	42,10	42,11	42,11	91,52	91,50	91,50	91,49	91,50
31	42,07	42,07	42,06	42,07	42,08	42,06	42,07	91,35	91,35	91,35	91,35	91,35
32	42,11	42,11	42,12	42,10	42,11	42,10	42,11	92,55	92,55	92,55	92,56	92,55
33	42,13	42,11	42,11	42,12	42,11	42,12	42,12	91,31	91,32	91,31	91,33	91,32
34	42,10	42,09	42,09	42,09	42,10	42,10	42,10	87,19	87,19	87,18	87,20	87,19
35	42,07	42,08	42,08	42,09	42,07	42,08	42,08	91,30	91,29	91,29	91,28	91,29
36	42,12	42,11	42,12	42,11	42,11	42,10	42,11	90,98	90,97	90,97	90,97	90,97
37	42,06	42,07	42,07	42,06	42,08	42,07	42,07	91,26	91,26	91,24	91,25	91,25
38	42,08	42,08	42,07	42,08	42,08	42,07	42,08	92,02	92,00	92,01	92,00	92,01
39	42,10	42,09	42,09	42,09	42,10	42,10	42,10	85,82	85,81	85,81	85,81	85,81
26-39 Arası Numunenin ÇAP Ortalaması = 42,08								**26-39 Arası Numunenin BOY Ortalaması =90,15**				

EK 3. % Su Ağırlığı, Kuru Birim Hacim Ağırlığı, Doğal Birim Hacim Ağırlığı

Deney Sayısı	V (cm^3)	Ağırlık (gr)	Kuru Numune Ağırlığı (gr)	Su Ağırlığı (%)	Kuru Birim Hacim Ağırlığı gr (dk)	Doğal Birim Hacim Ağırlığı gr (dh)
1	253,20	650,56	647,11	0,533	2,56	2,57
2	250,88	638,64	635,06	0,564	2,53	2,55
3	249,82	642,82	639,56	0,510	2,56	2,57
4	253,99	629,77	625,44	0,692	2,46	2,48
5	251,66	656,41	653,35	0,468	2,60	2,61
6	249,43	651,77	647,90	0,597	2,60	2,61
7	253,75	662,86	659,36	0,531	2,60	2,61
8	252,74	656,58	653,65	0,448	2,59	2,60
9	252,14	664,00	660,25	0,568	2,62	2,63
10	252,15	659,41	656,73	0,408	2,60	2,62
11	254,56	657,12	652,97	0,636	2,57	2,58
12	252,05	656,89	654,37	0,385	2,60	2,61
13	250,17	642,42	638,28	0,649	2,55	2,57
14	255,45	659,47	656,38	0,471	2,57	2,58
15	249,53	641,50	638,44	0,479	2,56	2,57
16	247,23	634,03	630,31	0,590	2,55	2,56
17	252,71	648,64	643,89	0,738	2,55	2,57
18	254,05	655,33	653,02	0,354	2,57	2,58
19	254,17	667,29	662,77	0,682	2,61	2,63
20	252,33	650,39	646,04	0,673	2,56	2,58
21	253,98	658,56	665,00	0,544	2,58	2,59
22	253,71	649,90	645,76	0,641	2,55	2,56
23	252,39	636,11	632,05	0,642	2,50	2,52
24	254,24	651,71	646,87	0,748	2,54	2,56
25	249,85	650,78	647,63	0,486	2,59	2,60
26	126,71	342,74	340,93	0,531	2,69	2,70
27	126,21	320,50	316,80	1,168	2,51	2,54
28	121,34	311,07	307,97	1,007	2,54	2,56
29	121,64	328,38	325,94	0,749	2,68	2,70
30	127,43	330,44	327,57	0,876	2,57	2,59
31	126,98	326,37	323,02	1,037	2,54	2,57
32	128,90	330,39	327,39	0,916	2,54	2,56
33	127,24	330,46	327,35	0,950	2,57	2,60
34	121,37	323,37	321,40	0,613	2,65	2,66
35	126,96	333,73	330,76	0,898	2,61	2,63
36	126,69	341,74	339,46	0,672	2,68	2,70
37	126,84	324,54	320,61	1,226	2,53	2,56
38	127,96	325,60	322,67	0,908	2,52	2,54
39	119,45	307,04	304,33	0,890	2,55	2,57
ORTALAMALAR				**0,679**	**2,57**	**2,59**

