ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat TUTUŞ

ÇUKUROVA YÖRESİNDE BULUNAN BAZI MERMERLERE AİT FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇUKUROVA YÖRESİNDE BULUNAN BAZI MERMERLERE AİT FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Murat TUTUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ç.Ü.

FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez ..../..../2007 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Prof. Dr. Mesut ANIL	Doç. Dr. Alaettin KILIÇ	Doç. Dr. Ergül YAŞAR
JÜRİ BAŞKANI	ÜYE	ÜYE

İmza:.....	İmza:.....
Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ	Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ
DANIŞMAN	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: MMF2006YL28

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

ÇUKUROVA YÖRESİNDE BULUNAN BAZI MERMERLERE AİT FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Murat TUTUŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Ahmet M. KILIÇ
Yıl: 2007, **Sayfa:** 77
Jüri: Prof. Dr. Mesut ANIL
Doç. Dr. Alaettin KILIÇ
Doç. Dr. Ergül YAŞAR
Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ
Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ

Bu tez çalışmasında, Çukurova yöresine ait bazı mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla)' da bulunan mermer ocaklarından örnekler alınmıştır. Örnekler mermer kesme atölyesi ve Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği laboratuarında TSE standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Sonraki aşamada, standartlara uygun hale getirilen örneklerin fiziko-mekanik özellikleri saptanmıştır. Son aşamada ise, Fiziko-mekanik özellikler arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi SPSS programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak fiziko-mekanik özelliklerin istatistiksel açıdan birbirleriyle ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Çukurova Yöresi, Fiziko-Mekanik Özellikler, SPSS İstatistiksel Analiz Programı.

ABSTRACT

MSc THESIS

STATISTICAL ANALYSES OF PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTICS ON SOME MARBLES SITUATED IN ÇUKUROVA REGION

Murat TUTUŞ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet M. KILIC
Year: 2007, **Page:** 77
Jury: Prof. Dr. Mesut ANIL
Assoc. Prof. Dr. Alaettin KILIÇ
Assoc. Prof. Dr. Ergül YAŞAR
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ
Assist. Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ

In this study, samples were collected in marble quarries of Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) for determine some physico mechanical properties in Çukurova region. Collected samples accepting were prepared as to Turkish Standards at the marble cutting factory and Laboratory of Mining Engineering department of Çukurova University. At the next phase, the physico-mechanical properties of these the samples suitable for Turkish standarts were determined. In the use of SPSS software, relationship between of physico-mechanical characteristics were evaluated in statistical analyse. As a result statistical relationship between physico-mechanical properties were proved.

Key Worlds: Marble, Çukurova Land, Physico-Mechanical Characteristics SPSS Statisticsel Analyse Software

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans çalışmamda bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, karşılaştığım sorunlara çözüm üreterek, çalışmalarımın olabildiğince sağlıklı sürmesini sağlayan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında tüm laboratuar imkanlarından faydalanmama olanak sağlayan Ç.Ü. Müh. – Mim. Fak. Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mesut ANIL' a teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarımda, yardımlarını esirgemeyen, çalışmanın çeşitli aşamalarında bana destek olan deneyim ve bilgilerinden faydalandığım Araştırma Görevlisi Özgür KESKİN'e, her zaman bana en büyük maddi ve manevi desteği vererek hiçbir yardımı esirgemeyen aile fertlerime, emeği geçen tüm sevdiklerime saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ ……I
ABSTRACT ……II
TEŞEKKÜR ……...III
İÇİNDEKİLER …….....IV
ÇİZELGELER DİZİNİ …….....VII
ŞEKİLLER DİZİNİ …… IX
SİMGELER VE KISALTMALAR ……X
1. GİRİŞ ……...1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR …….....5
2.1. Mermerler Hakkında Genel Bilgiler…….....11
2.1.1. Mermerin Tanımı ……11
2.1.2 Sedimanter Kökenli Mermerler …….....12
2.1.2.1. Travertenler ……13
2.1.2.2. Oniksler ……...14
2.1.3. Metamorfik Kökenli Mermerler ……14
2.1.4. Mağmatik Kökenli Mermerler ……15
3. MATERYAL VE METOT……18
3.1. Materyal …….....18
3.1.1. Mermer Ocakları Hakkında Genel Bilgiler ……18
3.1.1.1. Ocakların Coğrafik Konumları ……..18
3.1.1.2. Ocakların Jeolojik Durumu……19
3.1.2. Laboratuar Çalışmaları ……....21
3.1.2.1. Örneklerin Hazırlanma ……...21
3.1.2.2. Fiziksel Özellikler ……..22
3.1.2.2.(1). Birim Hacim Ağırlık ……22
3.1.2.2.(2). Sonik Hız……....24
3.1.2.2.(3). Özgül Ağırlık……..25
3.1.2.2.(4). Porozite(Gözeneklilik Derecesi)……27
3.1.2.3. Mekanik Özellikler……..27

3.1.2.3.(1). Tek Eksenli Basınç Dayanımı ……...27
3.1.2.3.(2). Darbe Dayanımı……...……..29
3.1.2.3.(3). Eğilme Dayanımı……...30
3.12.3.(4). Nokta Yük Dayanımı ……32
3.1.2.3.(5). Aşınma Böhme Dayanımı ……33
3.2. Metot ……...35
3.2.1. Spss İstatistik Programı (Statistics Package for Society Science) 36
3.2.1.1. Basit ve Kısmi Korelasyon ……36
3.2.1.1.(1). Basit Korelasyon ……...36
3.2.1.1.(2). Amaç ve Özellikleri ……..37
3.2.1.1.(3). Kısmi Korelasyon Katsayısı ……38
3.2.1.2. Basit ve Çoklu Regresyon ……39
3.2.1.2.(1). Basit Doğrusal Regresyon ……39
3.2.1.2.(2). Çoklu Doğrusal Regresyon ……...41
3.2.1.2.(3). Amaç ve Özellikleri ……..41
3.2.1.2.(4). Grafiklerin Yorumlanması……43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ……..….46
4.1. Fiziksel Özellikler …….....46
4.1.1. Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları ……..46
4.1.2. Porozite (Gözeneklilik Derecesi) Deney Sonuçları……46
4.1.3. Sonik Hız Ölçümü Deney Sonuçları……...47
4.2. Mekanik Özellikler ……..49
4.2.1. Tek Eksenli Basma Dayanımı Deney Sonuçları ……...50
4.2.2. Nokta Yük Dayanımı İndeksi Deney Sonuçları ……51
4.2.3. Darbe Dayanımı Deney Sonuçları ……52
4.2.4. Sürtünme Sonrası Aşınma Kaybı (Böhme) Deney Sonuçları ……53
4.2.5. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları ……...54
4.3. Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Analizi ……55
4.3.1. Fiziko-Mekanik Özelliklerin Kendi Aralarındaki İstatistiksel Analizi ..55
4.3.2. Tüm Fiziko-Mekanik Özelliklerin İstatistiksel Analizi ……..57
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER ……..70

KAYNAKLAR …….72
ÖZGEÇMİŞ ……..77
EKLER

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 4.1. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Birim Hacim Ağırlık Değerleri……...47
Çizelge 4.2. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Porozite Değerleri……...48
Çizelge 4.3. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Sonik Hız Değerleri……49
Çizelge 4.4. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Tek Eksenli Basma Dayanım Değerleri…….……50
Çizelge 4.5. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Nokta Yükü İndeksi Dayanım Değerleri……51
Çizelge 4.6. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Darbe Dayanım Değerleri……...52
Çizelge 4.7. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Böhme Aşınma Dayanım Değerleri…….……...53
Çizelge 4.8. Osmaniye, Kozan, Karaisalı, Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Eğilme Dayanım Değerleri ……54
Çizelge 4.9. Fiziko-Mekanik Özelliklerin Kendi Aralarındaki İstatiksel Analiz Sonuçları ……...…….56
Çizelge 4.10. Birim Hacim Ağırlıklar ve diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları …….……...59
Çizelge 4.11. Poroziteler ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları……61
Çizelge 4.12. Tek Eksenli Basma Dayanımları ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları ……63
Çizelge 4.13. Nokta Yük Dayanımları ve diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları ……65
Çizelge 4.14. Sonik Hızlar ve diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları ……...…….66

Çizelge 4.15. Eğilme Dayanımları ve diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları …….……68
Çizelge 4.16. Darbe Dayanımları ve Böhme Aşınma Dayanımları Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları……...…….69

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Yer Bulduru Haritası…….....19
Şekil 3.2. Kozan Bej İçin Hazırlanan Örnekler…….…….22
Şekil 3.3. Osmaniye Vişne Çürüğü İçin Hazırlanan Örnekler…….....23
Şekil 3.4. Birim Hacim Ağırlık Deney Aleti…….…….24
Şekil 3.5. Sonik Hız Ölçmede Kullanılan Pundit Aleti …...…….…….26
Şekil 3.6. Ele Autotest 3000 Hidrolik Pres …….....29
Şekil 3.7. Darbe Dayanımı Deney Aleti …...…….31
Şekil 3.8. Eğilme Dayanımı Deney Aleti …….……..32
Şekil 3.9. Nokta Yük Dayanımı Deney Aleti …….....34
Şekil 3.10. Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kaybı Deney Aleti…...…….35
Şekil 3.11. Matrix Diyagramı…….....44
Şekil 4.1. Sonik Hızlar Arasındaki İlişki……..57
Şekil 4.2. Birim Hacim Ağırlıklar-Tek Eksenli Basma Dayanımları……...60
Arasındaki İlişki
Şekil 4.3. Poroziteler-Tek Eksenli Basma Dayanımları Arasındaki İlişki……62
Şekil 4.4. Tek Eksenli Basma Dayanımları-Nokta Yük Dayanımları……..64
Arasındaki İlişki
Şekil 4.5. Nokta Yük Dayanımları-Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki…….66
Şekil 4.6. Sonik Hızlar- Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki……..67
Şekil 4.7. Eğilme Dayanımları- Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları….68
Arasındaki İlişki
Şekil 4.8. Darbe Dayanımları-Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları……69
Arasındaki İlişki

SİMGELER VE KISALTMALAR

B.H.A. : Birim Hacim Ağırlık,

T.E.B. : Tek Eksenli Basma Dayanımı,

N.Y. : Nokta Yük Dayanımı,

S.H. : Sonik Hız,

E.D. : Eğilme Dayanımı,

D.D. : Darbe Dayanımı,

B.A.D.: Böhme Aşınma Dayanımı,

1. GİRİŞ

Doğal yapı taşları, petrografik ve teknolojik yönlerden yapılarda kullanılmaya elverişli olan, çeşitli minerallerin bir araya gelmesiyle doğal olarak meydana gelen mineral topluluğudur. Doğal taşların duvarlarda kullanılmasıyla mimari yönden estetik görünümler elde edilebilir. Doğal taşlar renk, doku yönüyle yapılara çeşitli özellikler kazandırmasının yanında, kaplama ve taşıyıcı bir eleman olarak da kullanılabilir (Yılmaz ve Safel, 2004).

Doğal yapı taşları renk ve doku özelliğine göre; estetik görünümlü, homojen yapılı fiziksel-mekanik-kimyasal etkilere dayanıklı, oyma ve süslemelerin yapılabilmesi için yeterli dayanıma sahip olmalıdır. Yapı malzemesi olarak kullanılacak doğal taşlarda; tasarımcıların, mühendislerin, mimarların ve uygulamacıların, TS 699'a (Doğal Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları) göre bilinmesi gereken fiziksel ve mekanik deneyleri nasıl yapılacağı belirtilmiştir (Koçu, 2006).

Doğal taşların yapı ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaya başlanması dünya doğal taş üretiminin artmasına neden olmuştur. Özellikle son on yılda görülen artış, kazanım ve işleme teknolojisindeki gelişmelere paralellik göstermektedir. Giderek daha mükemmel hale getirilen işleme teknikleri ile taş, kolay ve ekonomik olarak istenen şekilde işlenmekte ve yeni kullanım alanları bulmaktadır. Doğal taştan malzemelerin mimar ve tasarımcılar tarafından daha fazla tercih edilmesi dünyadaki tüketici sayısının artmasına neden olmuştur. Önemli ölçüde düşen piyasa fiyatları, ekolojik ve estetik görünümlü malzemelere olan ilginin artması da tüketimin artmasına yardımcı olmuştur. Uzmanlar gelecek yıllarda bu gelişmenin süreceği tahmininde bulunmaktadırlar. Dünya doğal taş rezervleri incelendiğinde Alp-Himalaya kuşağı içinde kalan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan gibi ülkelerde karbonatlı kayaç (mermer, kireçtaşı traverten ve oniks) rezervlerinin fazla olduğu görülmektedir. İspanya, Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika'da ise işletilebilir magmatik kayaç (sert taş) rezervlerinin yoğunlaştığı dikkati çekmektedir. Dünya

doğal taş üretiminin %44'ü Asya'da, %42'si ise Avrupa' da yapılmaktadır. En fazla üretim %23 payla Çin'de ve %11 payla Hindistan' da yapılmıştır (Tümmer, 2004).

Doğal taş sanayisi mermer, granit gibi asal taşlar ile kireçtaşı, traverten, serpantin, diyabaz gibi doğal taşlardan oluşmaktadır. Kullanım alanı oldukça yaygın ve çeşitli olan doğal taşların, dünya tüketimi ve ticareti, yıldan yıla hızla artmaktadır. Bu nedenle doğal taş sektörü, dünyanın en hızla gelişen sektörlerin başında gelmektedir. Dünya doğal taş pazarı incelendiğinde; her üretilen ürün türüne ve kalitesine talep olduğu görülebilmektedir. Sektörde yaklaşık 1000 adet mermer ocağı, küçük ve orta ölçekli 1500 fabrika ve 7500 atölyede yaklaşık 250000 kişi istihdam edilmektedir. Ocakların %90'ı Anadolu'nun batısında, Ege ve Marmara Bölgesinde yoğunlaşmıştır. Mevcut ocakların %27'si Balıkesir, %24'ü Afyon, %12'si Bilecik, %8'i Denizli, %6'sı Muğla ve %4'ü Eskişehir illerinde yer almaktadır. Bu bölgede üretilen bütün üretimin %65'ini oluşturmaktadır (Stone, 2007).

Türkiye' de mermer üretimi son yıllarda büyük bir artış göstermektedir. Geniş bir kullanım alanına sahip ve ithal girdiye dayanmayan nadir sektörlerden birisi olan doğal taş sektörünün rezervleri ve çeşitleri yönünden Türkiye bugün dünya üretiminin %70 'ini gerçekleştiren ilk 7 ülke arasında yer almaktadır. Dünyadaki 15 milyar m^3 mermer rezervlerinin %33'ünün Türkiye'de olduğu tahmin edilmektedir. Toplam rezervi 13,9 milyar ton civarındaki görünür rezervi, dünya tüketimini 80 yıl karşılayabilecek düzeydedir (Tümmer, 2004).

Türkiye 'de mermer, çoğunlukla inşaat sektöründeki canlanmaya paralel olarak artış göstermektedir. Üretimin büyük bir kısmı özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. 2005 yılı ham mermer üretimi %31 artış göstererek 1,58 milyon ton m^3 değerine ulaşmıştır. Ton cinsinden Türkiye'nin ham blok mermer üretimi yaklaşık 2 milyon tondur. Son yıllarda ham blok mermer üretiminde görülen bu artış ihracata da yansımıştır. 2005 yılındaki toplam mermer ihracatı yaklaşık 370 milyon ABD dolarıdır. İhracat bir önceki yıla oranla %20 artmıştır. İhracatta işlenmiş mermerin payı %72,6 'dır. %22,8 ile mermer ham blok ve %4,6 ile mermer ham plakalar ihracatta payı olan öteki mermer türleridir (Stone, 2007).

Türkiye'de doğal taş üretiminde önemli bir yere sahip olan traverten Marmara, Ege, İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Türkiye

genelindeki traverten rezervi yaklaşık 1 milyar m^3' tür. Yaklaşık 1,5 milyon m^3 düzeyinde olan oniks rezervleri yalnızca Güney Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde yer almaktadır. Son altı yılda 1 milyar dolar düzeyinde traverten ihracatı yapılmıştır. Bu ihracatın %93,6' sı işlenmiş taşlardan oluşmaktadır. 2005 yılında traverten ihracatı bir önceki yıla göre %28 oranında artarak 357 milyon ABD dolar düzeyinde gerçekleşmiştir.

Türkiye'de mermer üretiminin artması, daha modern bir düzeye ulaşması için mevcut bir takım sorunların ortadan kaldırılması gerekir. Mermer sektörü ile ilgili en önemli sorun yatırım konusunda finansman sağlamanın zor oluşudur. Türkiye'nin zengin ve kaliteli mermer yataklarının üretime geçememesinin en önemli nedeni olarak dikkati çekmektedir.

Bir mermer ocağının tam anlamıyla işletme faaliyetine geçmesi, yatırımlar açısından pahalı ve zaman alıcıdır. Maden kanununa göre, arama dönemi ruhsat alımı, harçlar, işletme izni ve işletme ruhsatı alımı, sevk fişleri gibi pek çok bürokratik aşamalar ve çalışmalar gerekmektedir. Bu tür işlemler zaman alıcı olup yatırımları geciktirmektedir.

Ülkemizin jeolojik yapısı nedeniyle mermer yatakları yükselti alanlarında tepelerde bulunmaktadır. Bu nedenle ulaşım yatırım maliyetleri yüksektir. Ayrıca blok çıkartılması ve plaka üretimi için makine fiyatları oldukça yüksek olup sağlanan krediler yetersiz kalmakta ve faiz oranları yüksek olmaktadır.

Diğer önemli bir sorun mermercilik alanında kalifiye eleman ve teknik eleman bulmanın zor oluşudur. Çünkü üretim aşamasından pazarlama aşamasına kadar iyi bir iş kolunun oluşturulması ve sistemli olması gerekmektedir.

Çukurova yöresi mermerleri ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, Türkiye ekonomisine katkısının önemli değerlere ulaşmadığı görülmektedir. Bunun sebebi Türkiye'de birçok bölgede bej mermer üretiminin yapılmasıdır. Bunun yanında plaka boyutları, cila alma, blok boyutları ve renk çeşitliliği diğer bej mermerlerine oranla daha zayıftır. Bu bölgede üretilen bej mermerlerinin çoğu Çukurova yöresinde tüketilmektedir. Bölgedeki firmalar yurt dışı piyasasına giremediklerinden dolayı tamamıyla iç piyasaya yönelmişlerdir. Bu nedenle firmalar gelir ve giderlerini dengelemek açısından fiyat artışına gitmektedir. Bu fiyat artışı piyasaları olumsuz

yönde etkilemiş bölgeye diğer bölgelerden bej mermer girişi yapılmaya başlanmıştır. Özellikle son zamanlarda Muğla mermeri bu konuda dikkati çekmektedir. Muğla mermerinin tercih edilme nedeni, ucuz ve kullanışlı olmasıdır.

Çukurova bölgesine giren granit mermerleri, piyasayı olumsuz yönde etkilemiştir. En çok etkilenen mermer çeşidi beyaz mermerlerdir. Granit mermerinin kullanımının az olduğu dönemlerde Afyon mermerleri kullanılırdı. Granit mermer fiyatlarının Afyon mermerine göre düşük olması sebebiyle granit mermer kullanımı artmaktadır. Özellikle granit mermeri banka, iş merkezi, apartman girişleri gibi insan trafiğinin yoğun olduğu yerlerde merdiven basamağı ve yer döşemesi olarak aşınmaya karşı gösterdiği direnç bakımından bej mermerlerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Azizoğlu, 2005).

Bu bilgiler ışığında Çukurova yöresi mermerleri değerlendirilmeye alınmıştır. İncelemeler sırasında fiziko-mekanik özellikler belirlenmiş ve standartlarla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında, ilk aşama da konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar araştırılmış, diğer bölümde ise mermerlerle ilgili geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Materyal ve metot kısmında çalışma alanları, laboratuarda yapılan deneyler hakkında bilgiler verilmiş ve ayrıca istatistiksel analiz programı SPSS hakkında bilgiler sunulmuştur. Çalışmanın son aşamasını oluşturan, araştırma bulguları kısmında ise, laboratuar bulgularına yer verilmiş ve deney sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Schmidt (1975)'de yaptığı "Stratigrahic Nomenclature for the Adana Region Petroleum Discrict" başlıklı çalışma ile Adana bölgesinin stratigrafik özelliklerini belirleyerek petrol olanaklarını araştırmıştır.

Selley (1978)'de yaptığı "Ancient Sedimentry Enviroments " çalışmasıyla Karakılıç köyü'nün içerisinde bulunduğu Gildirli formasyonuna ait Fasiyesleri incelemiştir.

Yetiş (1986), "Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü" çalışmasıyla Karaisalı yöresini de içine alan geniş bir araştırma yaparak Adana bölgesinin jeolojik yapısı hakkında istenilen her türlü bilginin edinilmesine yardımcı olmuştur.

Kuşçu (1990)'da yaptığı "Belence (Eğridir-Isparta) Siyah Mermer Yataklarının Ekonomik Jeolojisi" çalışmasında, Belence siyah mermerlerinin jeolojik, mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemiş ve TSE standartları çerçevesinde yorumlamıştır. Siyah mermerlerin kalsit kristallerinden oluştuğunu, az miktarda kuvars ve opak mineral içerdiğini belirlemiştir. Mermerlerin teknolojik açıdan levha haline gelebilme ve cila kabul etme özelliklerinin iyi olduğunu belirlemiştir.

Tüdeş ve arkadaşları (1991)'de yaptıkları "İkizdere (Rize) Yöresindeki Granitik Kayaçların Mermer Olarak Kullanılabilirliği" adlı çalışmalarında, granodiyoritlerin jeomekanik özelliklerini arazi ve laboratuar çalışmalarıyla belirlemişlerdir.

Arazi çalışmaları sonunda granodiyoritin orta ve seyrek çatlaklı, geniş açıklıkta ve çatlak yüzeylerinin hafif pürüzlü olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda granodiyoritin yapı, iç ve dış kaplama malzemesi olarak kullanıma uygun olduğunu saptamışlardır. Ayrıca blok ve plaka verme durumu, uç kenar köşe kesilmesi ve cila alma yeteneğinin de oldukça iyi olduğunu saptamışlar ve Keçikaya granodiyoritinin mermer olarak kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır.

Ersoy (1991), Konya-Ladik mermerlerinin jeomekanik özellikleri ve işletmeciliği konulu bir çalışma yapmış ve bu yörede yer alan gri-beyaz renklerdeki

iki mermer örneğinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemiş ve sınıflandırmıştır. Ersoy, bu çalışma sonucunda Ladik yöresindeki mermerlerin iç ve dış duvar kaplaması, tezgah masa üstü ve özel iç dekorasyon malzemesi olarak kullanılabileceğini, ancak sürtünme ile aşınma oranının yüksek olması nedeniyle kristal boyutlarına göre gri-mavi mermerlerin orta, beyaz mermerlerin ise orta-düşük sınıfa dahil olduklarını, işlenme özellikleri, jeolojik kusurlarına göre A sınıfı mermer olduklarını belirlemiştir. Daha sonra mermer işletme yöntemi olarak elmaslı tel testere yöntemi ile üretimi önermiştir.

Ünver (1992)'de yapmış olduğu çalışma ile Cassapi'nin 1987 yılında yapmış olduğu deney verilerini kullanılarak bilgisayar ortamında gerekli olan kesme kuvvetinin ve kesici testerede oluşan aşınma oranının hesaplanabilmesi için, çok değişkenli regresyon yöntemi kullanılarak modeller ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmada, kesme kuvvetinin tahmin edilebilmesi için oluşturulan modelde, Shore sertlik indeksi ve konik nokta sertlik indeksi, kuvars tane boyutu ve plajiyoklaz tane boyutu yer almıştır. Bu modellerin geçerliliklerinin sağlaması yapılırken, sadece korelasyon katsayılarına bakılarak değerlendirme yapılmıştır.

Karakuş (1999), Diyarbakır'ın Lice ilçesindeki mermer fabrikasında ST' ler üzerinde 4 çeşit kayaç için performans ölçümleri yapmış ve mermerlerin kesilebilirlik parametrelerini incelemiştir. Karakuş, Diyarbakır mermerlerinin öncelikle fiziksel, mekanik ve mineralojik özelliklerini belirlemiştir. Malzeme özelliklerinin net kesme enerjisi ile ilişkisini araştırmak için istatistik programı kullanılarak kesme enerjisini etkileyen kayaç mekanik özelliklerinin basma dayanımı çekme dayanımı ve nokta yük dayanımı olduğu görülmüştür. İstatistiksel çalışmalar göstermiştir ki malzeme sağlamlaştıkça kesme enerjisi artmaktadır.

Erdoğan (2001)' de yaptığı çalışmasında, Çukurova bölgesindeki kayaçların mühendislik özelliklerini belirlemiş ve yapı kaplamacılıkta kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu amaçla 7 farklı yapı ve kaplama kayacının fiziko-mekanik özelliklerini belirlemiş ayrıca ısıya dayanıklılıkları üzerinde çalışmıştır.

Özpınar ve arkadaşları (2001)'de yaptıkları çalışmalarında, Kocabaş (Denizli) travertenlerinin jeolojik incelemesini yapmışlar ve fiziko-mekanik özelliklerini

belirlemişlerdir. Bu amaçla fiziko-mekanik deneyler, agrega deneyleri ve beton karışım hesaplamaları yapmışlardır.

Yavuz ve arkadaşları (2002)'de yaptıkları çalışmalarında, Muğla yöresi mermerlerinin mineralojik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Mermerlerin mineralojik incelemeleri ince kesitler üzerinde, polarizan mikroskopta yapılmıştır. Mermerlerin mineral yüzdelerini polarizan mikroskoba monte edilen nokta sayıcı aleti ile belirlemişlerdir. Kimyasal analizler için atomik absorbsiyon kullanmışlardır. Ancak yüksek oranda MgO içeriği belirlenen dört numunenin XRD' sini çektirmişlerdir. Ayrıca mermerlerin fiziko-mekanik özelliklerini belirlemişlerdir.

Yaşar ve Erdoğan (2002)'de yapmış oldukları Adana ve yöresinde inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan 6 farklı yapı ve kaplama kayacı üzerinde yapılan Schmidt ve Shore sertlik değerleri ile fizikomekanik özellikleri arasında istatistiksel ilişkileri tespit amaçlı çalışmalarında, porozite ve darbe dayanım değerlerinin korelasyon katsayısının düşük olduğunu belirlemiş ve bunu kayaç içerisindeki boşlukların varlığına bağlamışlardır.

Yaşar ve Erdoğan (2003)'de yaptıkları diğer bir çalışmada, Çukurova Bölgesinde 8 farklı yapı ve kaplama kayaçlarında P dalga hızının fiziko-mekanik özelliklerle olan ilişkisini incelemişlerdir. Deneyler sonucunda kayaç yapısında bulunan süreksizliklerin, boşlukların, mikro ve makro yapıdaki kırık ve çatlakların dalga iletim hızlarını olumsuz yönde etkilediğini ve bu olumsuzlukların kayacın dayanımında meydana gelen azalma ile de kendini gösterdiğini belirtmişlerdir. Dalga hızlarına bağlı olarak belirlenen deneye dayalı bağlantılar ile kayaçların diğer mekanik özelliklerinin tahmin edilebildiğini belirtmişler ve bu yöntemin basitliği kolay uygulanabilirliği gibi özelliklerden dolayı madencilik alanın da rahatça kullanılabileceğini önermişlerdir.

Çiftepala ve arkadaşları (2003)'de yaptıkları çalışmalarında, Meşe Bağları (Toplu köy-Çermik-Diyarbakır) kireçtaşı mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla, Meşe bağları yöresinden aldıkları kireçtaşı ve mermer örneklerini TSE 699 TSE 1910 ve TSE 2513'e göre deneylere tabi tutmuşlar ve bu kireçtaşı mermerlerinin fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini belirleyerek uygun kullanım alanlarını ortaya çıkarmışlardır.

Çavumirza ve arkadaşları (2003)'de yaptıkları "Mucur (Kırşehir) Yöresi Kireçtaşı Mermerleri ve Travertenlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri" adlı çalışmalarında, Mucur yöresi kireçtaşı mermer ve travertenlerinin mineralojik, petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemeyi ve TSE standartlarına göre uygun kullanım alanlarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır.

Uysal ve arkadaşları (2003), bazı mermer türlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyerek, inşaatlarda yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla mermerlere bir dizi deneyler uygulamışlardır. Daha sonra elde ettikleri sonuçları TSE standartları ile karşılaştırmış ve mermerlerin yer döşemesi, duvar kaplaması, merdiven basamağı kullanım alanlarına uygunluğunu araştırmışlardır. Son olarak da mermer türlerinin tekno-mekanik özelliklerinin üretimde kalite kontrolünün sağlanmasına ve üretim sürecinin iyeleştirilmesine yönelik etkilerini vurgulamışlardır.

