

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**PETROGRAFIK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN GRANİTİK KAYAÇLARIN
DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisi Serhat ACAR

**HAZİRAN 2015
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**PETROGRAFİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN GRANİTİK KAYAÇLARIN
DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Serhat ACAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" JEOLJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ "
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 / 05 / 2015

Tezin Savunma Tarihi : 24 / 06 / 2015

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hakan ERSOY

Trabzon 2015

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Serhat ACAR Tarafından Hazırlanan**

**PETROGRAFİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN GRANİTİK KAYAÇLARIN
DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

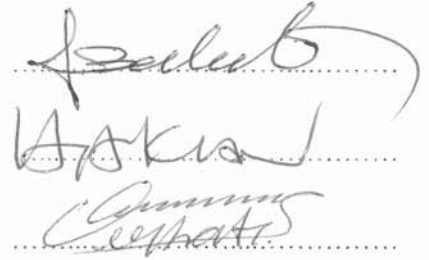
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 09 / 06 / 2015 gün ve 1606 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Fikri BULUT

Üye : Doç. Dr. Hakan ERSOY

Üye : Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez kapsamında Doğu Karadeniz Bölümü'nden toplanan granitik kayaçların indeks ve petrografik özelliklerinin dayanım parametrelerine etkileri araştırılmıştır.

Tez danışmanlığını üstlenen, çalışmanın başlangıcından sonuna kadar çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli ortamı hazırlayarak karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında destek olan, bilgi, deneyim ve tecrübeleri ile yol gösteren ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Hakan ERSOY'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Petrografik çalışmalar sırasında yardımcı olan ve yol gösteren hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan KOLAYLI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında destek olan, bilgi, eleştiri ve önerileriyle yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Arzu FIRAT ERSOY'a ve arkadaşım Araştırma Görevlisi Muhammet Oğuz SÜNNETÇİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımını ve desteğini esirgemeyen Jeoloji Mühendisliği Bölümü teknik elemanı Makine Yüksek Mühendisi Erdoğan TİMURKAYNAK'a ve ince kesit yapımında yardımcı olana Makine Mühendisi Murat KAYIKÇI'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans yapmamı benden çok isteyen ve bunun için ön ayak olan, maddi ve manevi her türlü desteği veren babam Murat ACAR'a, her zaman destekleriyle yanımda olan annem Oya ACAR'a, kardeşim Merve ACAR'a ve kız arkadaşım Derya DUMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Serhat ACAR

Trabzon 2015

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Petrografik ve Fiziksel Özelliklerin Granitik Kayaçların Dayanımına Etkisinin Araştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr Hakan ERSOY’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
24/06/2015

Serhat ACAR

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| ÖNSÖZ..... | III |
| TEZ ETİK BEYANNAMESİ..... | IV |
| İÇİNDEKİLER..... | V |
| ÖZET..... | VII |
| SUMMARY..... | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | IX |
| TABLolar DİZİNİ..... | XVI |
| SEMBOLLER DİZİNİ..... | XVII |
| 1. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 1.1. Giriş..... | 1 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı..... | 2 |
| 1.3. Çalışma Alanının Genel Özellikleri..... | 3 |
| 1.4. Literatür Özeti..... | 6 |
| 1.4.1. Bölgesel Çalışmalar..... | 6 |
| 1.4.2. Kaya Mekaniği Çalışmaları..... | 8 |
| 1.5. Bölgesel Jeoloji..... | 10 |
| 1.6. Kayaların Mekanik Davranışına Etkiyen Faktörler..... | 13 |
| 1.6.1. Çevre Faktörleri..... | 13 |
| 1.6.2. Kaya Parametreleri..... | 16 |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR..... | 19 |
| 2.1. Petrografik Çalışmalar..... | 19 |
| 2.1.1. Mikroskopik Tayinler..... | 19 |
| 2.2. Kaya Mekaniği Laboratuvar Çalışmaları..... | 20 |
| 2.2.1. Özgül Ağırlık..... | 20 |
| 2.2.2. Ağırlıkça Su Emme..... | 21 |
| 2.2.4. Birim Hacim Ağırlık..... | 22 |
| 2.2.5. Tek Eksenli Basınç Dayanımı..... | 23 |
| 2.2.6. Su İçeriği..... | 24 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 2.2.7. | Ultrasonik Ölçümler..... | 25 |
| 2.3. | İstatistiksel Çalışmalar..... | 26 |
| 3. | BULGULAR VE İRDELEME..... | 27 |
| 3.1. | Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeolojisi..... | 27 |
| 3.2. | Granitik Kayaçların Petrografik Özellikleri..... | 28 |
| 3.3. | Granitlerin Mühendislik Özellikleri..... | 41 |
| 3.3.1. | Giriş..... | 41 |
| 3.3.2. | Granitlerin Fiziksel Özellikleri..... | 41 |
| 3.3.2.1. | Ağırlıkça Su Emme..... | 41 |
| 3.3.2.2. | Özgül Ağırlık..... | 42 |
| 3.3.2.3. | Su İçeriği..... | 43 |
| 3.3.2.4. | Birim Hacim Ağırlık..... | 43 |
| 3.3.2.5. | Hacimce Su Emme..... | 45 |
| 3.3.2.6. | Ultrasonik Dalga Hız..... | 46 |
| 3.3.3. | Dayanım Özellikleri..... | 48 |
| 3.3.3.1. | Tek Eksenli Basınç Direnci..... | 48 |
| 3.4. | Deney Verilerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi..... | 49 |
| 3.4.1. | Basit Regresyon Analizleri..... | 50 |
| 3.4.1.1. | Fiziksel Parametreler ve Dayanım Parametreleri Arasında Basit Regresyon Analizleri..... | 50 |
| 3.4.1.2. | Petrografik Parametreler ve Dayanım Parametreleri Arasında Basit Regresyon Analizleri..... | 79 |
| 4. | TARTIŞMA..... | 89 |
| 5. | SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 95 |
| 6. | KAYNAKLAR..... | 96 |
| 7. | EKLER..... | 106 |
| ÖZGEÇMİŞ | | |