EK 4. Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Deneyi Verileri

D Çap (cm)	**L Boy (cm)**	**V Hacin (cm^3)**	**Numune No**	**Suya Doyurulmuş Örneğin ağırlığı (gr)**	**Ağırlıkça Su Emme (%)**	**Hacimce Su Emme (%)**
5,411	11,011	253,20	1	655,54		
5,411	10,910	250,88	2	644,63		
5,411	10,864	249,82	3	648,01		
5,412	11,041	253,99	4	642,10		
5,411	10,944	251,66	**5**	660,90	**1,16**	**3,00**
5,409	10,855	249,43	6	655,01		
5,410	11,039	253,75	**7**	666,38	**1,06**	**2,77**
5,409	10,999	252,74	8	661,57		
5,409	10,973	252,14	9	666,86		
5,410	10,969	252,15	10	662,40		
5,411	11,070	254,56	11	661,24		
5,411	10,961	252,05	12	662,51		
5,410	10,883	250,17	**13**	646,96	**1,36**	**3,47**
5,407	11,125	255,45	14	665,51		
5,410	10,855	249,53	15	650,53		
5,409	10,759	247,23	16	640,37		
5,406	11,010	252,71	**17**	653,77	**1,53**	**3,91**
5,408	11,060	254,05	**18**	663,10	**1,54**	**3,97**
5,409	11,061	254,17	**19**	670,46	**1,16**	**3,03**
5,409	10,981	252,33	20	654,93		
5,407	11,061	253,98	**21**	664,15	**1,40**	**3,60**
5,410	11,037	253,71	22	657,12		
5,407	10,992	252,39	23	647,10		
5,410	11,060	254,24	24	657,47		
5,407	10,881	249,85	25	653,79		
4,206	9,120	126,71	26	344,13		
4,206	9,084	126,21	27	323,48		
4,208	8,725	121,34	28	313,81		
4,206	8,755	121,64	29	329,92		
4,211	9,150	127,43	30	332,58		
4,207	9,135	126,98	31	328,75		
4,211	9,255	128,90	32	332,92		
4,212	9,132	127,24	33	333,51		
4,210	8,719	121,37	34	325,28		
4,208	9,129	126,96	35	336,34		
4,211	9,097	126,69	36	343,35		
4,207	9,125	126,84	37	327,16		
4,208	9,201	127,96	38	328,56		
4,210	8,581	119,45	39	309,85		
ORTALAMALAR =					**1,32**	**3,39**

EK 5. Boşlukların Hacmi, (%) Gözeneklilik, Boşluk Oranı

D Çap (mm)	L Boy (mm)	V Hacim (cm^3)	Numune No	Suya Doyurulmuş Numune Ağırlığı (gr)	Kuru Ağırlık (gr)	Boşluk Hacmi (cm3)	Gözeneklilik (%)	Boşluk Oranı
5,411	11,011	253,20	1	655,54	647,11	8,43	3,329	0,0344
5,411	10,910	250,88	2	644,63	635,06	9,57	3,815	0,0397
5,411	10,864	249,82	3	648,01	639,56	8,45	3,382	0,0350
5,412	11,041	253,99	4	642,10	625,44	16,66	6,559	0,0702
5,411	10,944	251,66	**5**	660,90	653,35	7,55	3,000	0,0309
5,409	10,855	249,43	6	655,01	647,90	7,11	2,850	0,0293
5,410	11,039	253,75	**7**	666,38	659,36	7,02	2,766	0,0285
5,409	10,999	252,74	8	661,57	653,65	7,92	3,134	0,0324
5,409	10,973	252,14	9	666,86	660,25	6,61	2,622	0,0269
5,410	10,969	252,15	10	662,40	656,73	5,67	2,249	0,0230
5,411	11,070	254,56	11	661,24	652,97	8,27	3,249	0,0336
5,411	10,961	252,05	12	662,51	654,37	8,14	3,229	0,0334
5,410	10,883	250,17	**13**	646,96	638,28	8,68	3,470	0,0359
5,407	11,125	255,45	14	665,51	656,38	9,13	3,574	0,0371
5,410	10,855	249,53	15	650,53	638,44	12,09	4,845	0,0509
5,409	10,759	247,23	16	640,37	630,31	10,06	4,069	0,0424
5,406	11,010	252,71	**17**	653,77	643,89	9,88	3,910	0,0407
5,408	11,060	254,05	**18**	663,10	653,02	10,08	3,968	0,0413
5,409	11,061	254,17	**19**	670,46	662,77	7,69	3,026	0,0312
5,409	10,981	252,33	20	654,93	646,04	8,89	3,523	0,0365
5,407	11,061	253,98	**21**	664,15	665,00	9,15	3,603	0,0374
5,410	11,037	253,71	22	657,12	645,76	11,36	4,478	0,0469
5,407	10,992	252,39	23	647,10	632,05	15,05	5,963	0,0634
5,410	11,060	254,24	24	657,47	646,87	10,60	4,169	0,0435
5,407	10,881	249,85	25	653,79	647,63	6,16	2,466	0,0253
4,206	9,120	126,71	26	344,13	340,93	3,20	2,525	0,0259
4,206	9,084	126,21	27	323,48	316,80	6,68	5,293	0,0559
4,208	8,725	121,34	28	313,81	307,97	5,84	4,813	0,0506
4,206	8,755	121,64	29	329,92	325,94	3,98	3,272	0,0338
4,211	9,150	127,43	30	332,58	327,57	5,01	3,931	0,0409
4,207	9,135	126,98	31	328,75	323,02	5,73	4,512	0,0473
4,211	9,255	128,90	32	332,92	327,39	5,53	4,290	0,0448
4,212	9,132	127,24	33	333,51	327,35	6,16	4,841	0,0509
4,210	8,719	121,37	34	325,28	321,40	3,88	3,197	0,0330
4,208	9,129	126,96	35	336,34	330,76	5,58	4,395	0,0460
4,211	9,097	126,69	36	343,35	339,46	3,89	3,070	0,0317
4,207	9,125	126,84	37	327,16	320,61	6,55	5,164	0,0545
4,208	9,201	127,96	38	328,56	322,67	5,89	4,603	0,0483
4,210	8,581	119,45	39	309,85	304,33	5,52	4,621	0,0485
ORTALAMALAR =						**7,79**	**3,840**	**0,0400**