Altındağ ve Güney (2004)'de yaptıkları "Numune Boyutunun Shore Sertliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi" adlı çalışmada, 7 farklı kayaçtan değişik boyutlarda hazırladıkları 144 prizmatik numuneyi test ederek SH değerlerini belirlemiş ve bunları dikkate alarak en az standart numune hacmini belirlemişlerdir. Ayrıca SH değerlerinin kayaçların diğer mekanik özelliklerinin ampirik olarak belirlenmesinde yararlanılabilirliğini ortaya koymuşlardır.

Çelik (2004)'de yaptığı bir çalışmasında, mermer ocakları ve işleme tesislerinden oluşan mermer blok ve levha üretimini araştırmıştır. Bu amaçla mermer parçalarını kırma ve eleme işlemlerinden geçirmiş ve çeşitli tane gruplarına ayırmıştır. Bağlayıcı olarak beyaz portland çimentosu kullanmıştır. Daha sonra mermer agregalarını karıştırma, kalıplama ve presleme işlemlerinden geçirmiştir. Son olarak örneklere çeşitli deneyler uygulayarak özelliklerini belirlemiştir.

Kun ve Onargan (2004)' de yaptıkları çalışmalarında, granit ve granodiyorit türü kayaçlara tekno-mekanik, petrografik ve kimyasal testler uygulamışlar ve kayaçların Shore indeks değerlerini, kayaç ve mineral bazında tespit etmişlerdir. Bu indeks değerlerinin diğer parametrelere bağlı olarak değişimini araştırmışlardır.

Kekeç ve arkadaşları (2004)'de yaptıkları çalışmalarında, kayaçların doku özellikleri ile kırılma ve öğütülme özellikleri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışmalarında mermer granit traverten ve andezit olmak üzere 4 çeşit kayaç

kullanmışlardır. Kayaçların petrografik, mekanik ve kırılma özelliklerini belirlemek için kayaçlara sertlik, gözeneklilik, nem içeriği, yoğunluk, nokta yükleme dayanımı, petrografik analizler ve kırılma öğütülme deneyleri uygulamışlardır.

Bilger (2004), "Karakılıç Köyü (Karaisalı-Adana) Kireçtaşı Mermerlerinin Tekno-mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi" adlı çalışmasıyla, mermerlerin tekno-mekanik özelliklerinin TSE standartlarına uygun olduğunu saptamıştır.

Laçinbala (2004)'de yaptığı "Ceyhan Beji Mermerlerinin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi" adlı çalışmasında, Ceyhan Beji'ni detaylı olarak incelemiş mermerlerin fiziko-mekanik özelliklerinin standartlara uygun olduğunu, blok verebildiğini, açık bej, pembe bej ve koyu bej renk karışımıyla renk ve desen durumunun iyi olduğunu doğal yapı ve kaplama taşı olarak kullanılabileceğini saptamıştır.

Kılıç ve arkadaşları (2004), Diyarbakır yöresi mermerlerinin kesilebilirlik parametrelerini incelemiş ve bu amaç doğrultusunda ST tip makinelerin farklı cins mermerlerin kesimi esnasında ki performanslarını göz önüne alarak istatistiksel analizini yapmışlardır. Sonuçta mermerlerin net kesme enerjisinin mekanik özelliklerle olan ilişkisini saptamışlardır.

Yavuz ve arkadaşları (2005)'de yaptıkları çalışmalarında, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Menderes masifi mermerlerinin malzeme özelliklerini belirlemişlerdir. Ayrıca İtalyan ve Yunan mermerlerinin literatürdeki özelliklerini kullanarak birbirleri arasındaki ilişkileri kurmuşlardır. Mermerlerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini belirlemişlerdir.

Azizoğlu (2005)'de yaptığı "Çukurova Bölgesindeki Mermer Ocaklarının Pazar Durumu ve Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi" adlı çalışmasında, bölgedeki mermer ocaklarının pazar durumunu incelemiş ve bölgeye giren granit mermerlerinin bölgede üretilen bej mermerlerinin piyasasını olumsuz yönde etkilediğini saptamıştır.

Wong ve arkadaşları (2005)'de yaptığı "Microcrack Statistics, Weibull Distribution and Micromechanical Modeling of Compressive Failure in Rock" adlı çalışmalarında, Yuen Long mermer örnekleri kullanılmış, kırık ve çatlakların element dağılımlarının basınç dayanımı üzerine etkileri istatistiksel olarak ortaya konmuş ve tane boyutu arttıkça basınç dayanımın arttığı sonucuna varılmıştır.

Mahmutoğlu (2005)'de yapmış olduğu " The Effects of Strain Rate and Saturation on a Micro-cracked Marble" adlı çalışmasında, kırık, çatlak, doygunluk derecesi ve zamanın kaya parametrelerini etkilediğini laboratuar ortamında belirlemiştir. Ayrıca, Muğla mermerinin sıcaklık altında ki davranışını belirlemiş ve sıcaklık arttıkça porozitenin arttığını ancak basınç dayanımının azaldığını ortaya koymuştur

Gordillo ve Perez (2005)'de yapmış oldukları "Effects of Thermal Changes on Macael Marble: Experimental Study" adlı çalışmada, büyük yapılarda sütun olarak kullanılan Macael mermerlerinin belirli sıcaklık altında değişimini gözlemlemiş ve fiziksel özelliklerini laboratuar ortamında yapılan çalışmalarla belirlemişlerdir..

Yavuz ve arkadaşları (2005)'de yapmış oldukları "Geological Parametres Affecting the Marble Production in the Quarries along the Southern Flank of the Menderes Masif, in SW Turkey" adlı çalışmada, Türkiye'nin Menderes masiflerini çevreleyen Muğla mermerlerinin jeolojik parametrelerini yani yataklanma, tabakalanma, kalsit kristalleşmeleri ve dolgu minerallerini incelemiş üretime etkisini ortaya koymuştur.

Sarpün ve Kılıçkaya (2006)'da yapmış oldukları "Mean Grain Size Determination in Marble by Ultrasonic First Backwall Echo Height Measurements" adlı çalışmada, Ultrasonic Relative Attenuation (URA) method mermer örnekleri üzerinde kullanılmış yansıma yoluyla tane boyutu saptanmış ve grafiklerde en yüksek yansıyan tane boyutu işaretlenmiştir. Elde edilen değerler elektron mikroskobunda karşılaştırılmış ve %10' dan daha az bir fark ortaya çıkarılmıştır.

Yetiş ve arkadaşları (2006)'da yaptıkları çalışmalarında, Değirmenci Uşağı (Kozan) dolaylarında karbonatların mermer olarak değerlendirilmesini incelemişler ve mermerlerin sertlik, renk, gözeneklilik, su emme oranı, özgül ağırlık, yüzey parlaklığı, kesilmeye ve aşınmaya karşı direnç gibi özelliklerini belirlemişlerdir.

Yetiş ve arkadaşları (2006)'da yaptıkları diğer bir çalışmada, Sarıkaya (Feke-Adana) Bölgesi Karbonatlarının Mermer Olarak Değerlendirebilirliğini incelemişlerdir. Bu amaçla hazırlanan örneklerin petrografik ve temel mühendislik özelliklerini belirlemişlerdir.

Kılıç ve Keskin (2007)'de yaptıkları "Bazı Granitlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi" adlı çalışmalarında, granitin yapılarda dış cephe kaplama ve bina içi yer döşemelerinde kullanılan bir kayaç olduğunu, iri taneli olmasının ona estetik bir değer kazandırdığını, fiziko-mekanik özelliklerinin diğer kesilip parlatılabilen kayaçlara göre oldukça yüksek olduğunu belirlemiş, ülkemizde granit üretiminin Marmara, Ege, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Orta ve Doğu Karadeniz bölgelerinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Bu amaçla, Ege Bölgesi'nde üretilen Bergama Gri, İç Anadolu Bölgesi'nde üretilen Aksaray Yaylak, Trakya Bölgesi'nde üretilen Balaban Green ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde üretilen Giresun Vizon granitlerinin, fiziko-mekanik özelliklerinden, birim hacim ağırlık, tek eksenli basma dayanımı, nokta yük dayanım indeksi, darbe dayanımı, yüzeysel aşınma kaybı, eğilme dayanımı ve çekme dayanımı değerleri yapılan laboratuar çalışmaları ile tespit edilmiş ve bulunan fiziko-mekanik değerler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Çınar (2007)'de yaptığı "Osmaniye Çağşak Amanos Kırmızı Mermerlerinin Fiziko-mekanik Özelliklerinin Araştırılması" adlı çalışmada Amanos Kırmızı mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerini belirlemiş ve yapı malzemesi olarak kullanımı için uygun özellikler sunduğunu saptamıştır.

2.1. Mermerler Hakkında Genel Bilgiler

2.1.1. Mermerin Tanımı

Mermer, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının ısı ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak yeniden kristalleşmesiyle oluşan metamorfik kayaç olarak tanımlanmaktadır.

Ticari ve endüstriyel anlamda ise mermer tanımlanması çok geniş bir anlam taşımaktadır. Blok verebilen, kesilerek parlatılıp cilalanabilen, dayanıklı ve göze hoş görünen her türlü kayaç (magmatik, metamorfik, sedimanter) mermer olarak tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Örneğin iyi cila kabul eden kireçtaşları, tektonik breşler ve pudingler, traverten ve oniks mermerlerinden başka granit, diabaz, lösitli siyenit ve serpantinitler gibi magmatik kayaçlar da bu nedenle mermer terimi içerisine girmektedirler. Bununla beraber mermerlerin değerlendirilmesinde

jeolojik, mineralojik, petrografik, yapısal ve jeomekanik unsurlar ile teknolojik özellikler etkilidir (Görgülü, 1994).

Günümüzde mermerler ve mermer olarak kabul edilen taşları dört ana grupta toplamak mümkündür.

I .Sedimanter kökenli mermerler,

II. Metamorfik kökenli mermerler,

III Magmatik kökenli mermerler.

2.1.2. Sedimanter Kökenli Mermerler

Tortullaşma olayının çeşitli yolları ile oluşan kayaçlara da tortul kayaçlar veya sedimanter kayaçlar adı verilir. Bu tür kayaçlar genelde tabakalıdırlar ve fosil içerirler. Tortul kayacın oluşumu için aşınma, ayrışma, kırıklanma, parçalanma veya yok olma yolları ile çeşitli boyutlarda parçalara ayrılabilen kayaçlara veya canlı organizmalara yani yeni bir kaynağa ihtiyaç vardır. Kaynak kayaç magmatik, metamorfik veya tortul kayaç olabilir. Kaynaktan çeşitli nedenlerle kopan parçalar genellikle uzaklara sürüklenir. Taşınma çoğu kez sular tarafından gerçekleştirilir. Oluşum için son aşama depolanmadır. Çeşitli şekillerde taşınan parçalar havzalara gelip buralarda birikirler. Bu havzalar göl, deniz veya okyanus olabilir. Böylece çökelme olayı başlamış olur (Kun, 2000).

Kireçtaşları, tektonik breşler ve pudingler sedimanter tip mermerler grubuna girmektedirler.

Kalkerler, kimyasal çökelme veya karbonatlı organik artıkların çökelmesi sonucu oluşmaktadırlar. Bileşiminde % 90’ dan fazla kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) bulunduran kütlelere genel olarak kalker adı verilmektedir. Kalkerler bazen az miktarda magnezyum karbonat da ($MgCO_3$) içerebilmektedirler. Kimyasal bileşiminde % 10’ dan fazla $MgCO_3$ bulunan kalkerlere dolomitik kalkerler adı verilir. Kalkerlerin içindeki kalsiyum karbonat genellikle şekilsiz olmaktadır. Ayrıca yapılarında grafit, kil, demir, manganez ve çeşitli mineral oksitler bulunabilmektedir. Bazı cinslerinde fosillere de rastlanır. Gerçek mermerlerde fosillere rastlamak mümkün olmaz. Kalkerler bileşimindeki ikincil maddelere, dokularına, görünüşlere ve içindeki fosillere göre isimlendirilmektedir.

Çapları 2 mm' den büyük olan çakılların doğal bir çimento ile birleşmesinden oluşan taşlara çakıltaşı denilmektedir. Çakıltaşlarının çapları, bileşimi sertlikleri ve çimento maddesinin özellikleri farklı olabilmektedir. Konglomeraların mermer olarak kullanılabilmeleri için çakıl aralarının tamamen çimento malzemesi ile dolu olması ve çimentoyla çakılın yaklaşık aynı sertlikte olması gerekmektedir. Doğal bir çimento maddesi ile bağlanan bu çakıllar köşeli olursa taş breş adını alırlar. Çakıltaşlarında aranan özellikler breşler için de geçerlidir (Görgülü, 1994).

2.1.2.1. Travertenler

Travertenler, kalsiyum bikarbonatlı sıcak kaynak sularının bıraktıkları çökeller olarak tanımlanmaktadır. Bu tür suların geçtiği yerlerde gözenekli, hafif taşlar meydana gelmektedir. Bu taşların çok delikli, hafif ve fazla miktarda organik maddeler ihtiva edenlerine kalker tüfü, az boşluklu ve daha yoğun olanlarına traverten adı verilmektedir. Üretimi, işlenmesi, kesilmesi çok kolay olup, beyaz, kirli beyaz, krem, açık ve koyu sarı gibi çeşitli renklerde bol olarak bulunması bu kayaçların yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Arıkan, 1968).

Travertenlerin çok yüksek gözenekli olanlarının yanında delikli ve yarıklı olanları da vardır. Bu boşluklar travertenlerin sağlamlığını fazla etkilemez. Diğer taraftan düşey zeminlere döşenirken boşluklar harçla dolduğundan daha kolay sağlamlaştırılabilir.

Mermer kanununa göre bir kayacın mermer olarak nitelendirilmesi için parlatılabilmesi gerekmektedir. Bunun için travertenlerde parlatılarak mermer sınıfına sokulmaya çalışılmaktadır. Travertenler mermerler ile aynı alanlarda kullanılmakta, ancak mermerden daha az dayanıklı, parlatma ve cila kabul etme özelliği daha düşük ve yüzey şartlarında daha kolay ayrıştığı için kullanımı biraz daha sınırlıdır.

Az boşluklu ve ağır olan travertenlerin üretim, işletme ve kesilmesinin kolay olması, fazla miktarda bulunması, bazılarının metal oksitlere bağlı olarak renklenmeleri güzel bir görünüm verdiği için iç ve dış kaplamalarda tercih edilmektedir (Onargan ve Ark, 2005).

Kalsiyum karbonatlı kaynak sularının sıcaklığı düşükse çökelme ve kristalizasyon daha geç olmaktadır. Bu şekilde oluşan taş daha ince kristalli, saydam ve yarı saydam olup, bu taşlara oniks mermeri, albatr (alabaster) veya su mermeri adı verilmektedir (Görgülü, 1994).

2.1.2.2. Oniksler

Oniks mermerleri genellikle beyaz, sarı, yeşil renklerde olup, yarı saydam olabilmektedirler. Tek renkte olduğu gibi değişik renkler gösteren bantlar, damarlar v.b. hallerde de olabilirler. Çok renkli oniksler breşimsi yapıda olup renk verici maddeler çeşitli mineral parçalarıdır.

Oniks mermerleri, kristalleri birbirine sıkı şekilde bağlı olduğundan oldukça sert olabilmektedir. Yapılarında bulunan silikatlar sertliklerini artırmaktadır. Ayrıca oniks mermerleri çok iyi cila kabul etmeleri ve görünüşlerinin güzelliği nedeniyle çok kıymetli mermerlerdir. Atmosferle temasında, fiziksel ve kimyasal etkilerin altında kalmalarına rağmen çözülmesi çok yavaştır. Gözeneklerin az olması dış etkiler altında kullanılacak olanlar için önemli bir avantajdır. Gözenekler suları emerek renk değişikliği yapar, don etkisi altında ise çözünmeyi kolaylaştırır (Onargan ve Ark, 2005).

Hakiki oniks, bileşimi silis olan akik (kalsedon) taşı olup, süs eşyası ve mücevher yapımında kullanılmaktadır. Oniks mermeri ise esas olarak kalsiyum karbonattan ibaret olup, yalnızca görünümü bu taşa benzediğinden bu adla anılmaktadır (Görgülü, 1994).

2.1.3. Metamorfik Kökenli Mermerler

Metamorfizma kelime anlamı ile başkalaşım demektir. Çeşitli kayaçların ısı ve basınç altında yapı, doku, mineral bileşimi gibi fiziksel özelliklerinin değişmesi olayına metamorfizma, bu olaylar sonucunda oluşan kayaçlara metamorfik kayaçlar denir (Kun, 2000).

Gerçek mermerler, metamorfizma sonucu kalker ve dolomitik kalkerlerin yeniden kristalleşmeleri ile meydana gelmişlerdir. Kimyasal bileşiminde büyük oranda kalsiyum karbonat, daha düşük oranda magnezyum karbonat, yatağın oluşumuna bağlı olarak silis mineralleri ve oksit bileşikleri içermektedir. Kalsiyum karbonat kristallerinden oluşanlarında genellikle % 95-96 oranında kalsit ve değişik oranlarda silis, silikat, feldspat, demir oksit, mangan oksit, florit ve organik maddelerde bulunabilmektedir (Arıkan, 1968).

Mermerlerin sertliği 3 mohr civarında olup, rengi bileşiminde bulunan kalsiyum karbonattan ötürü beyazdır. Fakat yukarıda bahsedilen yabancı maddeler mermerlerin sertliğine ve rengine etki ederek çeşitlenmesine neden olmaktadır. Mermerlerin bünyelerinde genellikle damarlara rastlanmaktadır. Bu damarlar mermerlerin rengi ile uyumlu ve güzel görünümlü ise mermerlerin değerlerini artırmaktadırlar.

Başkalaşım tipi mermerlerin mikroskop altında incelendiğinde, birbirlerine sıkıca kenetlenmiş kalsit kristallerinden oluştuğu gözlenmektedir. Bu kristaller oluşum sırasındaki soğuma hızı ile ters olarak çeşitli büyüklüklerde meydana gelmektedirler. Bahsedilen kristal boyutu küçük ise mermerin sertlik, sağlamlık parlama yeteneği artmaktadır. Kalsit kristalleri büyük boyutlu ise mermerin dayanımı azalmakta, yumuşak ve mat bir hal almaktadır (Görgülü, 1994).

2.1.4. Magmatik Kökenli Mermerler

Yer kabuğunun derin kesimlerinde veya yeryüzüne çıkan magmanın soğuması ve kristalleşmesi ile oluşan kayaçlara magmatik kayaçlar denilmektedir. Mermer olarak kullanılan magmatik kayaçlar, sedimanter olanlara göre daha dayanıklıdır. Fakat çıkartılmaları ve işlenmeleri daha zordur. Magmatik kayaçlar, kendi aralarında derinlik kayaçları, yüzey kayaçları ve damar kayaçları olmak üzere üç gruba ayrılmakta ve kimyasal bileşim yönünden ise;

- % 66'dan fazla SiO_2 içerenler Asidik,
- % 66-% 52 arası SiO_2 içerenler Nötr,
- % 52-% 45 arası SiO_2 içerenler Bazik,

- % 45 den az SiO_2 içerenler Ultrabazik,

kayaçlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kayaçlar içerisinde mermercilikte en yaygın olarak kullanılanları; granit, serpantinit, diyabaz, lösitli siyenit, siyenit ve granodiyorittir.

Magmatik mermerler çıkarılma ve işlenme zorluklarına rağmen, basınç ve aşınma dirençlerinin yüksek olması, kristal yapısı ve içerisindeki minerallere bağlı olarak zengin renk ve desene sahip olmaları ve uzun süre cilalarını korumaları gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedirler (Şentürk, 1996).

Granitler sert olduklarından işlenmeleri güç olup, yarılma hassasiyetleri yüksek olmaktadır. İyi cila kabul etmeleri, cilalarını uzun süre korumaları ve sağlamlıkları nedeniyle tercih edilen mermer cinslerinin başında gelmektedirler. Granitlerde renk genelde açık beyaz veya beyaza yakın tonlardadır. Değişik türlerde, gri-beyazdan başlayarak gri, gri-yeşil hatta kahve kırmızı tonlara kadar değişen zengin bir renk aralığına sahiptir. Bu özellik granitlerin oluşum koşullarıyla, kendi öz kimyasal bileşimlerinden kaynaklanmaktadır.

Granitler kuvarslı kayaçlar olarak içerdikleri mineral topluluğu yönünden oldukça basit bir bileşime sahiptirler. Genel olarak granit grubu kayaçlar % 35 kuvars, % 45 feldspat ve mika minerallerinden oluşur.

Granitlerde sertlik içerdiği minerallere göre değişmektedir. Kuvars oranı çok olduğu zaman taşın sertliği fazlalaşır. Granitler çok yoğun taşlardır ve dokularındaki mineraller arasında ancak % 10-50 arasında mikroskobik boşluk bulunmaktadır. Ortalama olarak % 0,8 oranında su içerirler (Onargan ve Ark., 2005).

İşlenmesi güç olan diyabazlar ise mermer piyasasında renklerinin güzelliği, dayanıklılığı, cila alma özelliği ve cilalarını çok uzun süre korumaları nedeniyle aranan değerli bir taştır. Diyabaz genel kayaç sınıflamalarında, derin magma kökenli, yarı derinlik grubu içinde dolerit-diyabaz şeklinde yer alır. Diğer yönden bazik kayaçlara bağlı olarak eşdeğer derinlik kayacı gabro, yüzey kayacı ise bazalttır. Gabro-diyabaz-bazalt üçlüsü eşdeğer biçimli aynı kökene sahip kayaçlardır. Hiçbir zaman kuvars ve feldspat içermezler. Diyabazlar yeşil sert mermer grubu içinde, kesme, plaka haline gelebilme ve cila kabul etme özelliklerinin yanında yeşilin tonları içinde göstermiş olduğu dokusal özelliği ve albenisi ile ayrıca kullanımda

aşınmaya karşı göstermiş olduğu direncin yüksekliği gibi özellikleri ile tanımaktadır (Onargan ve Ark., 2005).

Sert yeşil mermer sınıfı içinde yer alan Serpantinit-ultrabazik kayaçlar özellikleri nedeniyle diyabaz-gabro ve granitlere yaklaşırlar. Ultrabazik-serpantinit açık renkli granitler gibi yerin derinliklerinde oluşan koyu yeşil kayaç grubunu oluşturmaktadırlar.

Serpantinitin rengi çeşitli tonlarda yeşil ve sarımsı, kırmızı-kahverengi, siyahımsı olabilmektedir. Farklı renkler nedeniyle genellikle lekeli, alacalı bir görünüşe sahiptir. Sertliklerinin yüksek olması nedeniyle işlenmesi güç olan serpantinitlerin cila alma ve koruma kapasiteleri çok yüksektir. Sertlikleri, dayanıklı olmaları ve cilalandıktan sonra uzun süre cilalarını koruyabilmeleri nedeniyle özellikle zemin kaplama, sütun ve anıt inşaatlarında tercih edilen sınıftır (Görgülü, 1994).

Siyenit, K-Feldspat minerali bakımından oldukça zengin bir kayaç olup az miktarda plajioklas içermektedir. Kuvars % 10'u geçmez. Mafik mineral olarak en önemli mineral amfibol grubundan hornblendir. Biyotit minerali az miktarda bulunur. Kayaç çoğu kez renklidir. Çünkü K-Feldspatlar beyaz olabildiği gibi açık pembeden kırmızıya kadar değişen tonlarda renk verebilirler (Kun, 2000). Lösitli siyenit birçok özellikleriyle granite benzemektedir. Aynı kullanım alanlarına sahip olup, cila alma özelliği granite göre daha iyidir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada konu ile ilgili olarak gerekli bilgiler Çukurova Üniversitesi kütüphanesinden, Internet servislerinden ve YÖK dokümantasyon merkezinden yararlanılarak geçmiş dönemler de yapılan çalışmalara ait araştırmalar yapılmıştır. Bu bilgilerin ışığı altında Çukurova yöresinde bulunan bazı mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerinin istatistiksel analizi yapılması amacı ile çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında kesilen mermer bloklardan hazırlanan küp ve silindirik şekilli TSE standartlarına uygun örnekler Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği laboratuarına ilgili deneyleri yapabilmek amacıyla taşınmıştır. Laboratuarda bulunan deney aletleri yardımıyla alınan örnekler kullanılmak suretiyle, çalışmanın ilerideki bölümlerinde ayrıntılı bir şekilde açıklanan deneyler yapılmıştır.

Gerçekleştirilen deneyler (fiziko-mekanik) sonunda elde edilen değerler kullanılarak SPSS istatistik programı (Statistics Package for Society Science) yardımıyla bu özellikler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

3.1.1. Mermer Ocakları Hakkında Genel Bilgiler

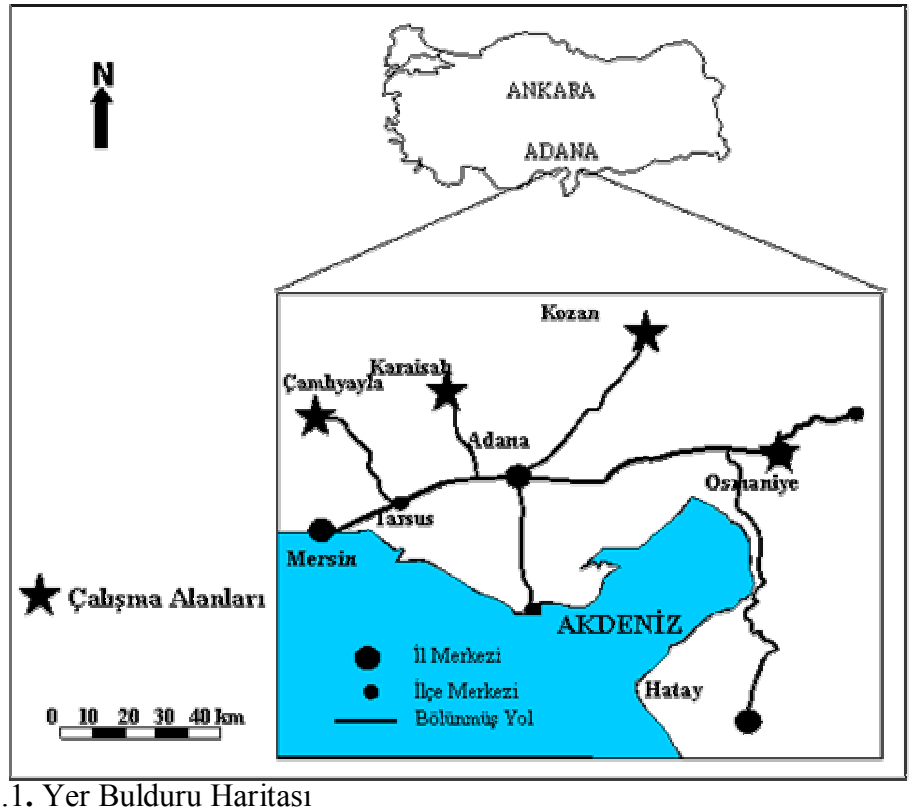
3.1.1.1. Ocakların Coğrafik Konumları

Karakılıç köyü (Karaisalı-ADANA) Eski köy mevkiinde bulunan mermer ocağında mermer blok çıkartılmakta bu bloklar ocaktan alınıp kesim işlemi için Adana-Mersin Karayolu 13. km üzerinde 2400 $m^{2'}$lik kapalı alanı ile toplam 13.000 m^2'lik bir alana sahip olan İnkaya mermer fabrikasına nakliyesi yapılarak istenilen ebatlarda mermer üretimi yapılmaktadır.

Osmaniye-Gaziantep karayolu 10. km Çağşak köyü mevkiinde bulunan Ayem Madenciliğe mermer ocağından çıkartılan bloklar ocak içerisine kurulmuş fabrikada kesilerek üretimi yapılmaktadır.

Kozan şehir merkezine 15 km uzaklıkta bulunan mermer ocağından çıkartılan bloklar Toprakkale-Osmaniye organize sanayi içerisinde bulunan Taşkıran Mermer fabrikasına nakledilerek üretimi yapılmaktadır.

Tarsus-Mersin eski Ankara yolu üzeri Çamlıyayla mevkiinde bulunan mermer ocağında çıkartılan bloklar Ceyhan-Adana karayolu 15. km üzerinde bulunan fabrikaya getirilerek üretimi yapılmaktadır. Ocakların bulunduğu civar il ve ilçeleri gösterir yer bulduru haritası Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Yer Bulduru Haritası

3.1.1.2. Ocakların Jeolojik Durumu

Osmaniye vişneçürüğü mermerleri, 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 oluşum göstermektedir. 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 bantlar iki bloğu birbirine bağlamış durumdadır.

Kozan beji mermer çalışma sahasında orta kambriyen yaşlı, Çaltepe formasyonunu kuzeybatı-güneydoğu yönünde kat eden dere boyu ve yamaçları olası ayna yerlerini oluşturmaktadır. Bu sahada Çaltepe formasyonunun bal renginden açık, gri-beyazımsı renkli, kalsit damarcıklı, çok kalın masif katmanlı çoğunlukla kireçtaşı yapılışlı olduğu belirlenmiştir. Kayaçta, iki çatlak sistemi görülmekte olup çatlaklar ve ikincil boşluklar yer yer erime ile genişletilmiş olan kalsit damarcıkları ile doldurulmuştur.

Karakılıç köyü civarında bulunan Karaisalı beji mermer sahası karbonifer ve permiyen arazileri, Karaisalı kapızında mostra vermektedir. Karaisalı kapızında, Çakıt suyu deresinin tabanından başlayan 3-5 cm kalınlığında, koyu gri renkli kalker bantlarının, aynı veya daha kalın ve renkli kiltaşları, kumlu, çakıltaşlı kiltaşları ile ara katkılanmasından oluşmuş, kalın bir formasyon vardır. Bu katman alt karbonifer yaşlıdır. Formasyon üzerine bir ters fayla ayrılan ve birkaç cm kalınlığında kil bantları ile ara katkılı plaketli bir kalker seviyesi gelir. Bunu 45-50 cm kalınlığında masif bir kalker duvarı takip eder. Tabaka kalınlığı 25-100 cm olan paletli kalkerin, yeşil kil bantları ara katkılanmasından oluşmuş 100-150 cm kalınlığındaki diğer bir seviye masif kalker duvarı üzerine gelmektedir. Bu seviyenin üst kısmında tabakalanmış ve 50 m kalınlığında kumtaşı vardır. Kireçtaşı sınıfına giren bu kayacın yapısında çok az miktarda fosil parçacıkları vardır, kayaç içerisinde yer yer çatlaklar bulunmakta olup çatlaklar kalsit mineralleri tarafından doldurulmuştur.

Tarsus (Çamlıyayla) bej mermeri, Orta-Jura-Alt Kretase yaşlı olup litolojik olarak mezozoyik kireçtaşıdır. Kireçtaşlarının tabanından üst kısımlarına doğru kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve kireçtaşları mevcuttur. Kayaçta çatlak sistemleri görülmekte olup çatlaklar ve ikincil boşluklar kalsit ve kil mineralleri ile doldurulmuştur. Çatlaklar içerisinde az miktarda olsa demiroksit yığışımları bulunmaktadır.

3.1.2. Laboratuar Çalışmaları

3.1.2.1. Örnek Hazırlama

Laboratuarda yapılacak deneylerde kullanılmak üzere Osmaniye, Tarsus, Kozan, Karaisalı civarında bulunan mermer ocaklarından her bir deney için ayrı ayrı örnekler alınmıştır. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenebilmesi amacıyla alınan örneklerden bir kısmı küp ve plakalar şeklinde mermer kesme atölyelerinde, diğer kısmı silindirik örnekler şeklinde Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği laboratuarında TSE standartlarına uygun hale getirilerek hazırlanmıştır.

Silindirik örnekler su soğutmalı karot alıcıda, BX (42 mm) çaplarında, elmas uçlu karotiyerler kullanılarak alınmıştır. Silindirik örneklerin uygun boylara kesilmesinde yine baş kesme makinesi kullanılmıştır. Deney örnekleri T.S.E. 1987'de önerilen boyutlarda kesilmiştir. Standartlara uygun olarak hazırlanan örneklerden örnekler Şekil 3.2 ve Şekil 3.3 verilmiştir.

Basma dayanımı deneyi için 42 mm×84 mm ±1,5 mm olacak şekilde örnekler hazırlanmış ve her sınıf için 5 örneklerin ortalaması alınmıştır.

Eğilme dayanımı deneyi için 30 mm×100 mm× 200 mm ±1,5 mm olacak şekilde her sınıf için 5' er örnek hazırlanmış ve ortalamaları alınmıştır.

Darbe dayanımı deneyi için 40 mm×40 mm× 40 mm ± 1,5 mm hassasiyetle her sınıf için 5' er örnek hazırlanmış ve ortalamaları esas alınmıştır.

Nokta yük dayanımı deneyi için BX karotiyer ile alınan yaklaşık 42 mm çaplı karotlardan yine 42 mm uzunluğunda kesme yapılarak hazırlanan örneklerden yine her bir sınıf mermer için 5' er adet kullanılarak ortalamaları alınmıştır.

Sonik hız deneyi için 71 mm× 71 mm× 71 mm ± 1,5 mm olacak şekilde ve her bir sınıf için 5'er adet hazırlanan örnekler kullanılmıştır..

Sürtünme sonrası oluşan aşınma kaybı deneyi için (Böhme Metodu) için 71 mm× 71 mm× 71 mm ± 1,5 mm hassasiyet ile hazırlanan 5' er örnek kullanılmıştır

Birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında, 42 mm çaplı karot örneklerinden her sınıf için 5 adet hazırlanmıştır.

Tüm deney örnekleri, deney öncesinde laboratuar sıcaklığında olmak üzere (20 ºC ± 3 ºC) ve % 40-60 bağıl nemli ortamda en az bir hafta süre ile bekletilmiştir.

3.1.2.2. Fiziksel Özellikler

Bu aşamada, Osmaniye vişne çürüğü, Karaisalı bej, Kozan bej ve Tarsus (Çamlıyayla) bej mermerlerinin fiziksel özellikleri ile ilgili aşağıdaki deneyler yapılmıştır.



Şekil 3.2 Kozan Bej İçin Hazırlanan Örnekler

3.1.2.2.(1). Birim Hacim Ağırlık

Bu deney, karot örneklerinin kütlesel (gözenekler dahil) birim hacim ağırlığının tayini amacıyla yapılır. Bu deneyde kullanılan alet ve gereçler; ölçüm kumpas aleti (0,01 gr. hassasiyette) ve fırın (105± 5 °C kapasiteli)'dır.



Şekil 3.3 Osmaniye Vişne Çürüğü İçin Hazırlanan Örnekler

Önce silindirik deney örneğinin çapı ve boyu, ölçüm kumpası kullanılarak birbirine dik ayrı yönde ölçülür ve bu değerlerin ortalaması alınır. Boy ve çap değerleri kullanılarak örneğin hacmi hesaplanır. Örnek hassas terazide tartılarak ağırlığı belirlenir. Kullanılan hassas terazi Şekil 3.4.'de görülmektedir. Eğer örneklerinin kuru yoğunluk ve kuru birim hacim ağırlık tayin edilecek ise, 105 °C' ye ayarlanmış fırında en az 12 saat kurutulduktan sonra tartılmalıdır. Bulunan sonuçlar aşağıdaki eşitlikte yerine konularak her bir örnek için ayrı ayrı birim hacim ağırlığı belirlenir:

$$dh = \frac{G_k}{V} \tag{3.1}$$

Burada;

dh: Birim hacim ağırlık, gr/cm^3,

G_k: Değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş deney örnek ağırlığı, gr,

V: Örnek hacmi, cm^3



Şekil 3.4. Birim Hacim Ağırlık Deney Aleti

3.1.2.2.(2). Sonik Hız Deneyi

Ultrasonik teknikler uzun yıllardır madencilik biliminde ve jeoteknik uygulamalar içinde kullanılmaktadır. Bunlar, jeofizik çalışma alanlarında ve kayaçların dinamik özelliklerinin laboratuardaki saptanmasında kullanılır. Bu teknikler, uygulanmasın kolaylığı ve malzemenin örselenmemesinden dolayı, jeoteknik mühendisliğinde gittikçe artarak kullanılmaya başlanmıştır. Denemeler, dolgu tayininde, kaya saplaması donatılarında, kaya kütlelerindeki püskürme etkinliğinde ve kaya sınıflamalarında sismik hızın saptanması ile yapılmaktadır. Kaya kütle deformasyonu ve basıncının tahmini, yeraltı açıklıklarının etrafında gelişmiş çatlak zonlarının büyüklüğü (uzunluğu), kayacın su içerme derecesinin saptanması ve çatlak kaya kütle karakteristiği sismik tekniklerin uygulandığı diğer bazı uygulamalardır.

P dalga hızı laboratuarlarda doğrudan ya da dolaylı olarak ölçülebilir. Dolaylı yöntemler doğrudan yöntemlere göre daha kolaydır. Bu nedenle eğer doğrudan P dalga hızı ile dolaylı P dalga hızı arasında güçlü bir ilişki kurulabilirse, doğrudan P

dalga hızı değeri, dolaylı ölçümlerden tahmin edilebilir ve böylece ölçümleri daha da kolaylaştırabilir (Kahraman, 2002).

Kayaçların dinamik elastisite katsayıları, silindirik veya kübik olarak hazırlanan deney örnekleri üzerinde ultrases ölçüm değerlerinin analizi ile belirlenmektedir. Alt ve üst yüzeyleri hassas şekilde düzeltilmiş örnekler, bu yüzeylere gres sürülerek sismik analizatörü (alıcı-verici) arasına verici yerleştirilerek impuls'un geçme süresine bağımlı olarak sismik hız ölçüm aletinin kalibrasyonu yapılır (Şekil 3.5). Sonrasında, deney örnekleri her iki transdüsur uçları arasına yerleştirilerek, P ve S dalga hızlarının örneği bir uçtan diğer geçmesi için gerekli net süreler belirlenerek kaydedilir. Bulunan bu değerler kullanılarak dalga hızları aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$V = \frac{L}{T} \tag{3.2}$$

Burada;

V= P ve S dalga hızı, m/sn,

L= Örnek kalınlığı, m,

T= Dalganın örneği geçme zamanı, sn.

3.1.2.2.(3). Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık tayini için belirtilen örnek standardına göre, mermer sahasının değişik yerlerinden alınan temsili 2 kg'lık örnekler, 0,2 mm açıklığı olan tane gözlü eleklerden geçecek şekilde öğütülür ve sabit ağırlığa gelene kadar 105 ^{O}C sıcaklıkta etüvde kurutularak, oda sıcaklığına kadar desikatör içerisinde kurutulur. Piknometre ile 0,01 gr hassasiyetle tartılıp ağırlığı Gp olarak kaydedilir. Piknometre oda sıcaklığında su ile doldurularak kapağı kapatılır ve üzerindeki su zerrecikleri kurutma kâğıdı ile kurutularak kılcal borudaki su seviyesi belirlenir ve 0,01 gr hassasiyetle tartılarak ağırlığı Gps kaydedilir.



Şekil 3.5. Sonik Hız Ölçmede Kullanılan Pundit Aleti

Kurutulup soğutulmuş olan öğütülmüş örnekten 250 gr kadar alınarak piknometreye konur ve 0,01 gr hassasiyetle tartılarak Gpn kütle değeri belirlenir. İçinde örnek bulunan piknometreye örnek seviyesini geçene kadar hacminin ¼'üne kadar su ile doldurulur ve 10-15 dakika kaynatılıp, su banyosunda oda sıcaklığında soğutularak su ilavesi ile kapak kapatılır. Piknometre kurulanarak 0,01 gr hassasiyetle tartılarak Gpns ağırlığı belirlenir.

Deney bulguları ile mermerin özgül ağırlığı şu formülle hesaplanmaktadır.

$$d_o = \frac{Gpn - Gp}{(Gpn - Gp) - (Gpns - Gps)} \qquad (3.3)$$

Burada;

do : Özgül ağırlık, gr/cm^3,

Gp : Piknometre ağırlığı, gr,

Gpn : (Piknometre + deney örneksi) ağırlığı, gr,

Gps : Su ile dolu piknometre ağırlığı, gr,

Gpns : (Piknometre+deney örneksi+su) ağırlığı, gr.

3.1.2.2.(4). Porozite (Gözeneklilik Derecesi)

Birim hacim ağırlık ve özgül ağırlık deneyleri yapıldıktan sonra elde edilen değerler kullanılarak aşağıdaki formülden porozite derecesi belirlenir.

$$P = \left(1 - \frac{d_h}{d_o} \right) \times 100 \qquad (3.4)$$

Burada;

P : Porozite, (%),

d_h : Birim hacim ağırlık, gr/cm^3,

do : Özgül ağırlık, gr/cm^3.

3.1.2.3. Mekanik Özellikler

Osmaniye Vişne Çürüğü, Karaisalı Bej, Kozan Bej ve Tarsus (Çamlıyayla) Bej mermerlerinin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

3.1.2.3.(1). Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Basınç dayanımı, üzerlerine uygulanan basınç yüklerine karşı kayaçların kırılmadan önceki, dayanma yeteneği olarak tanımlanır. Bu deneyde amaç, L/D oranı 2-2,5 olan düzgün geometrik biçimli kayaç örneklerinin (silindir, küp veya prizma şeklinde), tek eksenli ve düşey olarak uygulanan yükler altında dayanım sınırlarının bulunmasıdır. Kayaçların basınç dayanımının bulunması, hem sınıflama hem de tasarım açısından oldukça gereklidir.

Kayaçların basınç dayanımına etki eden jeolojik özelikler;

- Litoloji,
- Süreksizlik,
- Su içeriği,
- Çimentolanma ve kristalleşme derecesi,
- Homojenite,

- İzotropluk,
- Ayrışma derecesi,
- Yükseklik/Çap oranı (L/D için en uygun değer 2-2.5),
- Yükleme hızı,
- Örneğin alt ve üst yüzeylerinin nitelikleri,

Deney için, blok örneklerden alınan TSE standartlarına uyan toplam 5 karot kullanılmıştır. Tek eksenli basınç dirençleri boy-çap oranı 2-2.5 kat olan karot örneklerinde Şekil 3.6.'da gösterilen deney aleti yardımıyla bilgisayar programlı preste yapılmıştır.

Karot örneksi 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 örnek belli bir süre sonra yükü taşıyamaz duruma gelir ve kırılır. Bu andan itibaren deney tamamlanmış olur ve örnek üzerindeki yük kaldırılır. Örneklerin kırıldığı andaki yük bilgisayarda okunarak kaydedilir. Deney sonucuna göre elde edilen yük değerine göre tek eksenli basınç direnci aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$\sigma c = \frac{F}{A} \tag{3.5}$$

Burada;

σ_c = Tek eksenli basınç dayanımı, kg/cm^2

F= Örnek yenilme yük değeri, kg ,

A= Örnek yüzey alanı, cm^2.



Şekil 3.6. Ele Autotest 3000 Hidrolik Pres

3.1.2.3.(2). Darbe Dayanımı

Darbe dayanımı; standart boyutlardaki kayaçların belirli bir doğrultuda, darbelere karşı gösterdiği dirençtir. Kayacın kullanım alanlarının belirlenmesinde darbe dayanımının bilinmesi önemli bir konu olarak görülmektedir.

Kayacın darbe dayanımının belirlenmesi için, 40×40×40 mm boyutlarındaki 5 adet küp örnekler kullanılmıştır. Darbe dayanımı deneyi Şekil 3.7.'de görülen darbe dayanımı deney düzeneği kullanılarak yapılmıştır. Darbe dayanımı deney düzeneğinde örnek örsün üzerindeki örnek yuvasına yerleştirilir ve bunu üzerine çelik plaka konularak deney tokmağı aşağıdaki eşitlikten hesaplanan yükseklikten düşürülür:

$$H=0,04\times V \quad (3.6)$$

Burada;

H: Tokmağın düşme yüksekliği, (cm),

V: Deney örneksinin hacmi, (cm^3).

Birinci darbeden sonraki takip eden her darbede düşme yüksekliği, bir evvelki yüksekliğin, ilk düşme yüksekliği (H) kadar arttırılmasıyla elde edilir. Deney örneksi kırılıncaya kadar bu işleme devam edilir ve darbe sayısı belirlenir. Düşme yüksekliğinin arttınlmasına rağmen geri sıçrama miktarı artmaz veya azalırsa; kırılma, çatlama veya pullanma olursa deney örneksi kırılmış sayılır. Bu son darbe, darbe sayısının (n) hesaplanmasında dikkate alınmaz. Darbe dayanımı ise aşağıdaki eşitlik ile belirlenebilmektedir.

$$Dn = n\times(n + 1) \quad (3.7)$$

Burada;

Dn: Kayacın darbe dayanımı, (kg cm/cm^3),

n: Kırılmaya sebep olan darbe sayısı.

3.1.2.3.(3). Eğilme Dayanımı

Eğilme dayanımı; kiriş şeklindeki örneklerin eğilme gerilmelerine karsı gösterdiği dirençtir. Doğal yapı taşlarının kullanımı genellikle belirli boyut ve kalınlıklarda plakalar şeklinde olduğundan eğilme direnci son derece önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü, plaka kalınlığı, plaka boyut ve destek noktaları arasındaki mesafe kayacın eğilme dayanımına göre tespit edilebilmektedir Eğilme dayanımının belirlenmesi için 30x100x200 mm boyutlarındaki örneklerden 5 adet hazırlanmıştır. Deney örnekleri Şekil 3.8.'de gösterilen deney düzeneğindeki gibi plaka şeklinde örnekler arası açıklık 180 mm olacak şekilde deney presi tablaları arasına, yükleme ortadan uygulanabilecek biçimde yerleştirilir. Deney örneksi üzerine yaklaşık 5 kg' lık bir yük verilerek mesnetlerin tam yerleşmesi ve oturması sağlanır. Sonrasında yük artışı dakikada 450 kg'ı geçmeyecek şekilde arttırılarak,

kırılma anındaki yük değeri kaydedilir ve yükleme yüzeyi ile plaka kalınlığı çizgisinin oluştuğu noktada ölçülür. Bulunan sonuçlar aşağıdaki eşitlikte yerine konarak eğilme dayanım değeri hesaplanır:



Şekil 3.7. Darbe Dayanımı Deney Aleti

$$\sigma_{eğ} = (3 \times P \times L)/(2 \times b \times h^2) \quad (3.8)$$

Burada;

$\sigma_{eğ}$: Kayacın eğilme dayanımı, (kg/cm^2)

P : Kırılmaya karşı olan en büyük yük,(kg)

L : Deney örneksinin mesnetler arasındaki mesafesi, (cm)

b : Deney örneksinin genişliği, (cm),

h : Deney örneksinin kalınlığı, (cm)



Şekil 3.8. Eğilme Dayanımı Deney Aleti

3.1.2.3.(4). Nokta Yük Dayanımı

Nokta yük deneyi ilk olarak Protodyokonov tarafından muntazam olmayan parçaların mukavemetlerinin tayininde kullanılmıştır (Arıoğlu-Bilgin, 1978). Bu deneyin ucuz ve pratikliği yanında arazide yapılabilir ve şekilsiz örneklere de uygulanabilir olması, deneyi devamlı uygulanabilir bir deney haline getirmiştir. Nokta yük deneyi kayaçların nokta yük indeksine göre sınıflandırılması veya tek eksenli basınç dayanımını tahmin etmek için uygulanır (McFeat ve Tarkoy, 1979).

Kayaçların nokta yükleme kuvvetlerinin indeksleri genellikle 50 mm çapındaki karot örnekleri için standartlaştırılarak $İs_{50}$ ile ifade olunurlar. Bu deneyde karot örnekleri eksenine ve çapına deney edildikleri gibi düzensiz ve prizma şeklindeki örneklere de kolayca uygulanır (ISRM, 1981).

Standart nokta yükleme aleti, yükleme pompası, yük göstergesi, gövdesi, konik başlıkları ve ölçüm cetvelinden oluşur (Şekil 3.9.). Bu deney için silindirik

karot örneklerinin yanı sıra, blok ve düzensiz şekilli örneklerde de kullanılabilir. Ayrıca, karot örneği konik yükleme başlığı altında karot eksenine dik veya paralel konumda yerleştirilebilir. Bu nedenle nokta yükleme deneyi;

- Çapsal deney (Karot eksenine dik yönde yapılan yükleme),
- Eksenel deney (Karot eksenine paralel yönde yapılan yükleme),
- Blok, düzensiz ve anizotropik örneklerde yapılan deneyler olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir

Deneylerde her bir kayaç türü için 5 adet deney örneksi kullanılmıştır. Silindirik karot örnekler deney aletinin konik uçları arasına, karot ekseni yükleme yönüne paralel olacak şekilde yerleştirilerek, deney örneği 10-60 saniye içinde yenilecek şekilde yük uygulanmıştır. Yenilme anındaki yükün değeri yük göstergesinden okunarak mermerlerin nokta yükü dayanım indeksi aşağıdaki yöntem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$Is = \frac{P}{(D_e)^2} \tag{3.9}$$

Burada;

Is = Nokta yükü dayanımı (MPa)

P = Yenilme yükü (kN)

De^2 = Karot Çapı (mm^2)

3.1.2.3.(5). Aşınma (Böhme) Dayanımı

Aşınma dayanımı; kayacın yüzeyindeki aşındırıcı maddelerle meydana getirilen aşınmaya karşı direncidir. Kayaçların aşınma dayanımlarının bilinmesi son derece önemlidir. Taban döşemesi ve merdiven basamaklarında kullanılacak plakalarda oluşabilecek aşınma kayıplarının önceden laboratuarda ölçümü, uygun taş seçimine olanak sağlamaktadır. Ticari tanım kapsamındaki her tür mermer ve yapı kaplaması için bilinmesi gereken sürtünme etkisi ile oluşan aşınma kayıpları, genellikle karbonatlı kayaçlarda yüksek; mineral içeriği ve içerdiği minerallerin özellikleri nedeniyle sert taş olarak nitelenen magmatik kökenli taşlarda ise düşüktür.



Şekil 3.9. Nokta Yük Dayanım Deney Aleti

Kayaçların aşınma dayanımlarının belirlenmesi için TS 699'a uygun olarak 71 mm boyutlarında 5 ‘er adet küp örnekler kullanılmıştır. Bu örnekler önce 105°C'de kurutularak tartılır ve tartım sonuçları kaydedilir. Daha sonra örnekler Böhme yüzey aşındırma aletinde yüzey aşındırma deneyine tabi tutulur.

Deneyde kullanılan Böhme yüzey aşındırma aleti, 30 dev/dak hızla dönmesi ayarlanabilen 750 mm çapında bir aşındırma diskine sahiptir. Devir sayısını gösteren bir numaratör vardır. Her 22 devir sonunda disk otomatik olarak durmaktadır. Örneği tutacak ve 350 kg yük yükleyecek düzenek mevcuttur (Şekil 3.10.). Deneylerde 20 gr. zımpara tozu sürtünme şeridi üzerine serpilir ve çelik mardvela aracılığı ile 30 kg lık yük uygulanarak deney örneğinin sürtünme şeridine 0,6 kg/cm’lik bir basınçla bastırılması sağlandıktan sonra disk döndürülür. 22 devir sonunda otomatik olarak duran disk üzerinden zımpara tozu ve örnek artıkları temizlenir. Yeniden zımpara tozu konulur ve örnek düşey eksen etrafında 900 çevrilir. Her örnek için 22 devirlik 20 aşınma periyodu yani 440 devir uygulanır (Gündüz 1996). Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde aşınma kaybı, kalınlık azalması cinsinden aşağıdaki bağıntı ile bulunur:

$$d = d_0 - d_1 \quad (3.10)$$

Burada;

d = Taşın böhme yüzey aşınma kaybı değeri (cm/50 cm^2)

d_0 = Taşın deneyden önceki ortalama kalınlığı (cm)

d_1 = Taşın deneyden sonraki ortalama kalınlığı (cm)



Şekil 3.10. Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kaybı Deney Aleti

3.2. Metot

Çalışmalar sırasında öncelikle ocaktan çıkarılan bloklar fabrikaya getirilerek ST, Baş kesme tipi kesme makinelerinde kesme işlemleri yapılmış ve uygun standartlarda hazırlanmıştır.

Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuarında yapılan deneyler T.S.E. 1987, T.S. 699'a ve ISRM standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle bütün mermer sınıflarından karot örnekleri kullanılarak birim hacim ağırlığı, hesaplanmıştır.

Mekanik özelliklerin belirlenmesi amacı ile tüm mermer sınıfları için 42*84 mm boyutunda karot örnekleri ile basma dayanımı deneyi yapılmıştır. . Bu deney için ELE 3000 hidrolik pres kullanılmıştır. Ayrıca, 42×42 mm boyutunda karot örnekler kullanılarak nokta yük dayanım deneyi yapılmıştır. Darbe dayanımı için 40×40×40 mm boyutunda örneklerden yararlanılmış ve bu deneyde örs kısmı dökme demirden imal edilen şahmerdan kullanılmıştır. Böhme deney aleti ve 71×71×71 mm boyutundaki örnekler kullanılarak sürtünme sonrası aşınma kaybı deneyi yapılmıştır. 71×71×71 mm boyutunda örnekler kullanılarak Pundit sonik hız ölçme aletinde sonik hız deneyi yapılmıştır. Son olarak 30×100×200 mm boyutunda örneklerden yararlanılarak eğilme dayanımı deney aletinde eğilme dayanımları ölçülmüştür.

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen değerler SPSS istatistiksel analiz programı kullanılarak incelenmiş korelasyon ve regresyon analizleri yapılarak sonuçlar yorumlanmış, Çukurova yöresi mermerlerinin kullanıma uygunluğu ve kalite farkları ayrıca belirlenmiştir.

3.2.1. Spss İstatistik Programı (Statistics Package for Socıety Scıence)

3.2.1.1. Basit ve Kısmi Korelasyon

3.2.1.1.(1). Basit Korelasyon

Değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi, değişkenlerin ölçme yapısına, dağılımın özelliklerine, aralarındaki ilişkinin doğrusal olup olmamasına, değişken sayısına ve kontrol durumuna bağlı olarak farklı istatistiksel teknikler kullanılarak yapılmaktadır. İki değişken arasındaki ilişki, ikili yada basit korelasyon ismi verilen korelasyon teknikleri ile bulunur. Bir değişkenin iki yada daha çok değişken ile olan ilişkisi çoklu korelasyonun, bu değişkenlerden birinin kontrol edilerek diğer değişkenlerle olan ilişkisi ise kısmi korelasyon tekniklerinin konusudur. Korelasyon katsayısı, değişkenler arsındaki ilişkinin düzeyini ya da miktarını ve yönünü açıklayan bir sayıdır (Büyüköztürk, 2003).

3.2.1.1.(2).Amaç ve Özellikleri

Korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki ilişkinin miktarını bulup yorumlamak amacıyla kullanılır. Pearson korelasyon katsayısı, iki değişkeninde sürekli olmasını değişkenlerin birlikte normal dağılım göstermesini gerektirmektedir. Değişkenler sürekli bir dağılıma sahipler, ancak normal dağılım göstermiyorlarsa, iki değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla Spearman Brown sıra farkları korelasyon katsayısı kullanılır. Değişkenlere ait değerlerin puan yerine sıra değeri olarak verildiği durumlarda da sıra farkları korelasyon katsayısı bulunur.

İki değişken için kullanılan bir Pearson korelasyon katsayısı;

(Kuvvet (düşük-orta-yüksek)

(Yön (pozitif-negatif)

(Açıklanan varyans (determinasyon katsayısı, r^2**)**

- İstatistiksel anlamlılık ve
- Pratik anlamlılık açısından yorumlanabilir.

Korelasyon katsayısının 1.00 olması, mükemmel pozitif bir ilişkiyi; -1.00 olması, mükemmel negatif bir ilişkiyi; 0.00 olması, ilişkinin olmadığını gösterir. Korelasyon katsayısının büyüklük bakımından yorumlanmasında üzerinde tam olarak ortak aralıklar bulunmamakla birlikte, korelasyonu yorumlamada şu sınırların sıklıkla kullanılabileceği belirtilmelidir. Korelasyon katsayısının, mutlak değer olarak 0,70-0,30 arasında olması, orta; 0,30-0,00 arasında olması ise, düşük düzeyde bir ilişki olarak tanımlanabilir.

İki değişken arasında pozitif bir ilişkinin olması, deneklerin X değişkenine ait değerlerin artması durumunda Y değişkenine ait değerlerin de artma eğiliminde olduğunu ya da X değerlerinin düşmesi durumunda Y değerlerinin de düşme eğiliminde olduğunu gösterir. Değişkenler arasındaki ilişkinin negatif olması ise, değişkenler birine ait değerlerin artması durumunda diğer değişkenin değerlerinin düşme eğiliminde olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2003).

Açıklanan varyans, değişkenlerden birinde gözlenen değişikliğin ne kadarının diğer değişken tarafından açıklandığını yorumlamada kullanılır ve determinasyon katsayısı olarak da isimlendirilen korelasyon katsayısının karesine(r^2) eşittir.