EK 6. Sodyum Sülfat Don Kaybı Deney Sonuçları

Numune Boyutları (mm)	**Başlangıç Ağırlıkları (Go) (gr)**	**Deneyden Sonra Elek Üstünde Kalan Ağ. (G1)**	**Sodyum Sülfat Don Kaybı (%) Kd**	**Toplam Sodyum Sülfat Don Kaybı (%) Kdt**	**Katsayılar**
20 – 40	1004,3	730,4	42,27	39,914	0,5
20 – 25	1001,6	427,7			
10 – 20	500,1	328,2	34,37		0,3
5 – 10	100,6	58,0	42,35		0,2

EK 7. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Deneyi Verileri

Deney Sayısı	**Numune No**	**D Çap (mm)**	**L Boy (mm)**	**Kesit Alanı (mm^2)**	**Yenilme Yükü (kN)**	**Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa)**	**Su İçeriği (%)**
1	38	42,08	92,00	1390,725	35,70	25,670	0,908
2	31	42,07	91,35	1390,064	21,88	15,740	1,037
3	37	42,07	91,25	1390,064	14,60	10,503	1,226
4	33	42,12	91,32	1393,370	13,10	9,402	0,950
5	27	42,06	90,84	1389,404	27,00	19,433	1,168
6	36	42,11	90,97	1392,709	14,90	10,699	0,672
7	25	54,07	108,81	2296,163	37,40	16,288	0,486
ORTALAMALAR =					**23,51**	**15,391**	**0,921**

EK 8. Üç Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi Verileri

Su İçeriği W (%)	**Kesit Alanı (mm^2)**	**Çap D (mm)**	**Boy L (mm)**	**Yanal Basınç σ3 (Mpa)**	**Eksenel Gerilim σ1 (Mpa)**	**Yenilme Yükü F (kN)**
0,748	0,00229	54,10	110,60	1	19,868	45,5
0,737	0,00229	54,06	110,10	3	25,283	57,9
0,468	0,00229	54,11	110,44	5	36,086	83,0
0,673	0,00229	54,09	110,81	7	39,301	90,0
0,681	0,00229	54,09	110,61	10	49,082	112,4

EK 9. Nokta Yükü Dayanım Deneyi Verileri

Örnek No	**Çap D (mm)**	**Yenilme Yükü P (KN)**	**Nokta Yük İndeksi Is (MPa)**
1	42.08	4,10	1,30
2	42.08	9,50	5,36
3	42.08	2,10	1,18
4	42.08	2,60	1,46
5	42.08	1,20	0,67
6	42.08	4,50	2,54
7	42.08	6,50	3,67
8	42.08	6,90	3,89
9	42.08	6,10	3,44
10	42.08	7,00	3,95
11	42.08	5,00	2,82
12	42.08	4,90	2,76
13	42.08	4,90	2,76