İki değişken arasında hesaplanan bir korelasyon katsayısının sıfırdan anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğine ilişkin yapılan test işlemi sonunda, korelasyon katsayısı çok düşük olmasına karşılık anlamlı çıkabilir ya da yüksek düzeyde bir korelasyon katsayısı anlamlı çıkmayabilir. Bu durum büyük ölçüde puanların toplandığı denek sayısına bağlıdır. Örneğin, beş örnekten hesaplanan r = 0.70, α = .05' de anlamlı değildir. Buna karşılık 100 örnekten hesaplanan r = 0.20, α = .05' de anlamlıdır. Bu gibi durumlarda araştırmacı, hesaplanan korelasyon katsayısının büyüklüğünü ve açıklanan varyansın pratikteki önemini dikkate alarak esnek bir yoruma gidebilir.

3.2.1.1.(3). Kısmi Korelasyon Katsayısı

Kısmi korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki ilişkinin, bir yada daha çok değişkenin salt bu iki değişkenden kaynaklanabileceği gibi, bu değişkenlerle ilişkili olan m tane değişkenden de kaynaklanabilir. Kısmi korelasyon, iki değişken arasındaki ilişkiyi, bu değişkenlerle ilişkili olan bir yada bir kaç tane değişkeni kontrol ederek hesaplanmasını sağlar. Kısmi korelasyonun hesaplanması için;

- Aralarındaki ilişkinin miktarı bulunacak değişkenlerin ve bu değişkenlerdeki varyanslarının sabitleneceğini, kontrol edileceği dışsal değişkenlerin sürekli olması,
- Değişkenlerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir.

3.2.1.2. Basit ve Çoklu Regresyon

3.2.1.2.(1). Basit Doğrusal Regresyon

Regresyon analizi, aralarında ilişki olan iki ya da daha fazla değişkenden birinin bağımlı değişken, diğerlerinin bağımsız değişkenler olarak ayrımı ile aralarındaki ilişkinin bir matematiksel eşitlik ile açıklanması sürecini anlatır.

Regresyon analizinde;

- Bağımlı değişken bir, bağımsız değişken bir ise, yönteme **Basit Regresyon Analizi,**
- Bağımlı değişken bir, bağımsız değişken iki ya da daha fazla ise **Çoklu Regresyon Analizi**,
- Bağımlı değişken iki ya da daha fazla ise **Çok Değişkenli Regresyon Analizi** denir.

Regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise, Doğrusal Regresyon Analizi, değil ise Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi olarak isimlendirilir.

Regresyon analizinin amaçları dört noktada açıklanabilir:

- Bağımlı değişken ile bağımsız değişken ya da değişkenler arasındaki ilişkiyi regresyon eşitliği ile açıklamak,
- Regresyon modelinin bilinmeyen parametreleri tahmin edildiğinde, bağımsız değişken ya da değişkenlerin bilinen değerleri için bağımlı değişkenin alacağı değeri tahmin etmek,
- Bağımsız değişkenin ya da değişkenlerin bağımlı değişkende gözlenen değişimlerin ne kadarını açıkladıklarını, determinasyon katsayısı ile belirlemek,
- Bağımsız değişken ya da değişkenlerin bağımlı değişkeni anlamlı bir şekilde açıklayıp açıklamadıkları; birden fazla bağımsız değişken var ise bunların bağımlı değişken üzerindeki göreli önemliliklerini saptamak;

Bir regresyon analizinde, regresyon modelinin sunduğu tahminin ne kadar güçlü olduğunu bilmek isteriz. Yani, model, Y' deki değişmeleri ne kadar açıklamaktadır? Bu sorunun cevabını determinasyon katsayısı ile buluruz. Determinasyon katsayısı R^2 iki değişken için r^2, X' in Y ' de açıkladığı değişme oranıdır. X ve Y 'ye ilişkin değerlerden oluşan noktalar, yani tüm gözlemler, doğru üzerinde ise değişkenlerin birini hatasız, tam açıklaması söz konusudur ve dolayısıyla R^2= 1.00'dır. Açıklanan varyans (R^2), sadece istatistiksel bir açıklama sunar, değişkenler arasında nedensel bir açıklamaya sahip olduğumuzu göstermez.

Basit doğrusal regresyon eşitliği genel olarak, Y = a+bX+e şeklinde oluşturulur. Ancak regresyon eşitliğini oluşturmada izlenen yöntem, hata terimini (e)

minimize etmeyi amaçladığından eşitlikte yer alan hata terimi çıkartılır ve eşitlik uygulamada Y = a+bX şeklinde yazılır. Bu eşitlikte yer alan a, X = 0 iken Y'nin alacağı ortalama değeri açıklayan sabit terimini; b, X' deki bir birim değişmenin Y' de yol açtığı ortalama değişim miktarını açıklayan regresyon katsayısını göstermektedir (Büyüköztürk, 2003)

Regresyon analizinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin en az eşit aralık ölçeğinde ölçülen sürekli değişkenler olmaları ve normal dağılım göstermeleri gerekmektedir. Ancak bazı araştırmalarda istisna olarak sınıflama ölçeğine giren bağımsız değişkenlerin de bağımlı değişken üzerindeki etkileri incelenmek istenebilir. Analizde sınıflamalı değişken, düzeylerinden biri dışta tutularak düzey sayısının bir eksiği (G-1) kadar üretilen ve "dummy" değişken olarak isimlendirilen yeni yapay değişkenlere dönüştürülerek analize dahil edilebilir. Bu durumda dönüştürülen bu tür bir değişken için analiz sonuçları, dışta tutulan düzeye göre yorumlanmalıdır. Bir sınıflamalı değişkene ilişkin ikiden fazla dummy değişken oluşturulursa, bu yeni değişkenlerden birinin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olması, ilgili bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

İki değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığı saçılma diyagramı çıkartılarak incelenebilir. İki boyutlu düzlemde değişkenlerin değerlerine göre her bir denek için oluşturulan noktaların oluşturdukları bir şekil, bir küme söz konusudur. Bu noktalar kümesi için çizilecek bir regresyon doğrusundan aşırı sapma gösteren uç değerler, ilişkinin doğrusallığına zarar verebilir. Uç değerler, ek olarak, değişkenlerin dağılımlarının normalden uzaklaşmasına da neden olurlar. Bu nedenle ilk olarak bu tür değerlerin olup olmadığı, örneğin, saçılma diyagramı kullanılarak incelenmelidir. Belirlenen uç değerlerin analizden çıkartılması ya da uç değerlerin olduğu ölçüm setinin dönüştürülerek regresyon modeline olan olumsuz etkilerinin azaltılması gerekir. İki değişken için doğrusallık ve normallik durumu, regresyon analizi komutları içinde verilecek bir komut ile çizilecek artık değerlerle ilgili grafikler incelenerek de değerlendirilebilir.

3.2.1.2.(2). Çoklu Doğrusal Regresyon

3.2.1.2.(3). Amaç ve Özellikleri

Çoklu regresyon analizi, bağımlı değişkenle ilişkili olan iki ya da daha çok bağımsız değişkene dayalı olarak, bağımlı değişkenin tahmin edilmesine yönelik bir analiz türüdür. Çoklu regresyon analizi, açıklayıcı değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yorumlanmasına, açıklanan varyansın istatistiksel anlamlığına, açıklayıcı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlığına ve açıklayıcı değişkenlerle bağımlı değişkenle arasındaki ilişkinin yönüne ilişkin yorum yapma olanağı verir. Çoklu doğrusal regresyon analizi için matematiksel model, n tene açıklayıcı değişken için şu şekilde yazılabilir:

$$Y = a_1+b_1X_1+b_2X2+b_3X_3 \ldots\ldots\ldots+bnXn \quad (3.11)$$

Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki ortak etkisi R^2 ile incelenir. Bu değer tüm değişkenlerin birlikte Y' de açıkladıkları varyans oranını verir.

Çoklu regresyon analizinde eğimler (b_1), diğer değişkenler sabit tutulduğunda o bağımsız değişkendeki birim artışa karşılık bağımlı değişkendeki değişim miktarını gösterir ve kısmi eğim ya da kısmi regresyon katsayısı olarak da isimlendirilir.

Çoklu doğrusal regresyon analizi, en az aralık ölçeğinde ölçülen sürekli değişkenleri gerektirir. Ancak nitel değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri de araştırılacaksa, daha önce belirtildiği gibi, bu tür değişkenler "dummy" değişkeni olarak tanımlandıktan sonra analize alınabilirler. Analizin bir başka gereği ya da varsayımı da açıklayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasında doğrusal bir ilişkinin olduğudur. Bu varsayım, SPSS 10.0'da regresyon analizi alt menüsünde 'plot' düğmesi seçilip, buradan standartlaştırılmış tahmini değerler ile standartlaştırılmış hata değerleri arasındaki grafiğin elde edilmesiyle betimlenebilir.

Değişkenler çok değişkenli normal dağılım gösterip göstermediğine ilişkin inceleme ise, yine standartlaştırılmış hata değerlerine ilişkin grafiklerle incelenebilir.

Analize dahil edilen değişkenlerle ilgili uç değerlerin olup olmadığının da incelenmesi önerilir. Regresyon analizinde "doğrusallık" ve "normallik" varsayımlarının karşılanmasını güçleştiren uç değerler olup olmadığı, artık değerler üzerine kurulu grafiklerle incelenebildiği gibi, Mahalanobis uzaklık değerleri kullanılarak da incelenebilir. Bunun için, Mahalanobis değerinin, bağımsız değişken sayısını serbestlik derecesi alan χ^2 tablo değeriyle karşılaştırılması gerekir. Hesaplanan Mahalanobis değeri, bulunan tablo değerinden küçük ise çok değişkenli normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir. Mahalanobis uzaklığı, regresyon analizi alt menüsü kullanılarak bulunabilir. "Linear Regresion" ana penceresinden "Save" düğmesi seçilerek açılan pencereden "Mahalanobis" seçeneği işaretlenir. Komutun çalışmasıyla veri dosyasına her bir denek için Mahalanobis değerleri eklenecektir. χ^2 tablo değerinin üzerinde bir Mahalanobis değerine sahip olan denekler uç değerler olarak belirlenir ve veri dosyasından çıkartılır. Bu işlemler için .01 ya da daha tutucu olmak isteniyorsa .001 anlamlık düzeyi önerilir (Büyüköztürk, 2003).

Çoklu regresyon analizinde, farklı ölçme birimleri ve varyanslara sahip bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlere ilişkin göreli önem sıralarını yorumlamada regresyon katsayıları kullanılmaz. Bu amaçla standardize edilmiş regresyon katsayıları olan β (Beta) değerlerine, işaretlerine dikkat etmeksizin bakılır. En yüksek beta değerine sahip olan değişken göreli olarak en önemli açıklayıcıdır. Kestirici değişkenlerin göreli önemlilik ölçüsü olarak β^2 , bağımlı değişkenin kestirilmesinde her bir kestirici değişkenin tek başına yaptığı katkı olarak yorumlanabilmektedir. Bir X_i değişkeni Y'de diğer değişkenler tarafından paylaşılamayan bir varyansa sahiptir ve bu varyans miktarı β^2'dir.

Çoklu regresyon analizinde kullanılan pek çok yöntem vardır. SPSS paket programında da varolan ve yaygın olarak kullanılan üç yöntem standart, aşamalı ve hiyerarşi yaklaşımlardır. Standart yaklaşımda eşitliğe, bağımlı değişkendeki açıklanan varyansa anlamlı bir katkısı olup olmamasına bakmaksızın tüm değişkenler alınır. Burada tüm açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki ortak etkilerinin incelenmesi temeldir. Aşamalı regresyon analizinde ise, regresyon eşitliğine ya da modeline sadece, bağımlı değişkenin önemli açıklayıcıları olan, yani

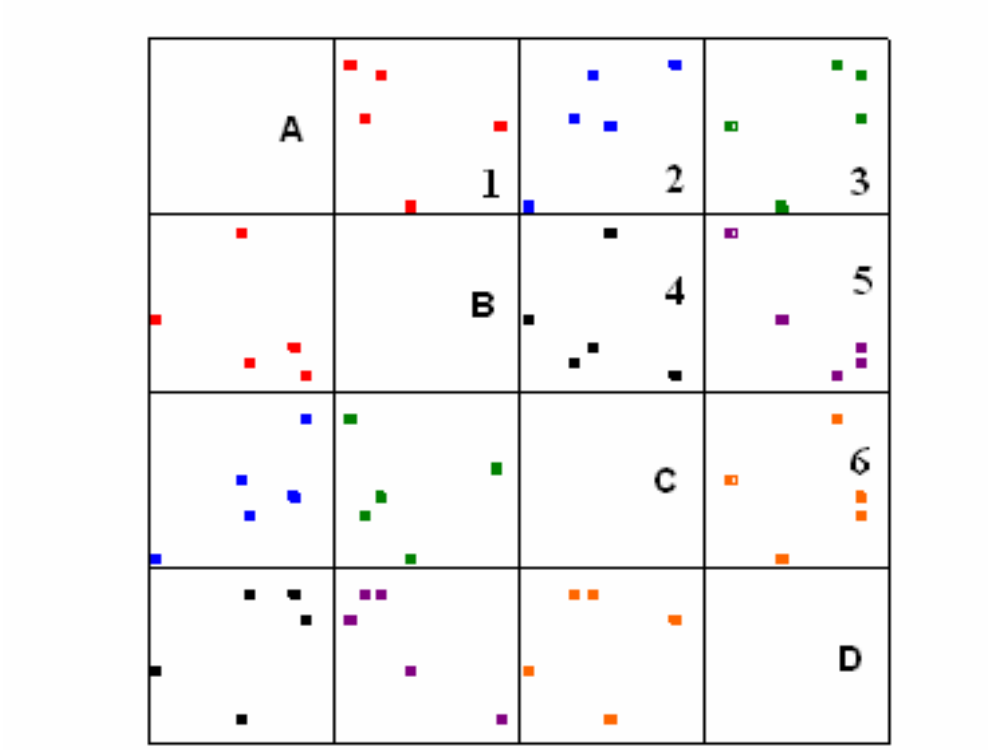
bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olan bağımsız değişkenler alınır, diğer değişkenler eşitlik dışında bırakılır. Aşamalı çoklu regresyon analizinde, öncelikle bağımlı değişken Y ile en yüksek korelasyonu veren, yani bir anlamda bağımlı değişkenin varyansına en büyük katkıyı verecek olan bağımsız değişken X_1 seçilerek işleme başlanır. Daha sonra Y'nin varyansına birinci ile birlikte en büyük katkıyı getiren X_2 bağımsız değişkeni analize alınır ve işlem bu şekilde sürdürülür. Hiyerarşi yöntemde, açıklayıcı değişkenler araştırmacının daha önce belirlediği sıraya göre analize alınır ve her bir değişken, bağımlı değişkene ilişkin varyansa olan katkıları bakımından değerlendirilir. Hiyerarşik regresyon analizinde daha önce analize alınan açıklayıcı değişkenler için kontrol değişkeni durumundadır. Analizde her bir blokta bir ya da birden fazla açıklayıcı değişken bulunabilir. Bir blokta birden fazla açıklayıcı değişken var ise, bu blok bir grup değişkeni olarak tanımlanabilir.

Çoklu regresyon analizinde açıklayıcı değişkenler arasında birlikte doğrusallık olarak tanımlanan bir sorunla karşılaşılabilir. Sorun, ikiden fazla değişken için söz konusu ise çoklu birlikte doğrusallık olarak isimlendirilir. Böyle bir sorun, açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarının işaretine bakmaksızın 0.80'den büyük olması durumunda söz konusudur. Böyle bir durumda araştırmacı, problemin kurumsal dayanaklarını dikkate alarak sadece bu değişkenlerden birini analize dahil eder, diğerini dışta tutabilir. Bunun dışında araştırmacı daha fazla denekten veri toplayarak analiz yapma yoluna gidebilir.

3.2.1.2.(4). Grafiklerin Yorumlanması

Değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığı regresyon ve korelasyon katsayılarının yanında saçılma diyagramları çıkartılarak da incelenebilir.

Bu diyagramlar küme şeklinde olup ilişkinin yorumlanması açısından gerekli bilgiyi vermektedir (Şekil 3.11.). İki tür saçılma diyagramı bulunmaktadır. Bunlar:



Şekil 3.11. Matrix Diyagramı

- İki değişken arasındaki ilişkiyi açıklayan "simple" diyagramı,
- İki veya daha çok değişken arasındaki ilişkiyi açıklayan "matrix" diyagramları

şeklindedir.

Şekil 3.11'de görülen matrix diyagramında A, B, C ve D değişkenleri belirtmekte olup diğer renkli kısımlar değerleri göstermektedir. Bu değişkenler ve değerler arasındaki ilişkinin dağılımı ve yorumlanması şu şekildedir:

1. "A" ve "B" değişkenleri arasındaki ilişkiyi "1" no'lu diyagram açıklamakta olup kırmızı renklerle belirtilen noktalar değerlerin dağılımını göstermektedir. Bu dağılıma göre, değerler birbirinden çok aşırı uçta olmayıp ters yönde doğrusal bir ilişkiyi açıklamaktadır.
2. "2" no'lu diyagram "A" ve "C" değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Mavi renkli noktalarla belirtilen dağılım kümesinde değerler birbirine yakın olup doğrusal yönde iyi bir ilişkiyi yani yüksek korelasyon olabileceğini göstermektedir.

3. “3” no’lu diyagram “A” ve “D” değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Yeşil renklerle belirtilen dağılım kümesinde, değerler birbirine çok aşırı uçta olmayıp doğrusal yönde orta derecede bir ilişkiyi açıklamaktadır.

4. “4” no’lu diyagram “B” ve “C” değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamakta olup siyah noktalarla belirtilen dağılımda değerlerden sadece birinin aşırı uçta olduğu görülmektedir. Buna göre, değişkenler arasında ters yönde negatif orta dereceli doğrusal bir ilişki ortaya çıkmaktadır.

5. “5” no’lu diyagram “B” ve “D” değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Bu diyagramda değerlerin birbirine çok yakın ve ters yönde negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

6. “6” no’lu diyagram “C” ve “D” değişkenleri arasındaki ilişkide; değerlerin aşırı uçta olmadığını doğrusal yönde orta dereceli bir ilişkinin olduğunu ortaya koymaktadır.

7. Matrix diyagramında görülen diğer renkli bölgeler yukarıda açıkladığımız 6 diyagramın değişkenleri arasındaki ilişkinin renklerine göre izdüşümlerini göstermektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışmasının gerçekleştirilmesi amacıyla Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus'ta bulunan mermer ocaklarından alınan örnekler, ilk aşamada mermer kesme atölyelerinde kesimleri yapılmış küp ve plaka şeklinde hazırlanmıştır. İkinci aşamada ise, silindirik örnekler laboratuarda standartlara uygun olarak hazırlanmıştır. Üçüncü aşamada ise, TSE standartlarına uygun olarak hazırlanan küp, plaka ve silindirik şeklindeki bu örneklere ait fiziko-mekanik özellikler belirlenmiştir. Son aşamada ise fiziko-mekanik özellikler arasındaki ilişkiler SPSS istatistik programı kullanılmak suretiyle karşılaştırılmıştır.

4.1. Fiziksel Özellikler

Bu aşamada Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus mermerlerinin fiziksel özellikleri ile ilgili olarak aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

4.1.1. Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus mermer ocaklarından alınarak standartlara uygun bir şekilde hazırlanan örnekler Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm laboratuarında birim hacim ağırlık, deneyine tabii tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre uygun bağıntılar kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde görülmüştür ki hacim kütlesi en yüksek Tarsus (Çamlıyayla) en düşük olan ise Karaisalı bej'dir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir

4.1.2. Porozite (Gözeneklilik Derecesi) Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri üzerinde yapılan porozite deneyinde porozite değeri en yüksek Karaisalı en düşük Tarsus (Çamlıyayla) olarak bulunmuştur. Değerler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 .Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Birim Hacim Ağırlık Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	Numune Çapı (cm)	Numune Uzunluğu (cm)	Numune Ağırlığı (gr)	Numune Hacmi (cm^3)	Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	Ort. Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	4,2	8,62	316,6	119,36	2,66	2,63
	2	4,19	9,08	327,5	125,13	2,61	
	3	4,18	8,76	313,2	120,43	2,60	
	4	4,19	9,27	339,4	127,75	2,67	
	5	4,18	8,72	314,0	119,88	2,61	
Kozan Bej	1	4,2	8,65	310,8	119,78	2,59	2,59
	2	4,2	9,26	331,2	128,29	2,58	
	3	4,2	8,75	316,0	121,16	2,61	
	4	4,2	9,00	320,5	124,62	2,57	
	5	4,2	9,10	327,0	126,01	2,60	
Karaisalı Bej	1	4,2	9,17	348,2	127,04	2,58	2,58
	2	4,2	8,60	305,6	119,08	2,56	
	3	4,18	9,73	347,8	133,77	2,60	
	4	4,2	9,25	334,0	128,08	2,61	
	5	4,19	9,12	323,0	125,68	2,57	
Tarsus Bej	1	4,2	8,90	333,0	123,24	2,70	2,68
	2	4,2	9,56	358,0	132,38	2,70	
	3	4,2	9,10	335,0	126,01	2,66	
	4	4,2	9,00	335,0	124,62	2,68	
	5	4,2	9,30	347,0	128,78	2,69	

4.1.3. Sonik Hız Ölçümü Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri üzerinde "Pundit" aleti kullanılarak yapılan sonik hız ölçüm deneyinde sonik hız değeri en yüksek Karaisalı en düşük Osmaniye olarak bulunmuştur. Toplu değerler Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Porozite Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	Porozite (%)	Ort. Porozite (%)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	2,66	2,71	1,84	%1,49
	2	2,61	2,65	1,51	
	3	2,60	2,63	1,14	
	4	2,67	2,71	1,47	
	5	2,61	2,66	1,50	
Kozan Bej	1	2,59	2,63	1,52	%1,51
	2	2,58	2,61	1,14	
	3	2,61	2,64	1,13	
	4	2,57	2,62	1,90	
	5	2,60	2,65	1,88	
Karaisalı Bej	1	2,58	2,62	1,52	%1,74
	2	2,56	2,61	1,92	
	3	2,60	2,65	1,88	
	4	2,61	2,66	1,87	
	5	2,57	2,61	1,53	
Tarsus Bej	1	2,70	2,74	1,46	%1,47
	2	2,70	2,75	1,83	
	3	2,66	2,70	1,48	
	4	2,68	2,70	1,1	
	5	2,69	2,73	1,47	

Çizelge 4.3. Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Sonik Hız Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	Kalınlık (cm)	Hız (μs)	Sonik.Hız (km/sn)	Ort.Sonik Hız (km/sn)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	7,28	13,20	5,52	5,49
	2	7,12	13,90	5,12	
	3	7,19	13,50	5,32	
	4	7,10	12,80	5,54	
	5	7,20	12,10	5,95	
Kozan Bej	1	7,29	11,60	6,28	6,19
	2	7,24	12,20	5,93	
	3	7,18	11,80	6,08	
	4	7,00	11,40	6,14	
	5	7,15	10,90	6,55	
Karaisalı Bej	1	7,17	11,00	6,51	6,42
	2	7,24	11,80	6,13	
	3	7,12	11,80	6,33	
	4	7,20	11,30	6,37	
	5	7,10	10,50	6,76	
Tarsus Bej	1	7,00	11,20	6,25	6,12
	2	6,90	11,80	5,84	
	3	7,10	12,00	5,91	
	4	6,98	11,40	6,12	
	5	7,13	11,00	6,48	

4.2. Mekanik Özellikler

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerlerinin mekanik özellikleri Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuarında deneylerle tespit edilerek sonuçlar çizelgelerle sunulmuştur.

4.2.1. Tek Eksenli Basma Dayanımı Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri için yapılan basma. dayanımı deneyi sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir. Deneylerde en yüksek basma dayanımına sahip olan Kozan, en düşük Karaisalı olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.4. Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Tek Eksenli Basınç Dayanım Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	Numune Çapı (mm)	Numune Uzunluğu (mm)	Yüzey Alanı (mm^2)	Yenilme Yükü (kN)	Basma Dayanımı (MPa)	Ort. Basma Day. (MPa)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	41,9	86,2	1378,1	74,00	53,70	54,146
	2	41,9	90,8	1378,1	76,53	55,53	
	3	41,8	87,6	1374,8	72,73	52,90	
	4	41,9	92,7	1378,1	74,42	54,00	
	5	41,8	87,2	1374,8	75,06	54,60	
Kozan Bej	1	42,0	86,5	1385,0	91,93	66,38	54,634
	2	42,0	92,6	1385,0	49,18	35,51	
	3	42,0	87,5	1385,0	73,09	52,78	
	4	42,0	90,0	1385,0	74,10	53,50	
	5	42,0	91,0	1385,0	90,02	65,00	
Karaisalı Bej	1	42,0	91,2	1385,0	63,22	45,65	42,22
	2	42,0	91,2	1385,0	56,97	41,14	
	3	41,8	91,0	1374,8	51,99	37,81	
	4	41,9	91,4	1378,1	57,19	41,50	
	5	42,0	90,8	1385,0	62,32	45,00	
Tarsus Bej	1	42,0	89,0	1385,0	70,74	51,07	52,26
	2	42,0	95,6	1385,0	73,72	53,22	
	3	42,0	91,0	1385,0	73,50	53,06	
	4	42,0	90,0	1385,0	72,45	52,31	
	5	42,0	93,0	1385,0	71,56	51,66	

4.2.2. Nokta Yük Dayanım İndeksi Deneyi Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri nokta yük dayanım sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir. Nokta yük dayanımları en fazla Kozan, en az Karaisalı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Nokta Yükü İndeksi Dayanım Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	Numune Çapı (De) (mm)	Numune Uzunluğu (L) (mm)	De^2 (mm^2)	Yenilme Yükü (kN)	Nokta Yük İndeksi (Is)	Ort. Nokta Yük İnd. (MPa)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	42,00	45,00	1764,00	9,25	5,24	6,51
	2	42,00	43,70	1764,00	10,62	6,02	
	3	42,00	45,80	1764,00	13,56	7,68	
	4	42,00	43,00	1764,00	12,50	7,08	
	5	42,00	43,60	1764,00	11,52	6,53	
Kozan Bej	1	42,00	40,85	1764,00	13,25	7,13	6,98
	2	42,00	40,85	1764,00	13,24	7,17	
	3	42,00	40,10	1764,00	14,20	7,08	
	4	42,00	40,50	1764,00	12,00	6,45	
	5	42,00	41,00	1764,00	13,00	7,06	
Karaisalı Bej	1	42,00	40,40	1764,00	10,00	5,66	5,47
	2	42,00	42,10	1764,00	9,20	5,21	
	3	42,00	47,50	1764,00	6,00	3,40	
	4	42,00	43,40	1764,00	11,00	6,23	
	5	42,00	43,00	1764,00	12,13	6,87	
Tarsus Bej	1	42,00	47,30	1764,00	10,10	5,72	5,54
	2	42,00	46,30	1764,00	10,30	5,83	
	3	42,00	46,50	1764,00	10,00	5,66	
	4	42,00	45,20	1764,00	9,50	5,38	
	5	42,00	45,60	1764,00	9,00	5,10	

4.2.3. Darbe Dayanımı Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri için yapılan darbe dayanımı deneyi sonuçları Çizelge 4.6.' da verilmiştir. Darbe dayanımı en yüksek Karaisalı, en düşük olan Tarsus (Çamlıyayla) bej'dir.

Çizelge 4.6. Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Darbe Dayanım Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	Darbe Sayısı (n)	Darbe Dayanımı (Kgcm / cm^3)	Ort. Darbe Dayanımı (Kgcm / cm^3)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	4	20	22,4
	2	4	20	
	3	3	12	
	4	5	30	
	5	5	30	
Kozan Bej	1	5	30	26
	2	5	30	
	3	3	20	
	4	4	20	
	5	5	30	
Karaisalı Bej	1	5	30	24
	2	4	20	
	3	4	20	
	4	5	20	
	5	5	30	
Tarsus Bej	1	3	12	10,8
	2	3	12	
	3	2	6	
	4	3	12	
	5	3	12	

4.2.4. Sürtünme Sonrası Aşınma Kaybı (Böhme) Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri için yapılan Böhme aşınma dayanımı deney sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Böhme Aşınma Dayanım Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	d_0 (cm)	d_1 (cm)	d ($cm^3/50cm^2$)	Ort.D ($cm^3/50cm^2$)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	7,234	6,890	17,20	17,21
	2	7,179	6,840	16,95	
	3	7,222	6,880	17,10	
	4	7,238	6,891	17,35	
	5	7,159	6,810	17,45	
Kozan Bej	1	7,296	7,159	6,85	6,91
	2	7,297	7,165	6,60	
	3	7,288	7,153	6,75	
	4	7,292	7,150	7,10	
	5	7,285	7,140	7,25	
Karaisalı Bej	1	7,560	7,280	14,00	12,60
	2	7,500	7,300	10,00	
	3	7,480	7,250	11,50	
	4	7,450	7,200	12,50	
	5	7,530	7,230	15,00	
Tarsus Bej	1	6,906	6,653	12,65	12,53
	2	6,870	6,670	10,00	
	3	6,850	6,620	11,50	
	4	6,850	6,580	13,50	
	5	6,950	6,650	15,00	

Böhme deneyi neticesinde sürtünme kuvvetine karşı en dirençli Kozan bej olarak bulunmuştur. En fazla sürtünme kaybı ise Osmaniye vişne çürüğünde gözlemlenmiştir.

4.2.5. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları

Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerleri için yapılan eğilme dayanımı deneyi sonuçları toplu olarak Çizelge 4.8.' de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) Mermerlerinin Eğilme Dayanım Değerleri

Mermer Cinsi	Numune No	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Pk (kgf)	Feğ (MPa)	Ort. Feğ (MPa)
Osmaniye Vişne Çürüğü	1	19,60	9,92	3,20	320,00	9,261	9,96
	2	19,70	9,98	3,18	310,00	9,076	
	3	19,40	9,93	3,15	335,00	9,893	
	4	19,50	9,80	3,10	330,00	10,249	
	5	20,00	10,00	3,00	340,00	11,333	
Kozan Bej	1	19,80	10,00	2,99	420,00	13,952	14,25
	2	19,90	9,90	3,00	400,00	13,400	
	3	20,00	9,80	2,98	410,00	14,133	
	4	19,50	9,60	2,95	425,00	14,879	
	5	19,80	9,70	2,97	430,00	14,925	
Karaisalı Bej	1	19,70	9,94	2,94	360,00	12,381	11,60
	2	19,70	9,96	2,94	320,00	10,983	
	3	19,60	9,97	3,00	340,00	11,140	
	4	19,50	9,95	2,95	345,00	11,654	
	5	19,80	9,98	2,96	350,00	11,888	
Tarsus Bej	1	19,90	10,11	2,94	320,00	10,930	11,54
	2	21,10	9,69	2,95	320,00	12,010	
	3	19,80	9,55	2,90	350,00	12,942	
	4	19,70	9,70	3,00	325,00	11,000	
	5	20,00	9,80	3,10	340,00	10,830	

Eğilme dayanımı deney sonuçları en fazla eğilme direncinin Kozan, en az eğilme direncinin de Osmaniye olduğunu göstermektedir.

4.3. Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Analizi

Çalışmanın bu aşamasında Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) ocaklarından alınan örneklerin fiziko-Mekanik özellikleri belirlendikten sonra elde edilen değerlerin istatistiksel analizi SPSS istatistiksel analiz programı kullanılarak yapılmıştır.

4.3.1. Fiziko-Mekanik Özelliklerin Kendi Aralarındaki İstatistiksel Analizi

Bu aşamada Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) ocaklarından alınan örneklerin Birim hacim ağırlık, porozite, tek eksenli basma dayanımı, nokta yük dayanımı, sonik hız, eğilme dayanımı, darbe dayanımı ve sürtünme sonrası aşınma (Böhme) kaybı değerlerinin birbirleri ile olan istatistiksel ilişkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.9.'da verilmektedir.

Fiziko-Mekanik özelliklerin kendi aralarında yapılan istatistiksel analizinde denklemler, grafikler ve korelasyonlar belirtilmiştir. En yüksek korelasyon sonik hız (R^2=0,83)'da görülmekte olup en düşük korelasyonu tek eksenli basma dayanımı (R^2=0,54) vermektedir

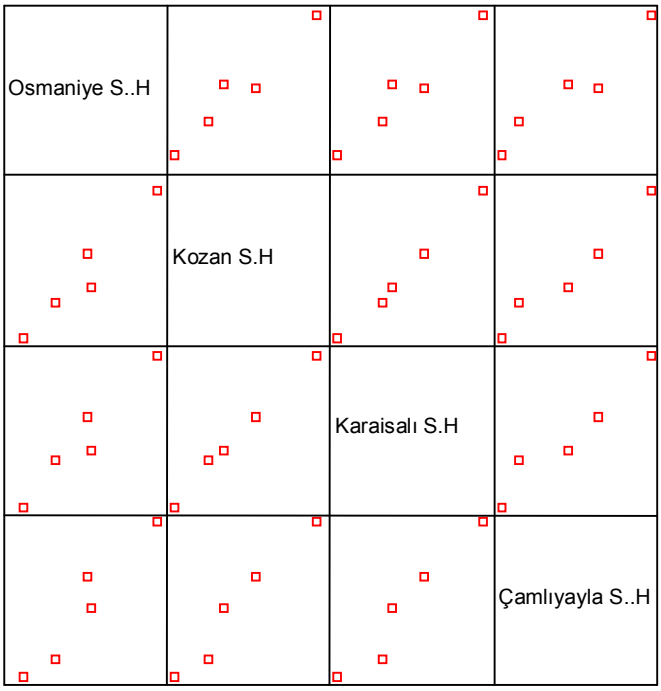
Birim hacim ağırlık, kayacın içerisindeki boşluk, çatlak, su miktarlarına göre farklı değerler alabilmektedir. Birim hacim ağırlıklar kendi aralarında yüksek bir korelasyon gösterdiğinden kayaçların iç yapısının birbirine yakın olduğunu söyleyebiliriz.

Tek eksenli basma dayanımı, kayaçların içindeki tanelerin dizilişi, kristalleşme ve çimentolanma derecesi su miktarı homojenlik ve süreksizlik yapısına bağlı olarak değişebilmektedir. Yapılan analizde elde edilen korelasyon değeri (R^2=0,54) her ne kadar iyi bir ilişki olduğunu ortaya koysa da diğer fiziko-mekanik özelliklere göre daha düşük bir korelasyon elde edilmiştir. Bunun nedeni üzerinde çalıştığımız farklı yerlerden alınan mermer örnekleri arasında kireçtaşı mermerlerinin bulunmasıdır.

Çizelge 4.9. Fiziko-Mekanik Özelliklerin Kendi Aralarındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2)ort.
B.H.A-B.H.A	Yos=-8,289+1,417Xko+0,914Xka+1,819Xta	0,81
	Yko= 47.75+4,07Xos-9,71Xka-11,47Xta	
	Yka= 4,92+0,42Xos-0,1Xko-1,18Xta	
	Yta= 4,16+0,35Xos-8,6E-02Xko-0,85Xka	
P-P	Yos= 1,97+0,18Xko-0,66Xka+0,27Xta	0,72
	Yko= 3,77+0,22Xos-0,63Xka-1,01Xta	
	Yka= 3,05-0,36Xos-0,29Xko-0,22Xta	
	Yta=2,61+0,19Xos-0,61Xko-0,29Xka	
T.E.B-T.E.B	Yos=-74,31-1,2E-02Xko+0,62Xka+1,97Xta	0,54
	Yko= 366,52- 10,30Xos+3,82Xka+1,63Xta	
	Yka= 127,47+1,54Xos+1,1E-02Xko-3,24Xta	
	Yta= 40,67+0,45Xos+4,26E-04Xko-0,3Xka	
N:Y-N.Y	Yos=35,58-1,38Xko-0,81Xka-2,76Xta	0,66
	Yko= 18,68-0,47Xos-0,39Xka-1,18Xta	
	Yka= 41,96-1,1Xos-1,56Xko-3,34Xta	
	Yta= 11,53-0,3Xos-0,37Xko-0,27Xka	
S.H-S.H	Yos=-2,32-8,25E-03Xko+0,721Xka+0,528Xta	0,83
	Yko= -8,9E-02-4,72E-04Xos+0,81Xka+0,17Xta	
	Yka= 0,31+4,93E-02Xos+1,08Xko-0,14Xta	
	Yta= 0,37+0,27Xos+1,75Xko-1,03Xka	
E.D-E.D	Yos=-75,91+3,03Xko+2,24Xka+1,39Xta	0,57
	Yko= 7,32+0,59Xos+0,16Xka-6,6E-02Xta	
	Yka= 15,37-0,21Xos+0,26Xko-0,47Xta	
	Yta= 29,1-4,9E-02Xos-0,3Xko-1,13Xka	
D.D-D.D	Yos= 4-1Xko+0,5Xka+3,Xta	0,79
	Yko= 4,5-0,5Xos+0,5Xka+1,92Xta	
	Yka= 3+0,5Xos+Xko-1,5Xta	
	Yta= -0,31+0,26Xos+0,33Xko-0,13Xka	
B.A.D-B.A.D	Yos= 16,1-2,9E-02Xko-2,72E-02Xka+0,13Xta	0,61
	Yko= 6,38-7,05E-02Xos-6,05E-02Xka+0,2Xta	
	Yka= 237,36-11,36Xos-10,7Xko+3,5Xta	
	Yta= -76,9+3,9Xos+2,54Xko+0,25Xka	

Sonik hız, kayaç içerisine gönderilen dalgaların yayılma hızı ile ilgili olduğundan kayacın içyapısına göre değişmektedir. Yapılan analizde sonik hızlar arasında yüksek korelasyon elde edildiğinden mermerlerin iç yapılarının birbirine benzerlik gösterdiğini söyleyebiliriz. Elde edilen yüksek korelasyon değerini gösteren diyagram Şekil 4.1. de görülmektedir. Diyagramda görüldüğü gibi Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerlerinin sonik hız değerlerinin oluşturduğu noktalar kümesinde değerler birbirine yakın, iyi bir saçılım göstermektedir. Bu durumda doğrusal bir ilişki görülmekte ve yüksek korelasyon elde edilmektedir. Diğer diyagramlar Ek 1 ve Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7' de ayrıca verilmektedir.



Şekil 4.1. Sonik Hızlar Arasındaki İlişki

4.3.2. Tüm Fiziko-Mekanik Özelliklerin İstatistiksel Analizi

Çalışmanın bu aşamasında örneklerin birim hacim ağırlık, porozite, tek eksenli basma dayanımı, nokta yük dayanımı, sonik hız, eğilme dayanımı, darbe

dayanımı ve sürtünme sonrası aşınma (Böhme) kaybı değerlerinin her birinin ayrı ayrı diğerleri ile olan istatistiksel ilişkileri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16' da verilmiştir.

Birim hacim ağırlıkların diğer fiziko-mekanik özelliklerle olan istatistiksel analizinde, tüm korelasyonlar, bağıntılar ve grafikler ortaya konmuştur. Bu bağıntılar arasında en yüksek korelasyonu tek eksenli basma dayanımı (R^2 =0,82) göstermekte olup, en düşük korelasyonu Böhme aşınma dayanımı (R^2 =0,039) vermektedir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, yüksek korelasyonlar dikkati çekmekte olup özellikle birim hacim ağırlık, tek eksenli basma dayanımı, nokta yük dayanımı ve sonik hız arasında istatistiksel açıdan iyi bir ilişkinin olması mermerlerin özellikleri hakkında önemli bilgiler vermektedir.

Birim hacim ağırlık, tek eksenli basma dayanımı, nokta yük ve sonik hız kayaçların içindeki su miktarı, dolgu malzemesi tanelerin dizilişi, boyutu ve kenetlenme derecesi, kristallenme şekli, boşluk yapısı, süreksizlikler gibi yapısal faktörler nedeniyle değişmektedir. Buna göre yüksek korelasyonlar ve iyi ilişkinin ortaya çıkması mermerlerin yapısal faktörlerinin birbirine benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu faktörlere bağlı olarak birim hacim ağırlık ve tek eksenli basma dayanımlarının ait diyagram (Şekil 4.2.) incelendiğinde, Osmaniye birim hacim ağırlığın Kozan ve Karaisalı tek eksenli basma dayanımları arasında pozitif yönde, Tarsus (Çamlıyayla) tek eksenli basma dayanımı ile ters yönde negatif bir ilişki göstermektedir.

Kozan birim hacim ağırlık, Osmaniye ve Karaisalı tek eksenli basma dayanımları ile ters yönde negatif bir ilişki gösterirken Tarsus (Çamlıyayla) ile pozitif yönde doğrusal bir ilişki göstermektedir.

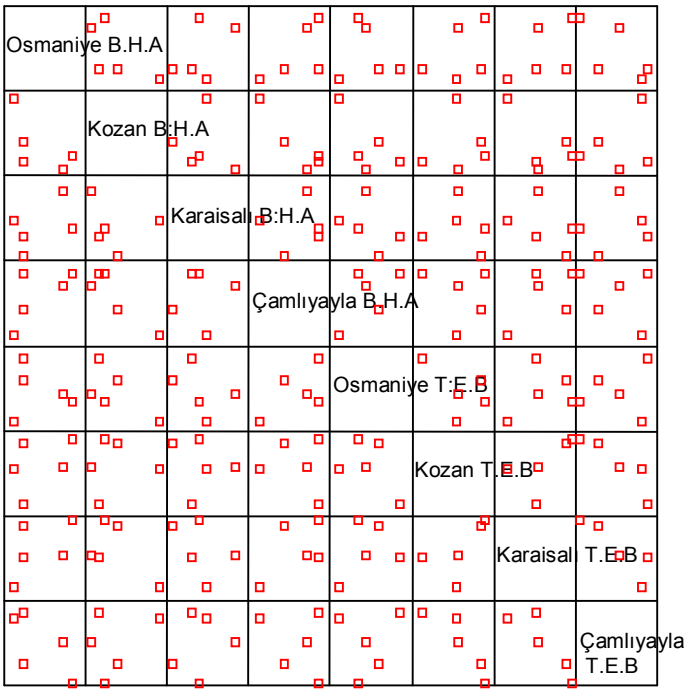
Karaisalı birim hacim ağırlık, Osmaniye tek eksenli basma dayanımı ile ters yönde doğrusal, Kozan ve Tarsus (Çamlıyayla) ile dağınık saçınımlı bir ilişki göstermektedir.

Tarsus (Çamlıyayla) birim hacim ağırlık incelendiğinde, Osmaniye, Kozan ve Karaisalı tek eksenli basma dayanımları ile pozitif yönde doğrusal bir ilişki görülmektedir.

Çizelge 4.10. Birim Hacim Ağırlıklar ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2)ort.
B.H.A-P	yos= 4,47-0,67Xko+8,4E-02Xka-3,77E-02Xta	0,78
	yko= 2,91-2,9E-02Xos-6,35E-02Xka-9,92E-02Xta	
	yka= 2,96-5,84E-02Xos-1,3E-02Xko-3,58E-02Xta	
	yta= 5,12-0,92Xos+4,27E-02Xko-1,61E-03Xka	
B.H.A-T.E.B	yos=2,32+0,22Xko+0,34Xka-4,77E-03Xta	0,82
	Yko= 5,05-0,45Xos-0,12Xka-1,1E-02Xta	
	Yka= 8,68-0,92Xos-1,08Xko-8,93E-03Xta	
	Yta= 7,7-0,85Xos-0,9Xko-1,04E-02Xka	
B.H.A-N.Y	yos=1,075+0,26Xko+0,54Xka-3,9E-02Xta	0,76
	Yko= 3,9+0,19Xos-0,84Xka+7,04E-02Xta	
	Yka= 4,9+0,4Xos-0,1Xko-1,2Xta	
	Yta= 4,2-0,28Xos-0,29Xka-9,8E-03Xta	
B.H.A-S.H	yos=-3,28+0,71Xko+0,38Xka+0,95Xta	0,66
	Yko= 1,6-0,9Xos+1,09Xka-0,2Xta	
	Yka= 4,9+0,4Xos-0,1Xko-1,18Xta	
	Yta= 4,17+0,35Xos-9,3E-02Xko-0,8Xka	
B.H.A-E.D	yos=1,58+0,28Xko-5,6E-03Xka 3,95E-02Xta	0,065
	Yko= 2,6-0,34Xos+1,26E-02Xka+3,3E-02Xta	
	Yka= -0,9+0,9Xos+0,11Xko+2,03E-02Xta	
	Yta= 5,49-0,51Xos-062Xko-2,2E-03Xta	
B.H.A-D.D	yos=1,2+0,5Xko-1,5E-03Xka+4E-03Xta	0,76
	Yko= 3,48- 0,3Xos+6,6E-04Xka+1,6E-03Xta	
	Yka= 1,23+0,54Xos-7,3E-04Xko+1,6E-03Xta	
	Yta= 3,48-0,3Xos+6,6E-04Xko+1,6E-03Xka	
B.A.H-B.A.D	yos=2,58-0,36Xko+0,35Xka+2,32E-02Xta	0,039
	Yko= 4,87-0,Xos-0,56Xka+1,3E-02Xta	
	Yka= 4,9-0,42Xos-0,11Xko-1,18Xta	
	Yta= 6,3-0,78Xos-0,53Xko-3,6E-02Xka	

Bu bilgiler ışığında genel olarak değerler birbirine yakın iyi bir dağılım göstermekte ve dolayısıyla yüksek korelasyon vermektedir. Diğer Diyagramlar Ek 2. ve Şekil 8, 9, 10, 11, 12 ve 13.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Birim Hacim Ağırlıklar-Tek Eksenli Basma Dayanımları Arasındaki İlişki

Dört mermer cinsinin porozite ve diğer fiziko-mekanik özelliklerinin değerleri üzerinde yapılan istatistiksel analizde en yüksek korelasyonu tek eksenli basma dayanımı (R^2 =0,86), en düşük korelasyonu sürtünme sonrası aşınma (Böhme) kaybı vermiştir. Porozite ve tek eksenli basma dayanımları arasındaki yüksek korelasyon Şekil 4.3'de verilen diyagramda ayrıca görülmektedir. Diğer diyagramlar Ek 3 Şekil 13, 14, 15, 16, 17 ve 18.'de verilmiştir.

Tek eksenli basma dayanımlarının diğer fiziko-mekanik özelliklerle arasında yapılan istatistiksel analizde yüksek korelasyonlar gözlemlenmiş ve en yüksek korelasyonu Nokta yük dayanımı (R^2 =0,89), en düşük korelasyonu ise Böhme aşınma dayanımı (R^2 =0,095) vermiştir.

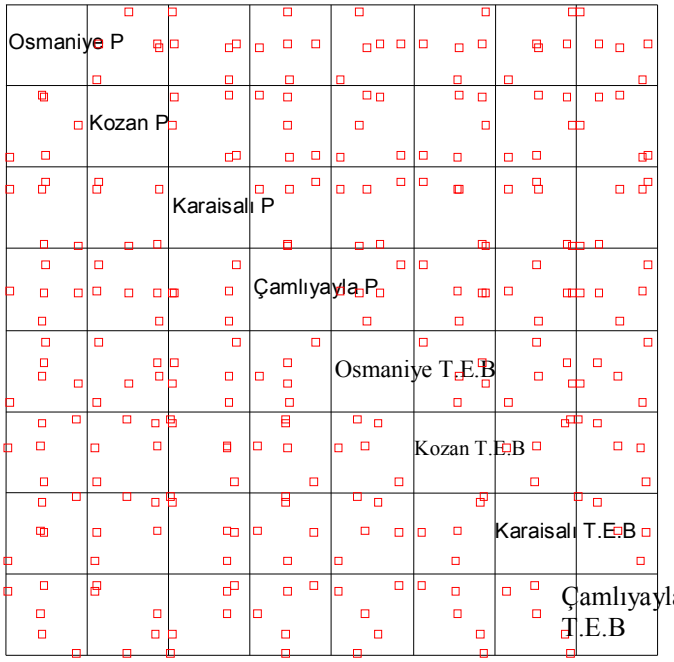
Kayaçların tek eksenli basma dayanımı ve nokta yük dayanımları genel olarak istatistiksel açıdan birbirleriyle bağlantılıdır ve yüksek korelasyonlar vermektedir. Yapılan analizde benzer sonuçlar elde edilmiş olup çalıştığımız mermer örnekleri arasında iyi bir ilişkinin olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar grafiklere

de yansımış olup ilgili diyagram Şekil 4.4.'de diğer diyagramlar Ek 4 ve Şekil 19, 20, 21 ve 22.'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.11. Poroziteler ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	Ort.
P-T.E.B	Yos= 35,9+0,1Xko-4,35E-02Xka-3,14E-02Xta	0,86
	Yko=7,82-0,93Xos-1,17Xka+0,31Xta	
	Yka= -14,5+0,47Xos-0,32Xko-2,92E-02Xta	
	Yta= -6,7-0,69Xos-0,79Xko+0,13Xka	
P-N.Y	Yos= 4,49-0,27Xko-0,29Xka-7E-02Xta	0,84
	Yko= 8,49+0,66Xos-0,13Xka-0,4Xta	
	Yka= 4,99-0,47Xos+0,64Xko-0,78Xta	
	Yta= -8,46+0,12Xos+1,02Xko+1,07Xka	
P-S.H	Yos= 30,4+1,82Xko+3,95Xka+0,62Xta	0,54
	Yko= -16,64+0,54Xos+2,17Xka-0,33Xta	
	Yka= 7,67-0,25Xos +0,46Xko+0,15Xta	
	Yta= 1,62+2,37E-02Xos-0,76Xko+8,8Xka	
P-E.D	Yos= 6,33-0,41Xko+0,11Xka-0,17Xta	0,35
	Yko= 3,37-0,28Xos-0,4Xka+0,16Xka	
	Yka= 2,5-2,74E-02Xos+6,9E-02Xko-3,68E-02Xta	
	Yta= 1,36-0,42Xos-1,34E-02Xko+6,13E-02Xka	
P-D.D	Yos= 2,22-0,48Xko-0,36Xka-3,3E-03Xta	0,82
	Yko= 4,9-1,1Xos-1,03Xka-0,91Xta	
	Yka= 2,51-2,74E-02Xos+6,9E-02Xko-3,65E-02Xta	
	Yta= 1,36-0,42Xos-1,34E-02Xko+6,13E-02Xka	
P-B.A.D	Yos= 6,81+1,16Xko-1,69Xka-0,13Xta	0,34
	Yko= -5,87+0,86Xos+1,45Xka+0,11Xta	
	Yka= 4,04-0,59Xos+0,69Xko-7,78E-02Xta	
	Yta= 23,34-1,4Xos+0,98Xko-6,78Xka	

Tek eksenli basma dayanımları ve nokta yük dayanımları arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram incelendiğinde, Osmaniye tek eksenli basma dayanımı ve Kozan nokta yük dayanımı arasında dağınık saçınımlı, Karaisalı ile pozitif, Tarsus (Çamlıyayla) ile ters yönde negatif bir ilişki görülmektedir.



Şekil 4.3. Poroziteler- Tek Eksenli Basma Dayanımları Arasındaki İlişki

Kozan tek eksenli basma dayanımı, Osmaniye ve Karaisalı nokta yük dayanımları ile pozitif yönde doğrusal, Tarsus (Çamlıyayla) ile ters yönde negatif doğrusal bir ilişki göstermektedir.

Karaisalı tek eksenli basma dayanımı, Osmaniye ve Tarsus (Çamlıyayla) nokta yük dayanımları ile negatif yönde doğrusal, Kozan ile pozitif yönde doğrusal bir ilişki göstermektedir.

Tarsus (Çamlıyayla) tek eksenli basma dayanımı, Osmaniye nokta yük dayanımı ile pozitif yönde doğrusal, Kozan ve Karaisalı nokta yük dayanımı ile dağınık saçınımlı bir ilişki göstermektedir. Sonuç olarak diyagram üzerinde her mermer cinsinin ayrıntılı incelemesinde değerlerin birbirine yakın ve doğrusallık gösterdiği aykırı ve aşırı uç kısımların az olduğu ve dolayısıyla kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

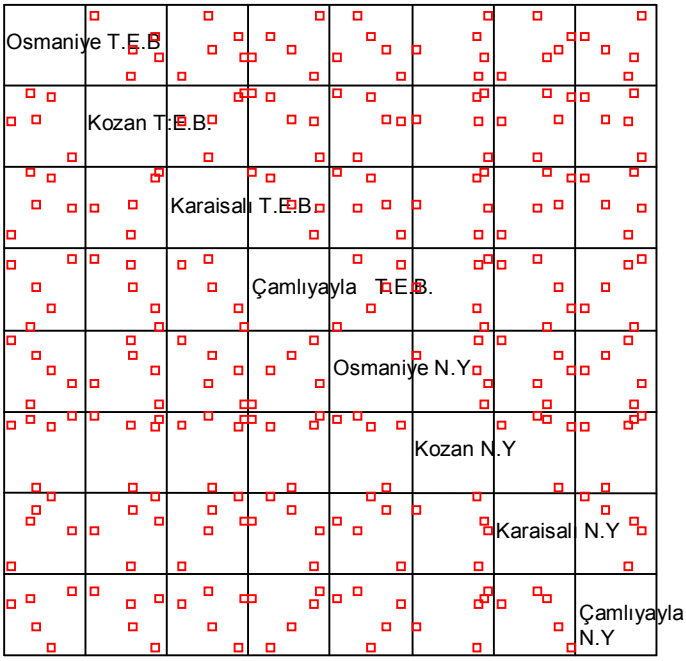
Kozan tek eksenli basma dayanımı, Osmaniye ve Karaisalı nokta yük dayanımları ile pozitif yönde doğrusal, Tarsus (Çamlıyayla) ile ters yönde negatif doğrusal bir ilişki göstermektedir.

Çizelge 4.12. Tek Eksenli Basma Dayanımları ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2).Ort.
T.E.B-N.Y	Yos= 79,9 - 9,33E - 02Xko - 0,92Xka + 0,45Xta	0,89
	Yko= 855,3 - 5,28Xos - 9Xka + 7,3Xta	
	Yka= 133,9 + 1,45Xos - 3,34Xko + 0,7Xta	
	Yta= 49,3 - 5,67E - 02Xos + 0,46Xko + 0,47Xka	
T.E.B-S.H	Yos= 31,03 - 0,13Xko + 0,3Xka + 2,35Xta	0,52
	Yko= 67,32 - 4,78Xos - 6,2Xka + 18,74Xta	
	Yka= -81,1+1,37Xos+0,11Xko-3,57Xta	
	Yta= 63,27-8E-02Xos-3,54Xko+1,63Xka	
T.E.B-E.D	Yos=85,46-7,17E-02Xko+1,22Xka-1,89Xta	0,73
	Yko= 320,2-8,93Xos+3,93Xka+4,43Xta	
	Yka= -90,47+2,52Xos+0,28Xko-1,25Xta	
	Yta= 71,5-3,3E-02Xos-0,24Xko+0,29Xka	
T.E.B-D.D	Yos=52,8-5,93E-02Xko+8,18E-02Xka+0,13Xta	0,86
	Yko= 435,9-7,1Xos+0,58Xka+1,63Xta	
	Yka= 22,61+0,15Xos-4,48E-0,2Xko+0,18Xta	
	Yta= 23,9+0,617Xos-0,25Xko+3,4E-03Xka	
T.E.B-B.A.D	Yos=-46,7-4,5E-02Xko+0,54Xka+1,51Xta	0,095
	Yko= 300,8-3,83Xos-1,86Xka+5,68Xta	
	Yka= 110,72+1,53Xos-2,93Xko+0,47Xta	
	Yta= 40,4+0,53Xos-0,58Xko+0,12Xka	

Karaisalı tek eksenli basma dayanımı, Osmaniye ve Tarsus (Çamlıyayla) nokta yük dayanımları ile negatif yönde doğrusal, Kozan ile pozitif yönde doğrusal bir ilişki göstermektedir.

Tarsus (Çamlıyayla) tek eksenli basma dayanımı, Osmaniye nokta yük dayanımı ile pozitif yönde doğrusal, Kozan ve Karaisalı nokta yük dayanımı ile dağınık saçınımlı bir ilişki göstermektedir. Sonuç olarak diyagram üzerinde her mermer cinsinin ayrıntılı incelemesinde değerlerin birbirine yakın ve doğrusallık gösterdiği aykırı ve aşırı uç kısımların az olduğu ve dolayısıyla kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmüştür.



Şekil 4.4. Tek Eksenli Basma Dayanımları-Nokta Yük Dayanımları Arasındaki İlişki

Nokta yükler açısından yapılan değerlendirmeye göre en yüksek korelasyonu eğilme dayanımı (R^2 =0,87), en düşük korelasyonu ise sürtünme sonrası aşınma (Böhme) kaybı dayanımı (R^2 =0,53) vermektedir. Sonuçlarla bağlantılı olarak elde edilen diyagramlar Ek 5 ve Şekil 23, 24 ve 25.'de verilmiştir.

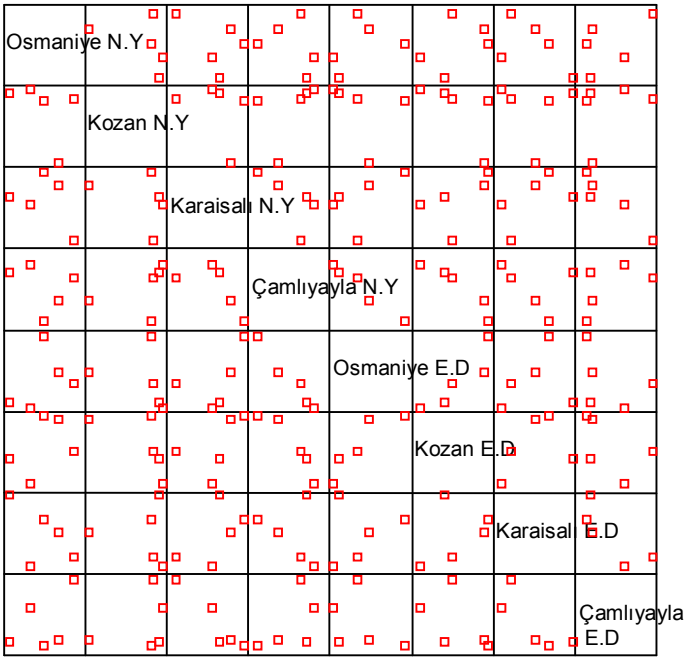
Nokta yük ve eğilme dayanımları arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram Şekil 4.5. de verilmiştir. Diyagrama ayrıntılı olarak bakıldığında, Osmaniye, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) nokta yük ve eğilme dayanımları arasında bazı noktalarda pozitif ve negatif yönde doğrusallık bazı noktalarda ise saçınımlı yani dağınık bir ilişki görülmektedir. Kozan nokta yük dayanımı bu noktada biraz farklılık göstermekte yani değerler birbirinden aykırı ve aşırı uçta görülmektedir. Genel olarak doğrusallık ön planda olduğundan iyi bir ilişki görülmektedir.

Çizelge 4.13. Nokta Yük Dayanımlar ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2).Ort.
N.Y-S.H	Yos=51,94-0,72Xko-0,59Xka-4,05Xta	0,85
	Yko= 7,26-0,33Xos+4,3E-02Xka+6,6Xta	
	Yka= 87,5-1,7Xos-1,21Xko-6,82Xta	
	Yta= 12,39-0,22Xos-0,13Xko-0,17Xka	
N.Y-E.D	Yos=-0,44-1,79Xko+0,64Xka+0,1Xta	0,87
	Yko= -0,24-0,56Xos+0,36Xka+5,68E-02Xta	
	Yka= 34,73+0,54Xos-1,16Xko+0,23Xta	
	Yta= 8,2+9,14E-02Xos-3,95E-02Xko-0,27Xka	
N.Y-D.D	Yos=23,97-0,18Xko-2,0,6Xka-0,1Xta	0,69
	Yko= 5,76+0,11Xos+6,69E-02Xka-2,76E-03Xta	
	Yka= 13,19-0,21Xos-1,1Xko+2,3E-02Xta	
	Yta= 9,83-0,26Xos-0,17Xko-3,01E-02Xka	
N.Y-B.A.D	Yos=51,75-1,39Xko-0,72Xka-4,82Xta	0,53
	Yko= 37,22-0,72Xos-0,52Xka-3,5Xta	
	Yka= 71,8-1,38Xos-1,93Xko-6,7Xta	
	Yta= 10,85-0,27Xos-0,25Xko-0,2Xka	

Bu diyagrama göre, genel olarak Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) nokta yük dayanımlarının eğilme dayanımları olan ilişkisinde değerleri gösteren noktaların pozitif yönde doğrusallık gösterdiği bunun dışındaki noktalarda dağılımların olduğu görülmektedir. Diğer diyagramlar Ek 6 ve Şekil 26 ve 27.' de verilmiştir.

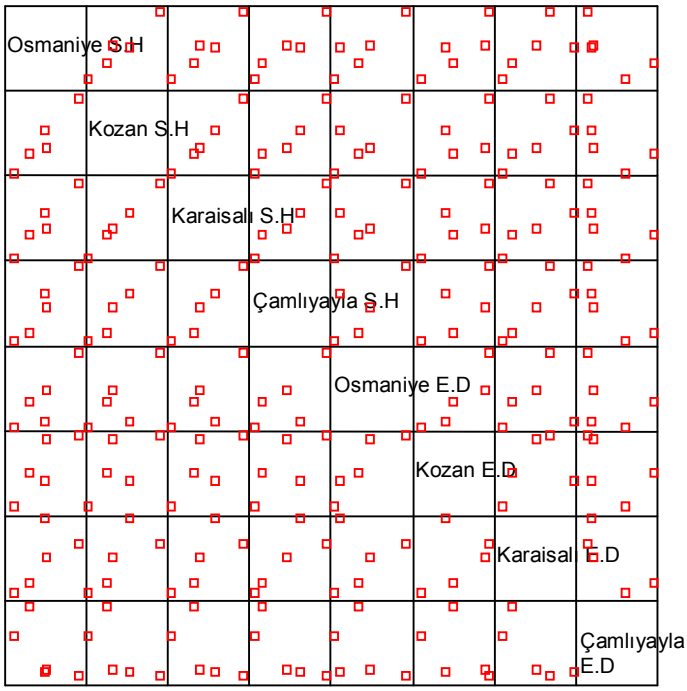
Sonik hızların eğilme, darbe ve Böhme aşınma dayanımı ile olan istatistiksel analizinde en yüksek korelasyonu eğilme dayanımı (R^2 =0,64), en düşük korelasyonu darbe dayanımı (R^2 =0,59) vermiştir. Sonik hızlar ve eğilme dayanımları arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram Şekil 4.5.'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Nokta Yük Dayanımları-Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki

Çizelge 4.14. Sonik Hızlar ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2).Ort.
S.H-E.D	Yos=-13,2+0,73Xko-1,07Xka+0,22Xta	0,64
	Yko= 2,65-0,25Xos+0,32Xka+0,31Xta	
	Yka= 1,72+0,35Xos-0,3Xko-0,2Xta	
	Yta= 3,56-5,85E-02Xos+0,27Xko-0,2Xka	
S.H-D.D	Yos=-1,42+1,05Xko+1,67E-02Xka-5,26E-05Xta	0,36
	Yko= 0,15+0,92Xos+5,08E-03Xka+3,97E-03Xta	
	Yka= 0,69+0,93Xos+5,6E-03Xko-4,6E-03Xta	
	Yta= 5,12-3,4E-02Xos+2,3E-02Xko-5E-03Xka	
S.H-B.A.D	Yos=-1,14+0,83Xko+0,16Xka-5,09E-02Xta	0,59
	Yko= -1,84+0,98Xos+0,38Xka-3,78E-02Xta	
	Yka= 1,88+1,02Xos-0,39Xko+3,84E-02Xta	
	Yta= 3,92+2,46Xos-2,4Xko+0,15Xka	



Şekil 4.6. Sonik Hızlar-Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki

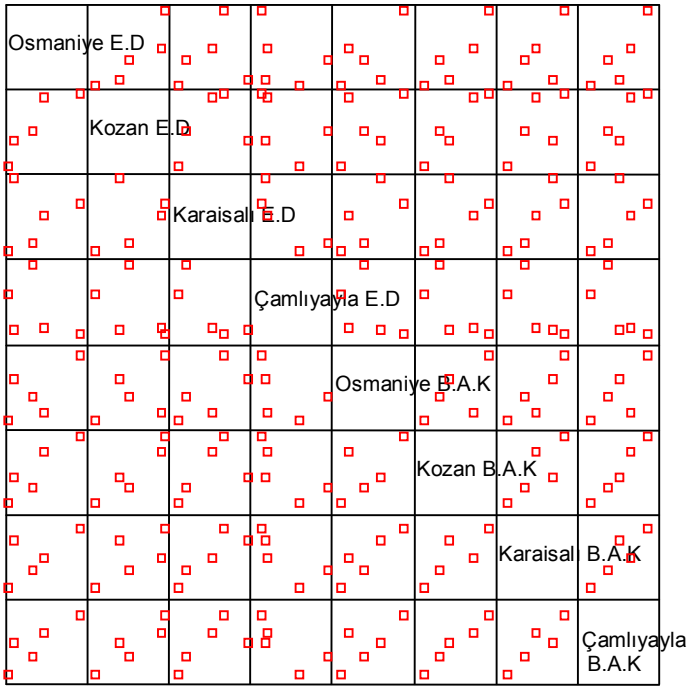
Eğilme dayanımının, darbe ve Böhme aşınma dayanımı ile yapılan istatistiksel analizinde, en yüksek korelasyonu Böhme aşınma dayanımı (R^2 =0,79) vermiştir. Bu korelasyonlara göre oluşan diyagram Şekil 4.6.'da diğer diyagramlar Ek 7 ve Şekil 28. 'de görülmektedir.

Elde edilen bu diyagramda, Osmaniye, Kozan ve Karaisalı eğilme dayanımlarının sürtünme sonrası aşınma (Böhme) kayıpları ile genel olarak pozitif veya ters yönde negatif bir ilişki göstermektedir. Tarsus (Çamlıyayla) eğilme dayanımları bunlardan farklı olarak tamamen ters yöne negatif ve biraz saçınımlı bir dağılım göstermektedir. Eğilme dayanımının diğer fiziko-mekanik özelliklerle olan istatistiksel analiz sonuçları yukarıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Darbe dayanımı ve Böhme aşınma dayanımı arasında düşük bir korelasyon (R^2 =0,37) elde edilmiştir. Buna bağlı olarak meydana gelen diyagram Şekil 4.7.' de görülmektedir.

Çizelge 4.15. Eğilme Dayanımları ve Diğer Fiziko-Mekanik Özellikler Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonuçları

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2).Ort.
E.D-D.D	Yos=2,5+1,42Xko-1,38Xka+0,13Xta	0,51
	Yko= 6,25+0,54Xos+0,3Xka-6,09Xta	
	Yka= 11,9-0,24Xos+0,16Xko-0,1Xta	
	Yta= 26,22-0,39Xos+0,56Xko-0,23Xka	
E.D-B.A.D	Yos=-10,3-1,17Xko-2,74E-02Xka+ $1,6X_{ta}$	0,79
	Yko= 3,24+0,43Xos+0,22Xka-0,42Xta	
	Yka= 11,48-0,69Xos+4E-02Xko-0,2Xta	
	Yta= 47,9+1,1Xos+2,2Xko-11,6Xka	



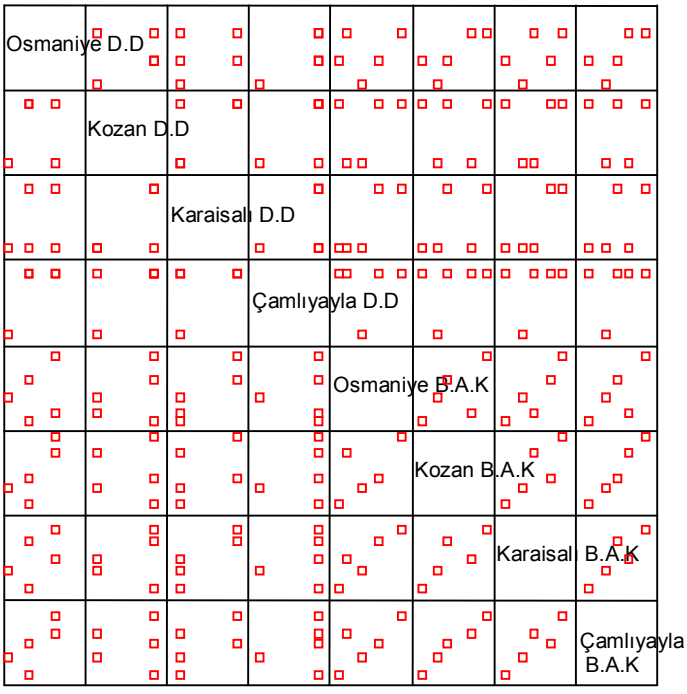
Şekil 4.7. Eğilme Dayanımları- Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

Elde edilen diyagrama göre, Osmaniye darbe dayanımının Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) sürtünme sonrası aşınma kayıpları ile genelde doğrusal bir ilişki gösterdiği fakat diğer bölgelere ait darbe dayanımının birbirleri oldukça düzensiz bir ilişki gösterdiği açıkça görülmektedir. Değerlerin oluşturduğu noktalar

kümesinde, noktalar birbirinden aşırı uçta bağımsız bir dağılım göstermektedir. Bu nedenle, değişkenler arasında düşük bir korelasyon elde edilmiştir. Darbe dayanımı ve aşınma dayanımının diğer fiziko-mekanik özelliklerle olan istatistiksel analiz sonuçları yukarıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.16. Darbe Dayanımları ve Böhme Aşınma Dayanımları Arasındaki İstatistiksel Analiz Sonucu

DENEY	BAĞINTILAR	(R^2).Ort.
D.D-B.A.D	Yos=-33,4+0,49Xko-1,13Xka+1,58Xta	0,37
	Yko= 68,8+2,04Xos+2,3Xka-3,23Xta	
	Yka= -29,84-0,88Xos+0,43Xko+1,4Xta	
	Yta= 111,7+0,63Xos-1,17E-02Xko-18,8Xka	



Şekil 4.7. Darbe Dayanımları-Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çukurova yöresi mermerlerini incelemek, kalitesini değerlendirmek, birbirleriyle ne derece bağlantılı olduklarını ortaya koymak amacıyla yörenin sınırları içerisinde yer alan Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermer ocaklarından numuneler alınmıştır. Alınan bu numunelerin fiziko-mekanik özellikleri belirlenerek standartlarla karşılaştırılmış ve kalitesi değerlendirilmiştir. Son olarak fiziko-mekanik özellikler arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve bunun için SPSS istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Yapılan bu değerlendirmelere göre:

- Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermer ocaklarını temsil eden numuneler üzerinde yapılan deneyler neticesinde, ortalama birim hacim ağırlık Osmaniye vişne çürüğü (2,63 gr/cm^3), Kozan bej (2,59 gr/cm^3), Karaisalı bej (2,58 gr/cm^3), Tarsus (Çamlıyayla) (2,68 gr/cm^3) bulunmuştur. Bu değerler TS 10449'a (2,55 gr/cm^3) uygunluk göstermektedir.
- Ortalama porozite, Osmaniye vişne çürüğü (%1,49), Kozan bej (%1,51), Karaisalı bej (%1,74), Tarsus (Çamlıyayla) (%1,47) olarak bulunmuştur.
- Ortalama tek eksenli basma dayanımı değerleri, Osmaniye vişne çürüğü (54,14 MPa), Kozan bej (54,63 MPa), Karaisalı bej (42,22 MPa), Tarsus (Çamlıyayla) (52,26 MPa) olup bu değerler TS 699'a (35, 67 MPa'dan büyük) uygunluk göstermektedir.
- Ortalama darbe dayanımı değerleri, Osmaniye vişne çürüğü (2,24 Nmm/mm^3), Kozan bej (2,6 Nmm/mm^3), Karaisalı bej (2,4 Nmm/mm^3), Tarsus (Çamlıyayla) (1,08 Nmm/mm^3) olup bu değerler TS 10449'da istenilen 0.4-0.6 Nmm/mm^3 değerlerinin üzerindedir.
- Ortalama eğilme dayanımları, Osmaniye vişne çürüğü (9,96 Mpa), Kozan bej (14,25 MPa), Karaisalı bej (11,6 MPa), Tarsus (Çamlıyayla) (11,54 MPa) bulunmuştur. Bu değerlerin TS 10449'da istenilen değerin (6 MPa) üzerinde olduğu görülmektedir.

- Fiziko-mekanik özelliklerin belirlenmesi neticesinde kendi aralarında yapılan istatistiksel analizde birim hacim ağırlık (R^2_{ort}=0,81), porozite (R^2_{ort}=0,72), nokta yük dayanımı (R^2_{ort}=0,66), sonik hız (R^2_{ort}=0,83), darbe dayanımı (R^2_{ort}=0,79) gibi özellikler yüksek korelasyon vermiştir.
- Fiziko-mekanik özelliklerinin birbirleriyle olan istatistiksel analizinde, birim hacim ağırlığın, porozite (R^2_{ort}=0,78), tek eksenli basma dayanımı (R^2_{ort}=0,82), nokta yük dayanımı (R^2_{ort}=0,76), sonik hız (R^2_{ort}=0,66) ve darbe dayanımı (R^2_{ort}=0,76) gibi özelliklerle yüksek korelasyon katsayıları verdiği gözlemlenmiştir.
- Üzerinde çalıştığımız mermerlerin çeşitli özellikleri ile Tek eksenli basma dayanımı arasında kurulan korelasyonlarla ilgili genel bir değerlendirme yapıldığında en iyi sonuçları, nokta yük dayanımı (R^2_{ort}=0,89), eğilme dayanımı (R^2_{ort}=0,73) ve darbe dayanımı (R^2_{ort}=0,86) vermektedir.
- Nokta yük dayanımı ve diğer fiziko-mekanik özellikler arasında yapılan istatistiksel analizde, nokta yük dayanımının, sonik hız (R^2_{ort}=0,85), eğilme dayanımı (R^2_{ort}=0,87) ve darbe dayanımı (R^2_{ort}=0,69) ile olan ilişkilerinde yüksek korelasyonlar gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada Çukurova yöresi sınırları içerisindeki bazı mermer ocaklarından alınan numunelerin fiziko-mekanik özellikleri arasındaki istatistiksel analizde yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bu yüksek korelasyon katsayıları, aynı bölgeye ait olan Osmaniye, Kozan, Karaisalı ve Tarsus (Çamlıyayla) mermerlerinin fiziko-mekanik özelliklerinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu tür çalışmaların daha iyi ve kesin sonuçlar verebilmesi için numunelerin alındığı ocak sayısının daha da arttırılması ile geliştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ALTINDAĞ, R., GÜNEY, A., 2004. Numune Boyutunun Shore Sertliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. KAY. MEK'2004-VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas.

ARIKAN, M., 1968. Mermer ve Mermercilik. Ankara Basımevi, Ankara.

ARIOĞLU, E., BİLGİN, N., 1978. Nokta Yük Deneyi ve Uygulaması, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 26, Sayı2, s: 21-26.

AZİZOĞLU, M., S., 2005. Çukurova Bölgesindeki Mermer Ocaklarının Pazar Durumu ve Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

BİLGER, E., 2004. Karakılıç Köyü Kireçtaşı Mermerlerinin Teknomekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

BÜYÜKÖZTÜRK, Ş., 2003. Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Veri Analizi El Kitabı. Pagem A Yayınları, s: 31-99

ÇINAR, B. 2007. Osmaniye Çağşak Amanos Kırmızı Mermerlerinin Fiziko-mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisanas Tezi, Adana.

ÇAVUMİRZA, M. ,KILIÇ, Ö., ANIL, M., 2003. Mucur (Kırşehir) Yöresi Kireçtaşı Mermerleri ve Travertenlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri. Türkiye IV. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu (MERSEM'2003) Bildiriler Kitabı, s: 117-126.

ÇELİK, Y., 2004. Mermer Atıklarından Çimentolu Bağlayıcı Suni Mermer Blok ve Levha Üretiminin Araştırılması. Mermer Doğal Taş Sektörünün Dergisi Yıl: 9, Sayı: 38, s: 24-31.

ÇİFTEPALA, M., KILIÇ, Ö., ANIL, M., 2003. Meşe bağları (Toplu köy-Çermik-Diyarbakır) Kireçtaşı Mermerlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri. Türkiye IV. Mermer ve Doğal taş Sempozyumu (MERSEM'2003) Bildiriler Kitabı, s: 221-230.

ERDOĞAN, Y., 2001. Çukurova Bölgesinde Yüzeyleşen Kayaçların Mühendislik Özelliklerinin Belirlenerek Yapı ve Kaplamacılıkta Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

ERSOY, H.T., 1991. Ladik (Konya) Mermerlerinin Jeomekanik Özellikleri ve İşletmeciliği. H.H.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek lisans Tezi, Ankara

GORDİLLO, J.R., PEREZ, M.P.S., 2005. Effects of Thermal Changes on Macael Marble: Experimental Study. Construction and Building Materials 20, page 355-365.

GÖRGÜLÜ, K., 1994. Bazı Mermer Ocaklarında (Isparta-Burdur-Sivas) İşletme Sistemlerinin İncelenmesi ve Öncelikli Kaya Madde/Kütle Özellikleri İle İlişkilendirilmesi Araştırmaları. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi. Sivas.

GÜNDÜZ, L., ŞENTÜRK, A., TOSUN, Y.İ., SARIIŞIK, A., 1996 Mermer Teknolojisi, Tuğra Ofset, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta.

ISRM., 1981 Rock Characterisation, Testing and Monitoring. Editör; E.T. Brown, Pergamon Pres. London, 211 pp.

KAHRAMAN, S., 2002. Estimating the P-Wave Velocity Value of intact Rock From İndirect Laboratuary Measurements, International Journal of Rock Mechanics and Minig Sciences 39, page: 723-728.

KARAKUŞ, A., 1999. Diyarbakır Yöresinde İşletilebilir Nitelikteki Mermerlerin Kesilebilirlik Parametreleri. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

KEKEÇ, B., ÜNAL, M., ŞENÖĞÜT, C., 2004. Kayaçların Doku Özellikleri ile Kırılma ve Öğütülme Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. KAY MEK'2004-Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas.

KILIÇ, A.M., KESKİN, M.Ö., 2007. Bazı Granitlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi, Türkiye 20. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildirileri Kitabı, Ankara.

KILIÇ, A.M., KESKİN, Ö., KARAKUŞ, A., 2004. Diyarbakır Mermerlerinin Kesilebilirlik Parametrelerinin İncelenmesi. Türkiye IV. Mermer Sempozyumu, Afyon.

KOÇU, N., 2006. Doğal Taşların Duvarlarda Yapı Malzemesi Olarak Kullanılması, Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Kullanılması İçin Deney Yöntemleri. 30. yıl Fikret Kutman Jeoloji Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya.

KUN, N., 2000. Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi Ders Notları, D.E.Ü.

KUN, M., ONARGAN, T., 2004. Granit ve Granodiyorit Türü Kayaçların Shore Sertlik İndeks Değerinin Mineral ve Kayaç Bazında Değişiminin İncelenmesi ve Fiziko-Mekanik ile İlişkilerinin İstatistiksel Analizi. Mermer, Doğal Taş Sektörünün Dergisi, Sayı:41, s: 22-28.

KUŞÇU, M., 1990. Belence (Eğridir-Isparta) Siyah Mermer Yataklarının Ekonomik Jeolojisi. Jeoloji Mühendisliği, s:36, II-17, 1990.

LAÇİNBALA, N., 2004. Ceyhan Beji Mermerlerinin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

MAHMUTOĞLU, Y., 2005. The Effects of Strain Rate and Saturation on a Micro-Cracked Marble. Engineering Geology Volume 82 page: 137-144.

McFEAT, I., and TARKOY, P., 1979. Assessment of Tunnel Boring Machine Performance, Tunnels and Tunnelling, page: 33-37.

ONARGAN, T., KÖSE, H., DELİORMANLI, A., 2005. Mermer. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.

ÖZPINAR, Y., HEYBELİ, H., SEMİZ, B., BARAN, A., KOCAN, B., 2001. Denizli Travertenleri ve Kömürcüoğlu (Kocabaş) Travertenlerinin Jeolojik ve Petrografik Olarak İncelenmesi ve Bunların Teknolojik Açıdan Değerlendirilmesi. MERSEM'2001-Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildirileri Kitabı.

SARPÜN, İ.H., KILIÇKAYA, M.S., 2006. Mean Grain Size Determination in Marbles by Ultrasonic First Backwall Echo Height Measurements. Ntd&E International Volume 39 page: 82-86.

SCHMIDT, G.C., 1975. Startigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum Discrict VII. Petroleum Administration Bull, s: 47-63 Ankara.

SELLEY, R..C., 1978. Ancient Sedimentary Enviroments, Chapman and Hall. London.

STONE., 2007. Doğal Taş ve Endüstri Kataloğu. s:242-249

ŞENTÜRK, A., GÜNDÜZ, L., 1996. Mermer Teknolojisi Kitabı. Tuğra Ofset, Isparta.

T.S.E., 1987. TS 699 Doğal Yapı Taşları – Muayene ve Deney Metotları. Ankara.

T.S.E., 1992. TS 10449 Mermer – Kalsiyum Karbonata Esaslı – Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan. Ankara.

TÜDEŞ, Ş., BULUT, F., YALÇINALP, B., 1991. İkizdere (Rize) Yöresindeki Granitik Kayaçların Mermer Olarak Kullanılabilirliği. Jeoloji Mühendisliği, 47, 17, 1991, Trabzon.

TÜMMER, 2004. Türkiye Mermer Doğaltaş ve Makinaları Üreticileri.

ULUSAY, R., GÖKÇEOĞLU, C., BİNAL, A., 2001. Kaya Mekaniği Laboratuar Deneyleri, T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No: 58, Ankara.

UYSAL, Ö., AKÇAKOCA, H., TOPAL, İ., 2003. Bazı Doğal Taşların Teknomekanik Özellikleri ve Uygun Kullanım Alanlarının Belirlenmesi. MERSEM' 2003 – Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildirileri Kitabı. s: 343-351, Afyon.

ÜNVER, B., 1992. Kayaların Testerelerle Kesilebilirliğinin Pratik Olarak Saptanması İçin İstatistiksel Bir Yaklaşım. Madencilik, Eylül.

WONG, T.F., WONG, R.H.C., CHAU, K.T., TANG, C.A., 2006. Microcrack Statistics, Weilbull Distribution and Micromechanical Modeling of Compressive Failure in Rock. Mechanics of Materials

YAŞAR, E., ERDOĞAN, Y., 2002. Bazı Kayaçların Sertlik Değerleri ile Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İstatistiksel Analizi, KAYAMEK'2002-VI. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, s: 197-204, Konya.

YAŞAR, E., ERDOĞAN, Y., 2003. Yapı ve Kaplama Kayaçların P Dalga Hızı ile Fiziko-Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İstatistiksel Analizi, MERSEM'2003-Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildirileri Kitabı, s: 353-361, Afyon.

YAVUZ, A.B., TÜRK, N., KOCA, M.Y., 2002. Muğla Yöresi Mermerlerin Minerolojik, Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, Araştırma Makalesi.

YAVUZ, A.B., TÜRK, N., KOCA, M.Y., 2005. Materyal Properties of the Menderes Masif Marbles from SW Turkey. Engineering Geology Volume 82, Page: 91-106.

YAVUZ, A.B., TÜRK, N., KOCA, M.Y., 2005. Geological Parametres Affecting the Marble Production in the Quarries Along the Southern Flank of the Menderes Masif, in SW Turkey. Engineering Geology Volume 80, Page: 214-241.

YETİŞ, C., 1986. Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü, Adana.

YETİŞ, C., ANIL, M., AKYILDIZ, M., YAPICI, N., 2006. Sarıkaya (Feke-Adana) Bölgesi Karbonatlarının Mermer Olarak Değerlendirilmesi. MERSEM'2006 Türkiye V. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildirileri Kitabı. s: 357-372.

YETİŞ, C., ANIL, M., AKYILDIZ, M., YAPICI, N., 2006. Değirmenciuşağı (Kozan-Adana) Dolaylarındaki Karbonatların Mermer Olarak Değerlendirilmesi.

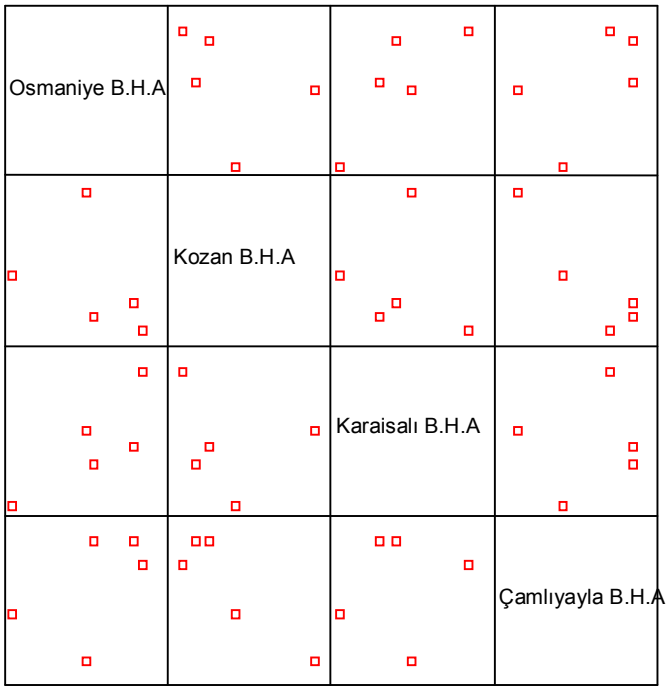
YILMAZ, H., SAFEL, R., 2004. Mermer Sektörü. Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O. İktisadi Araştırmalar ve Mevzuat Yönetmeliği. Sektör Araştırmaları Serisi No: 31.

ÖZGEÇMİŞ

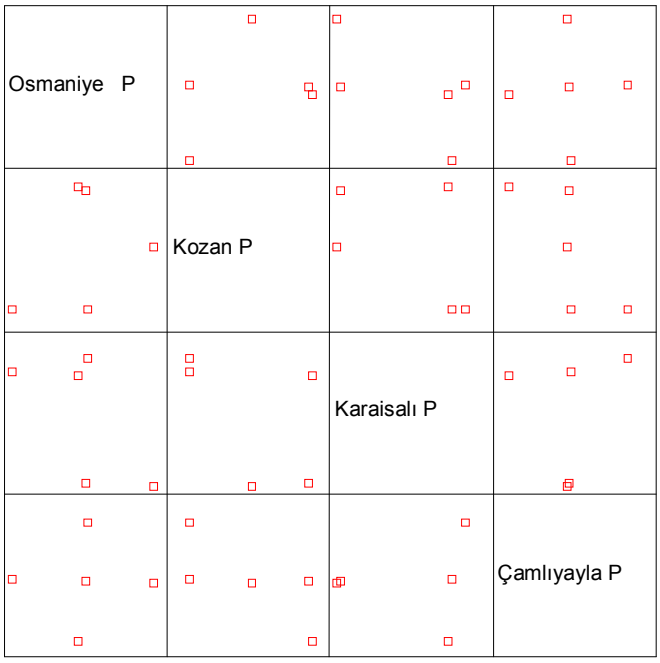
1980 yılında Malatya' da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Malatya' da, tamamladı. 1999 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2003 yılında mezun oldu. Aynı yıl Hekimhan Kılıç Tuğla'da vardiya mühendisi olarak çalıştı. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Yüksek lisans hazırlık sınıfını başarıyla tamamladıktan sonra eğitimine devam etti. 2006 yılında Serbest Maden Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen görevine devem etmektedir.

EKLER

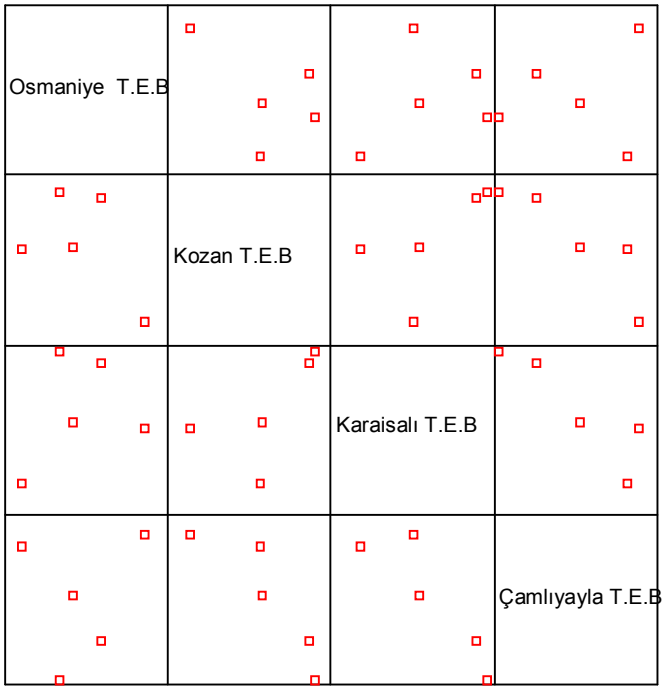
Ek. 1.



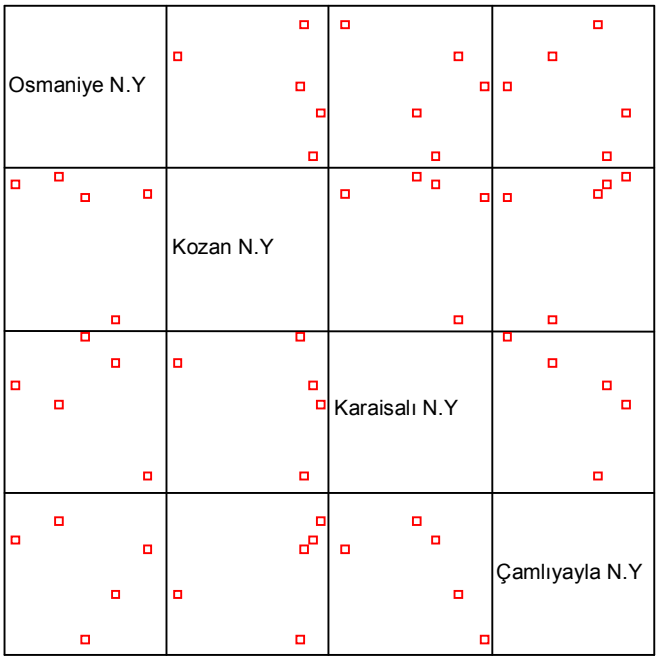
Şekil.1. Birim Hacim Ağırlıklar Arasındaki İlişki



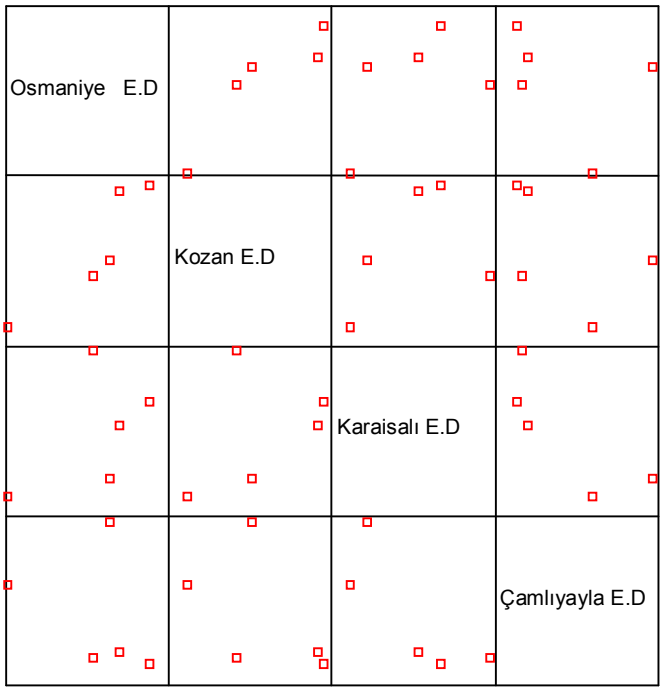
Şekil 2. Poroziteler Arasındaki İlişki



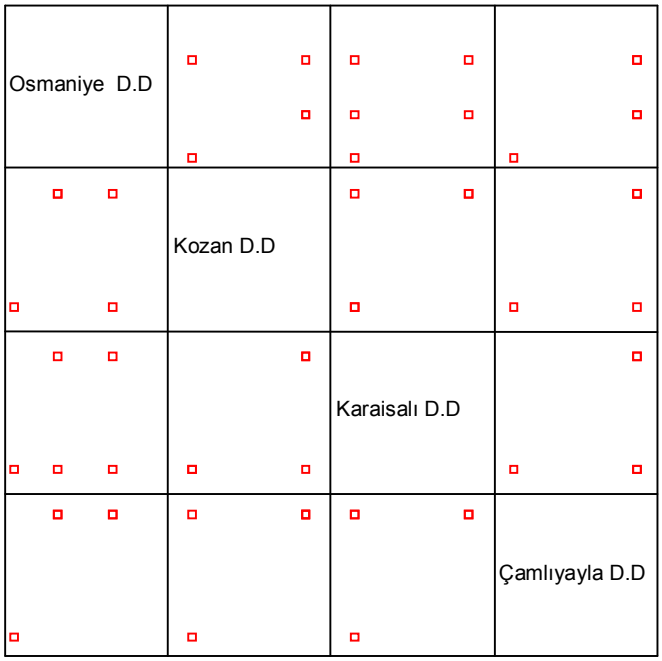
Şekil 3. Tek Eksenli Basma Dayanımları Arasındaki İlişki



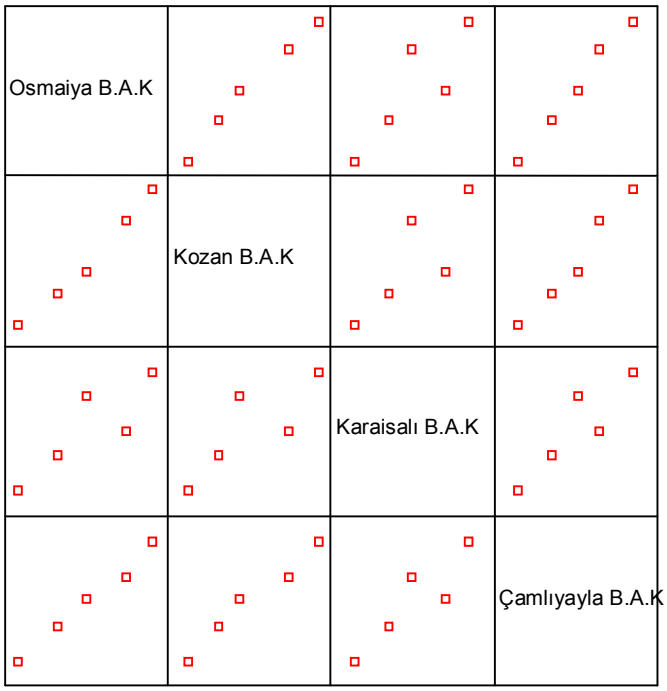
Şekil 4. Nokta Yükler Arasındaki İlişki



Şekil 5. Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki

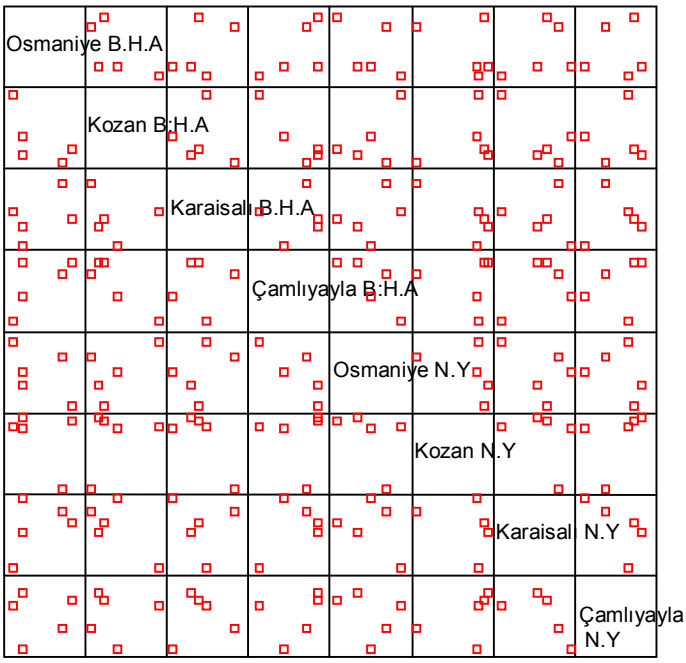


Şekil 6. Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki

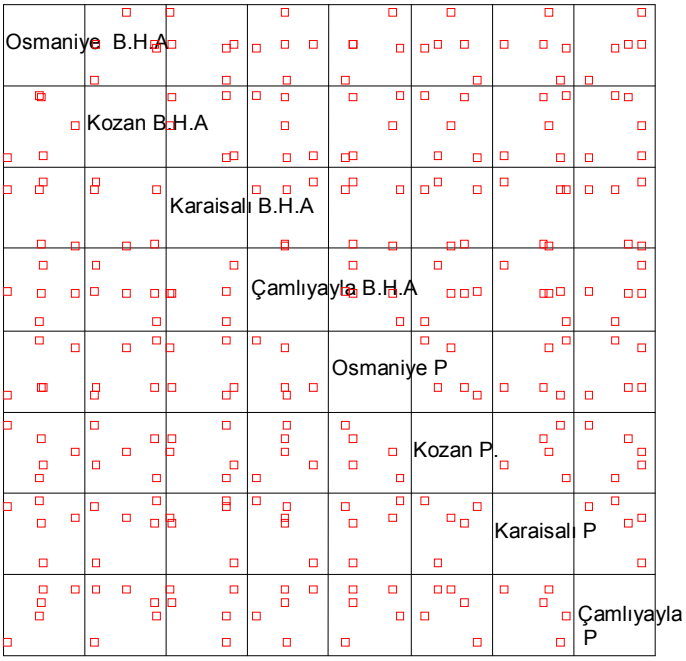


Şekil 7. Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

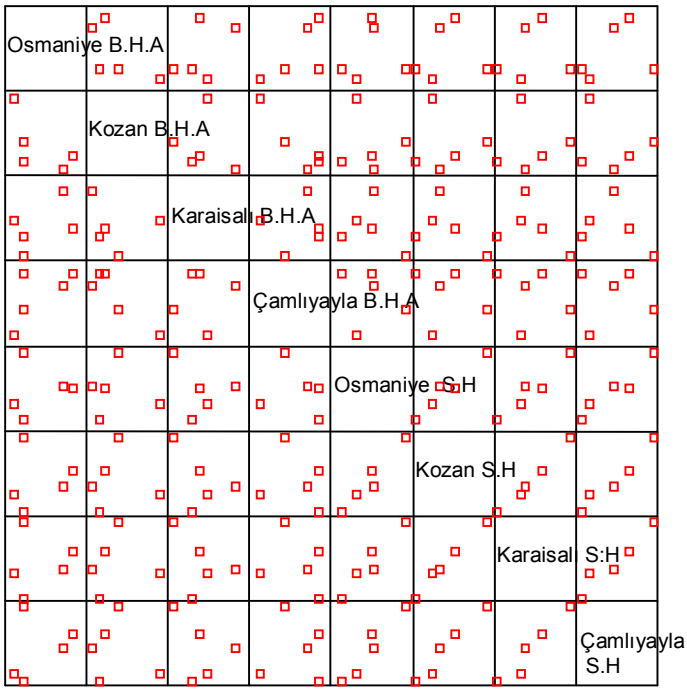
Ek.2.



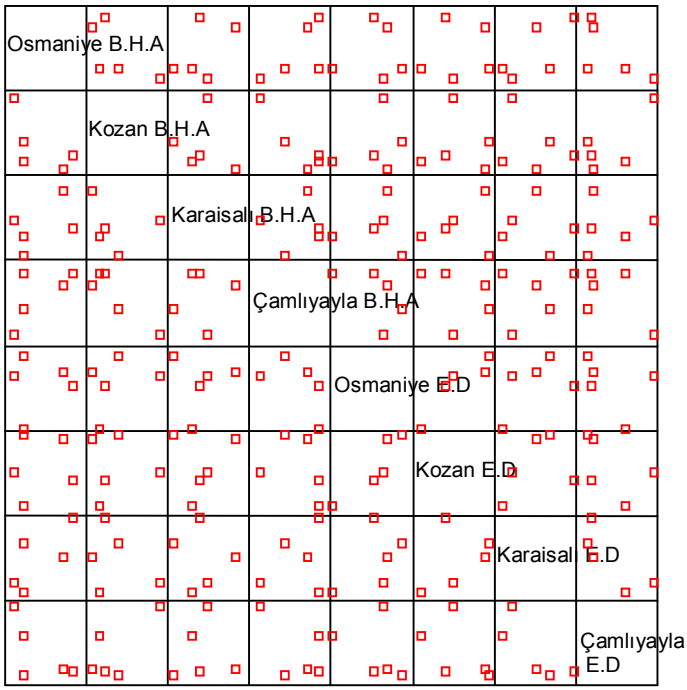
Şekil 8. Birim Hacim Ağırlıklar- Nokta Yükler Arasındaki İlişki



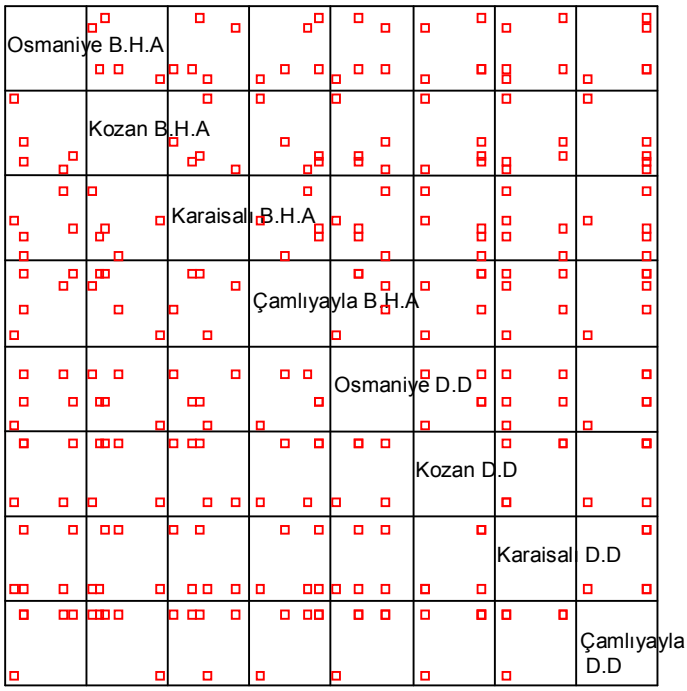
Şekil 9. Birim Hacim Ağırlıklar-Poroziteler Arasındaki İlişki



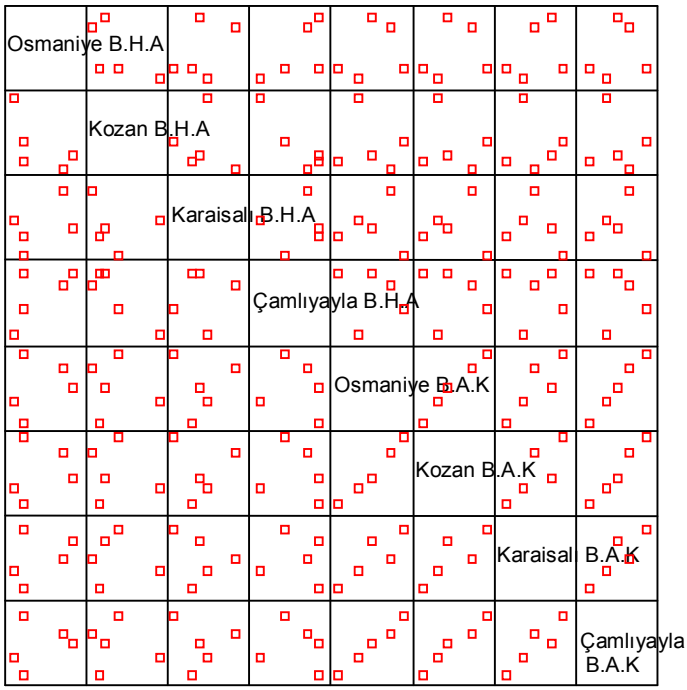
Şekil 10. Birim Hacim Ağırlıklar-Sonik Hızlar Arasındaki İlişki



Şekil 11. Birim Hacim Ağırlıklar-Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki

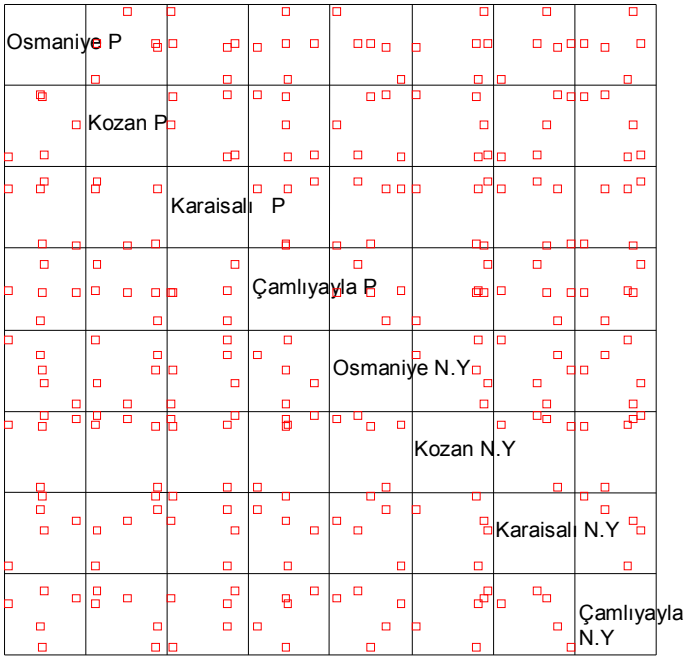


Şekil 12. Birim Hacim Ağırlıklar-Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki

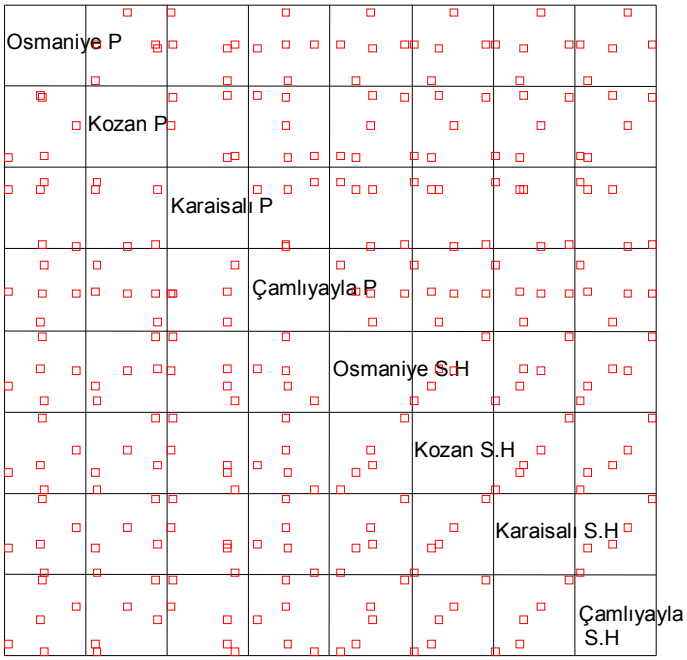


Şekil 13. Birim Hacim Ağırlıklar- Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

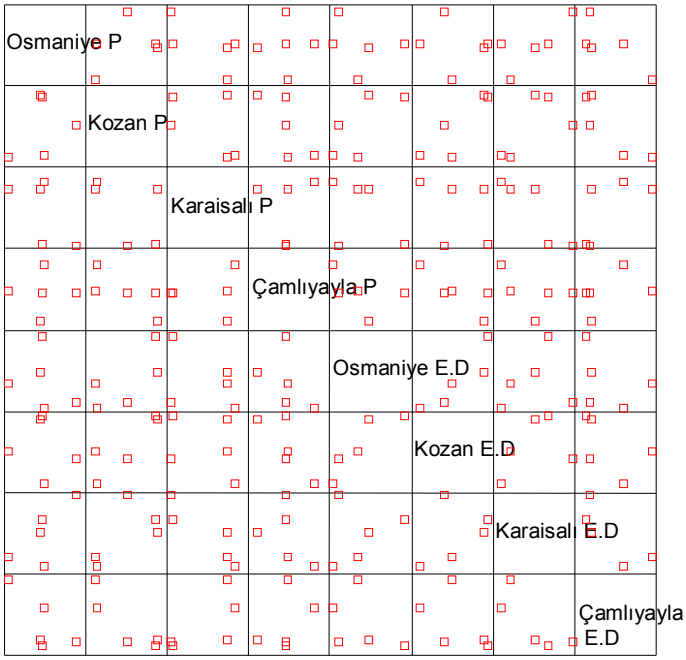
Ek.3.



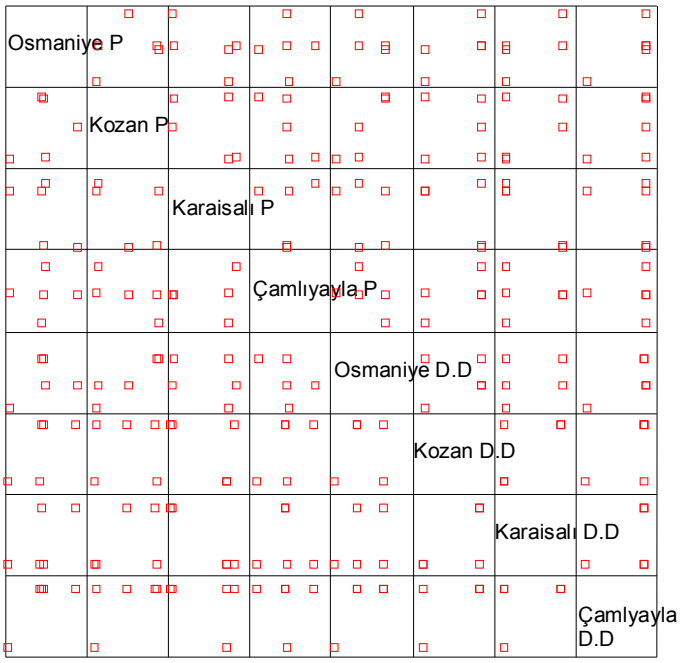
Şekil 14. Poroziteler-Nokta Yükler Arasındaki İlişki



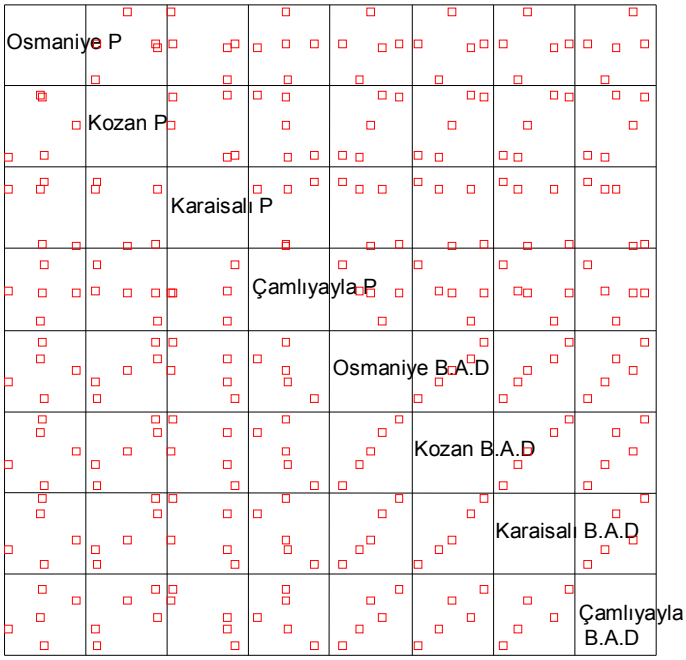
Şekil 15. Poroziteler-Sonik Hızlar Arasındaki İlişki



Şekil 16. Poroziteler-Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki

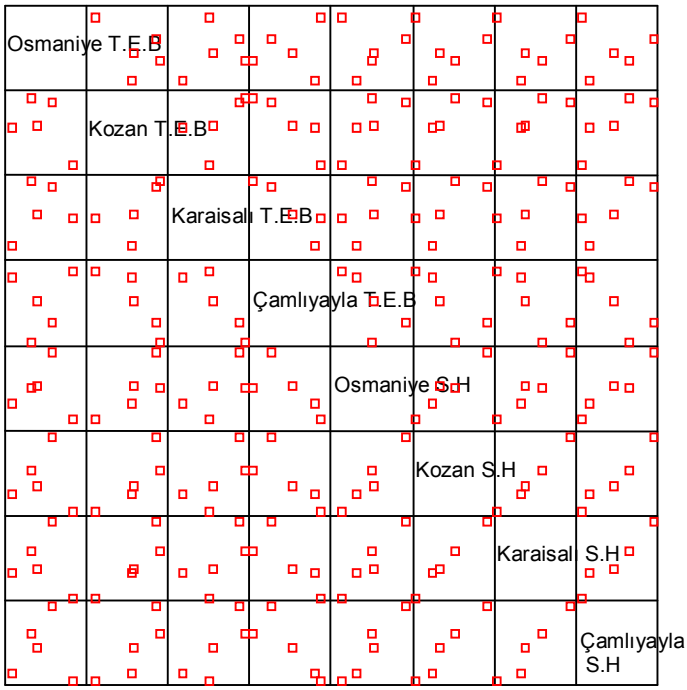


Şekil 17. Poroziteler-Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki

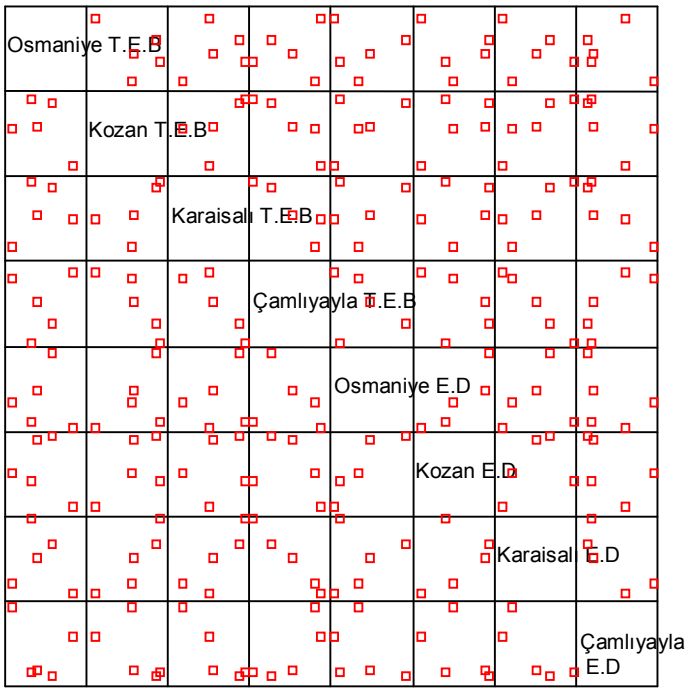


Şekil 18. Poroziteler-Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

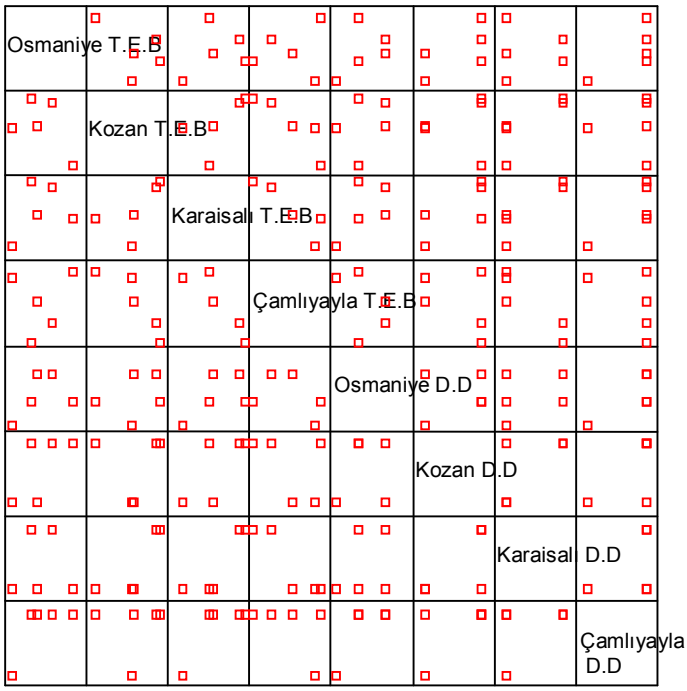
Ek 4.



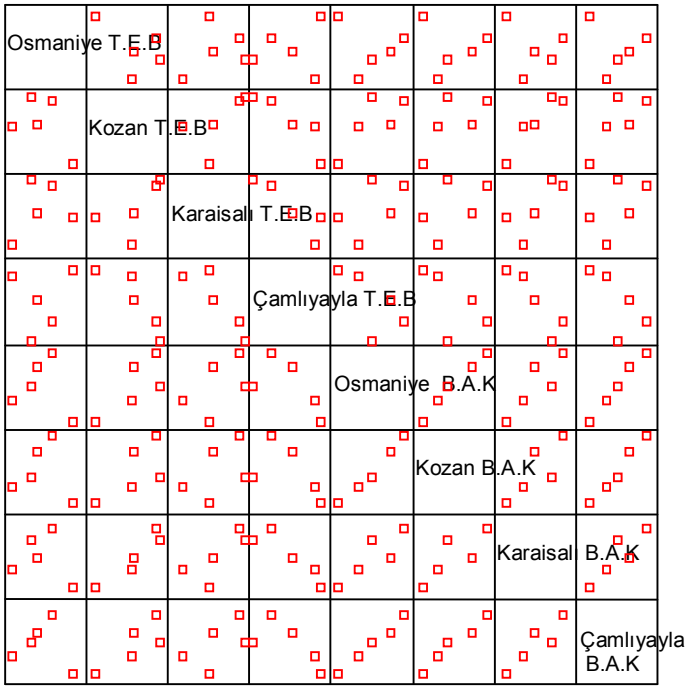
Şekil 19. Tek Eksenli Basma Dayanımları-Sonik Hızlar Arasındaki İlişki



Şekil 20. Tek Eksenli Basma Dayanımları-Eğilme Dayanımları Arasındaki İlişki

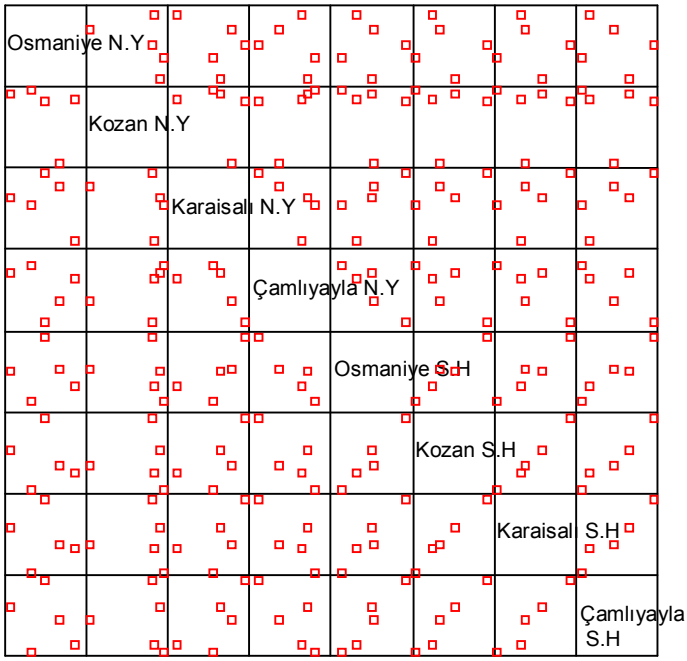


Şekil 21. Tek Eksenli Basma Dayanımları-Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki

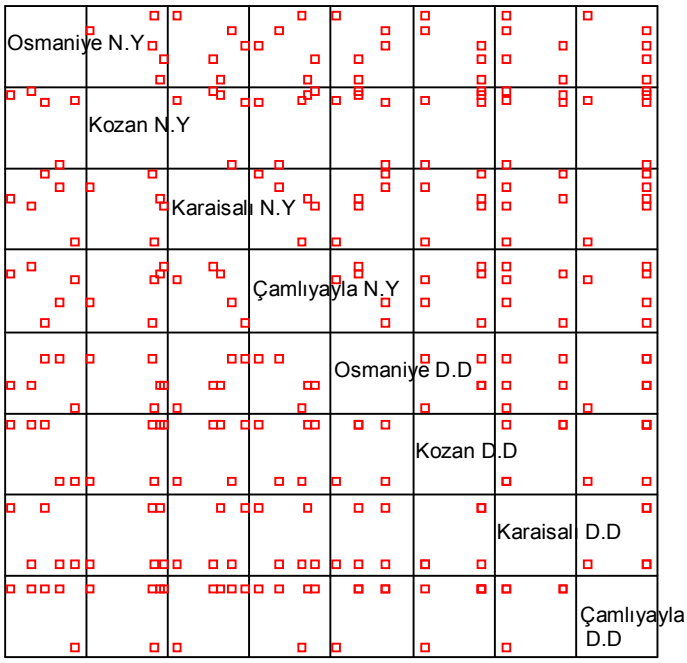


Şekil 22. Tek Eksenli Basma Dayanımları- Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

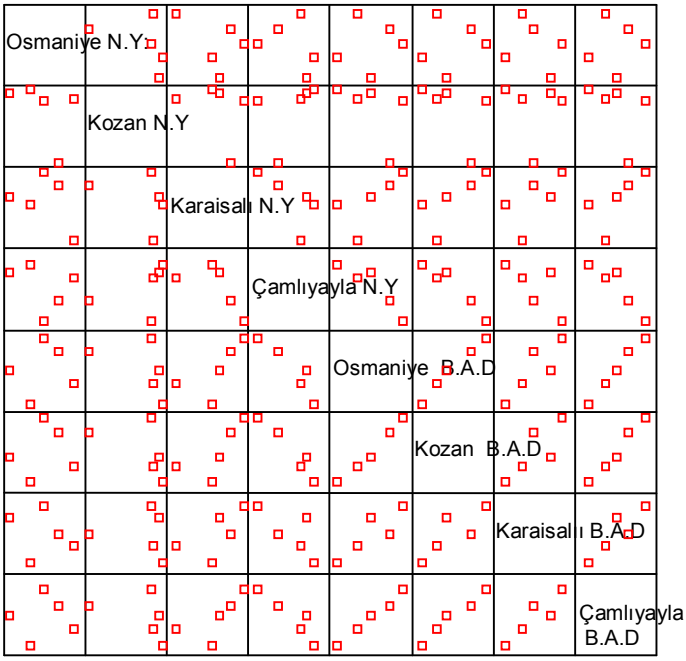
Ek 5.



Şekil 23. Nokta Yük Dayanımları-Sonik Hızlar Arasındaki İlişki

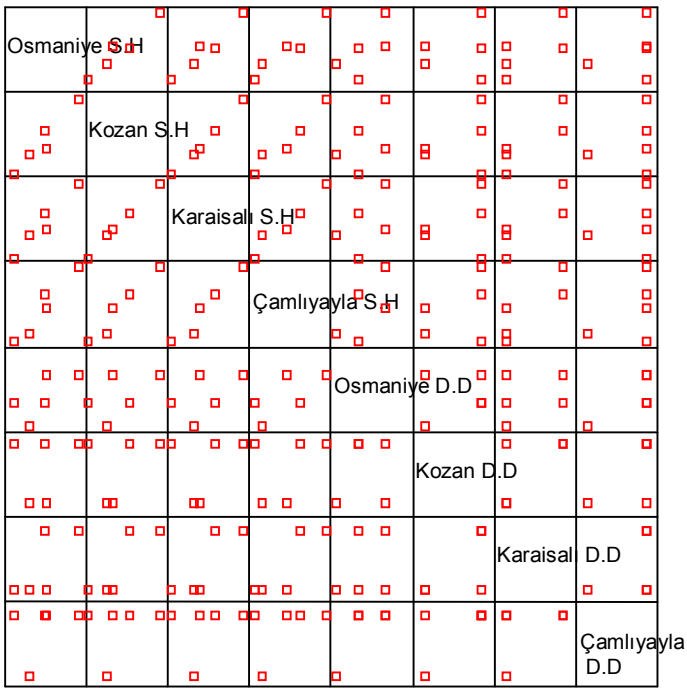


Şekil 24. Nokta Yük Dayanımları- Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki

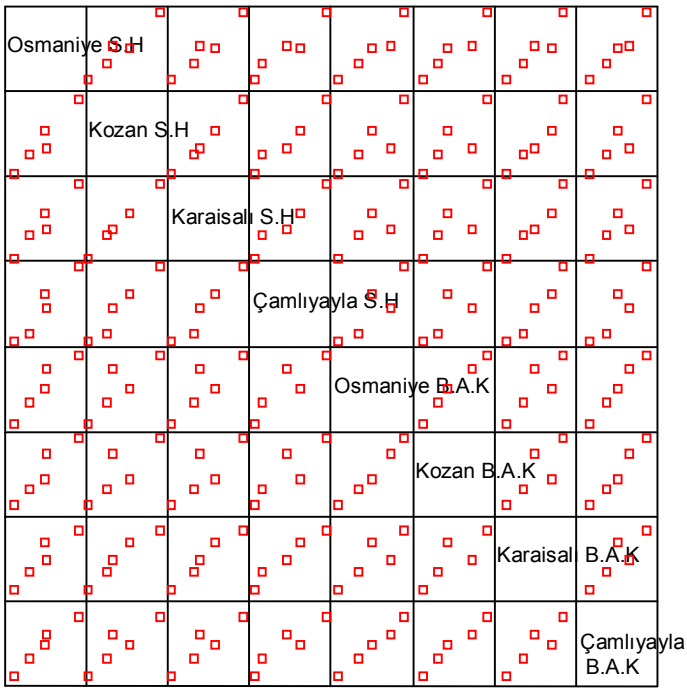


Şekil 25. Nokta Yükler- Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

Ek 6.

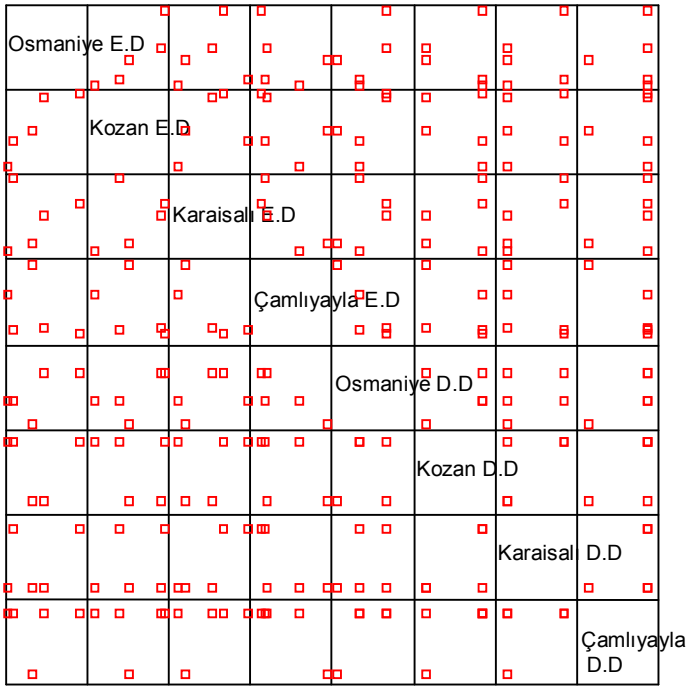


Şekil 26. Sonik hızlar-Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki



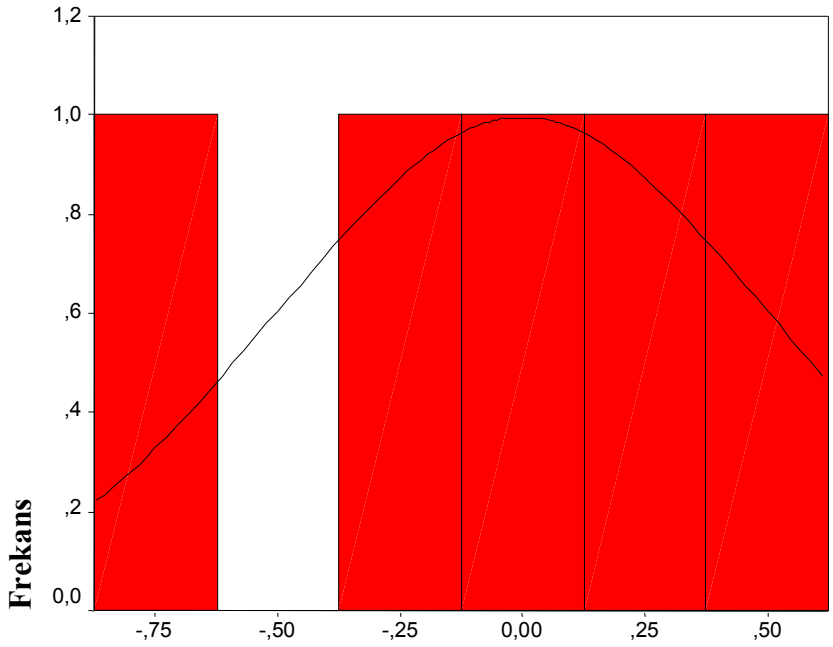
Şekil 27. Sonik hızlar- Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları Arasındaki İlişki

Ek 7.

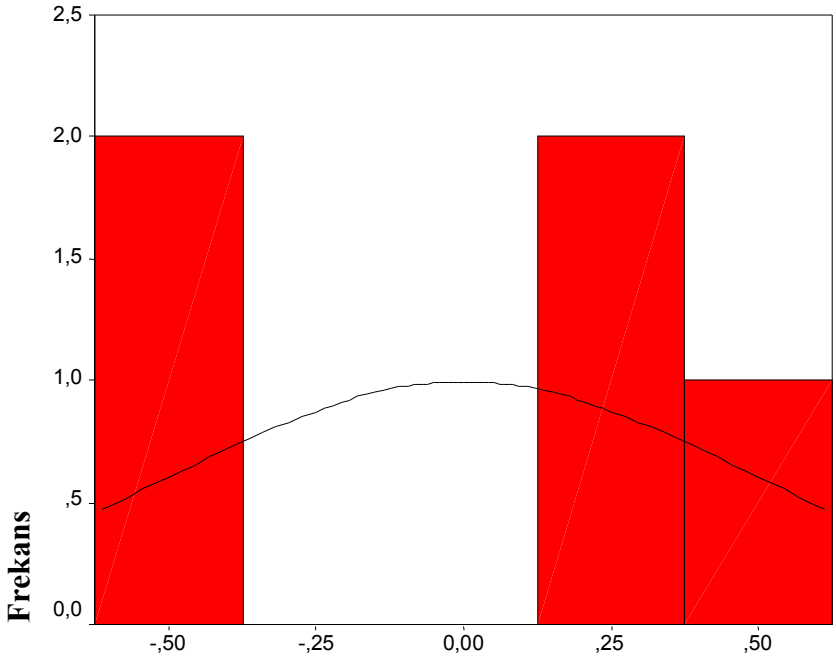


Şekil 28. Eğilme Dayanımları- Darbe Dayanımları Arasındaki İlişki

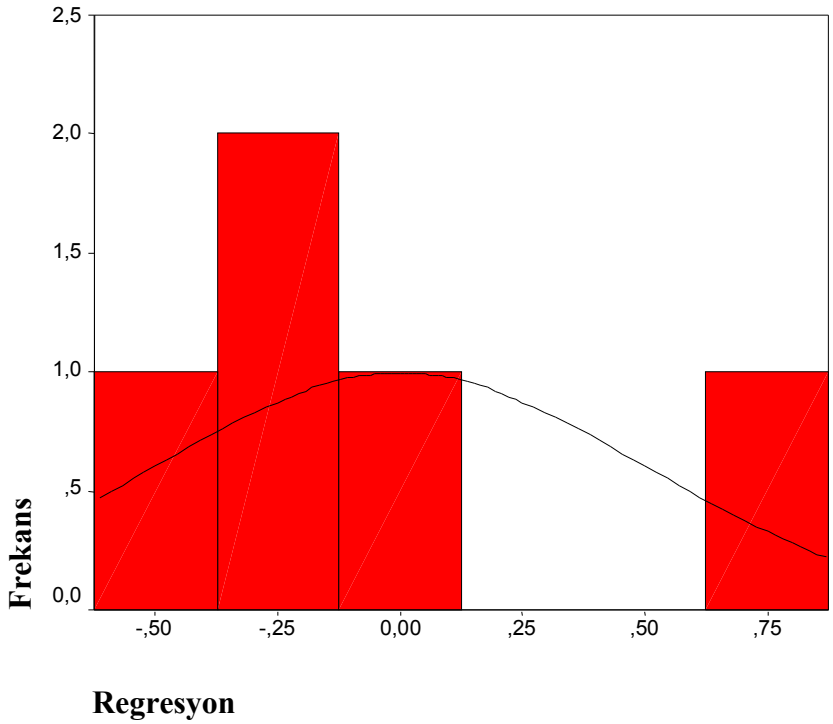
Ek 8.



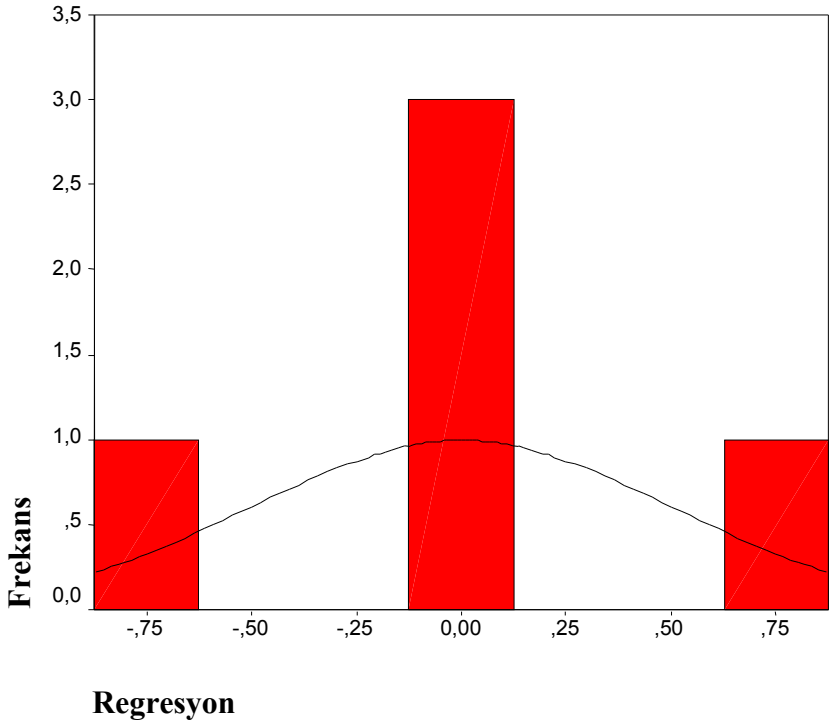
Şekil 29**.** Birim Hacim Ağırlıklar- Frekans- Regresyon Grafiği



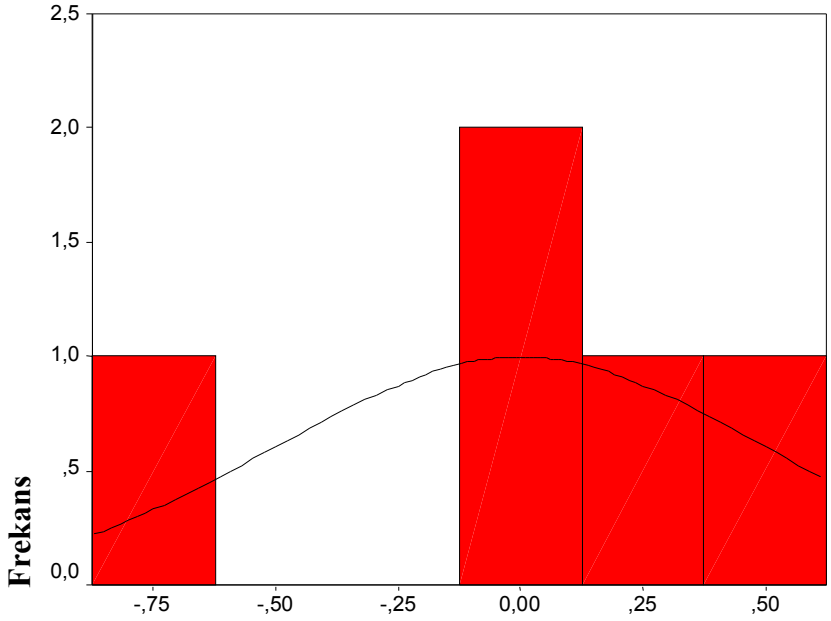
Şekil 30. Poroziteler-Frekans-Regresyon Grafiği



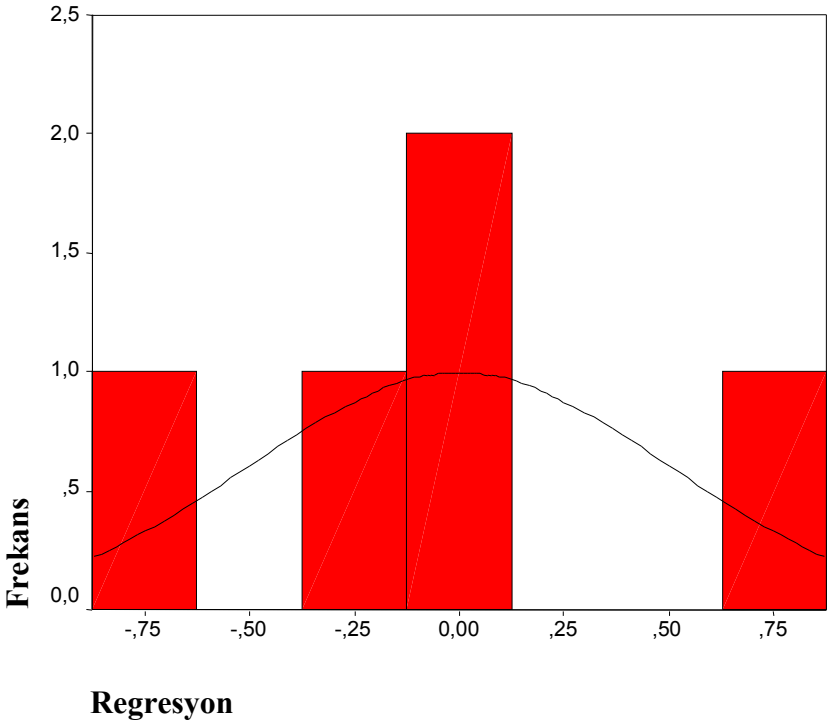
Şekil 31. Tek Eksenli Basma Dayanımı- Frekans- Regresyon Grafiği



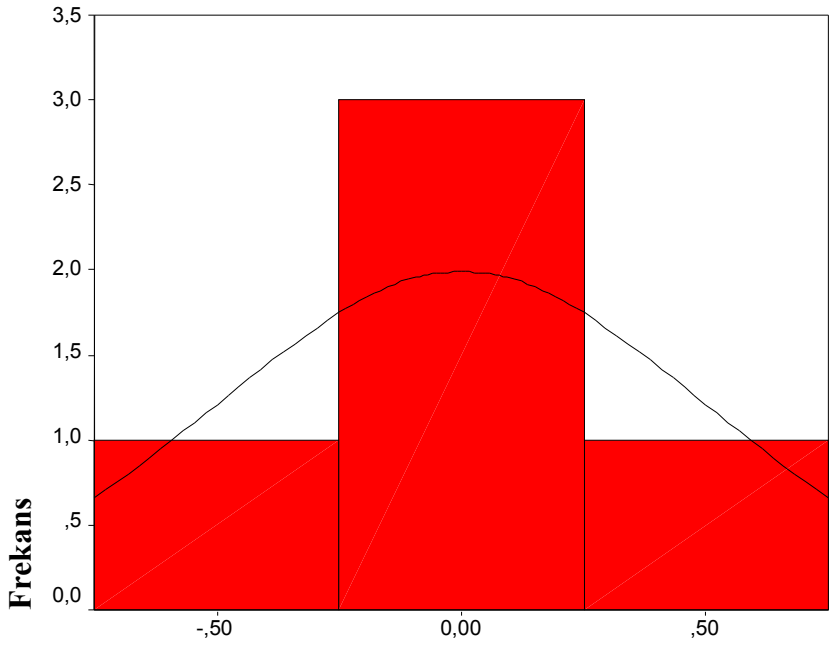
Şekil 32. Nokta Yük Dayanımları Frekans- Regresyon Grafiği



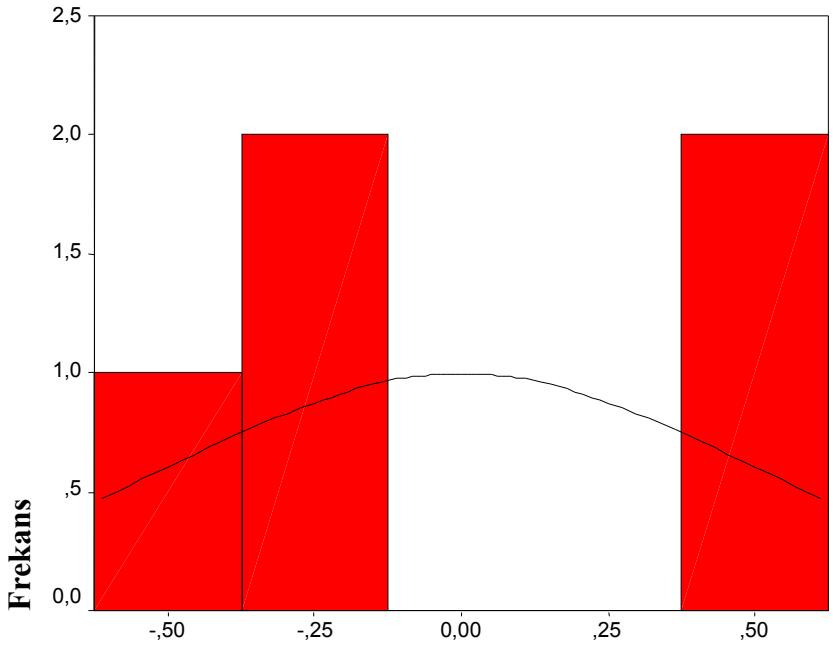
Şekil 33. Sonik Hızlar Frekans-Regresyon Grafiği



Şekil 34. Eğilme Dayanımları- Frekans Regresyon Grafiği



Şekil 35**.** Darbe Dayanımları- Frekans-Regresyon Grafiği



Şekil 36. Sürtünme Sonrası Aşınma (Böhme) Kayıpları- Frekans-Regresyon Grafiği