Yüksek Lisans

ÖZET

PETROGRAFİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN GRANİTİK KAYAÇLARIN
DAYANIMINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Serhat ACAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Hakan ERSOY
2015, 105 Sayfa, 49 Sayfa Ek

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki granitik kayaçların dayanım özelliklerinin indeks parametreler ve petrografik özelliklerle ilişkisi aranmış, bu amaçla 9 farklı bölgeden 5 cm kenar uzunluğuna sahip toplam 450 adet küp örneği üzerinde indeks deneyler yapılmış, seçilmiş 250 adet örnek üzerinde petrografik incelemeler gerçekleştirilmiş ve bu örneklerin tek eksenli sıkışma dayanımları belirlenmiş ve istatistiksel parametrelerde 162 adet örnek değerlendirmeye alınmıştır. Petrografik tayinler sonucunda monzonit, monzogranit, granodiyorit, siyenogranit, tonalit olarak adlanan kayaçlarda % 19-45 plajiyoklas, % 6-40 ortoklas, % 25-37 kuvars, % 4-15 mafik mineral yüzdesi tespit edilmiştir. Deneyler sonucunda, ağırlıkça su emme değerlerinin % 0.14-0.55, hacimce su emme değerlerinin % 0.38-1.47, birim hacim ağırlık değerlerinin 22.80-26.72 kN/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte tek eksenli basınç direnci değerlerinin 63.86-260.92 MPa, boyuna dalga hızı değerlerinin kuru durumu için 3162.82-5742.55 m/sn, doygun durum için 3758.70-6260.76 m/sn ve doğal durum için 3552.74-5888.10 m/sn arasında değiştiği görülmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, kuvars gibi sert minerallerin varlığının granitlerde dayanımı arttırmadığı ve tane boyutu büyüdükçe tek eksenli basınç dayanımının kısmen azaldığı belirlenmiştir. Granitlerin mafik mineral içeriğinin artması dayanımı düşürmüştür. Genellikle en yüksek dayanım değerleri, yaklaşık olarak eşit oranda kuvars, ortoklas ve plajiyoklas mineralleri içeren granitik kayaç kütlelerinde görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz, Granit, Petrografi, Dayanım, İndeks Parametreler, Tek Eksenli Basınç Direnci

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PETROGRAPHIC AND PHYSICAL PROPERTIES
ON ROCK STRENGTH OF GRANITIC ROCKS

Serhat ACAR

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geological Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan ERSOY
2015, 105 Pages, 49 Pages Appendix

With this study, the relation between index parameters and petrographic properties and rock strength properties of granitic rocks in the Eastern Black Sea Region have been searched. Laboratory test for index properties have been performed on 450 cubic rock specimens with 5 cm edge length, obtained from 9 different regions. On 250 sample, petrographic analysis have been performed and uniaxial compressive strength tests have been carried out. On statistical evaluations, 162 of the samples have been considered. According to the petrographic analysis; 19-45% plagioclase, 6-40% orthoclase, 25-37% quartz and 4-15% mafic mineral percentage have been determined on monzonite, monzogranite, granodiorite, sienna granite and tonalite. The laboratory test showed that, the water absorption (by weight) value changed between 0.14-0.55 %, water absorption (by volume) value changed between 0.38-1.47% and the unit weight value changed between 22.80 - 26.72 kN/m³. Additionally, uniaxial compressive strength value changes between 63.86 - 260.92 MPa, furthermore, the longitudinal wave velocity for dry conditions changes between 3162.82-5742.55 m/sn, for saturated conditions 3758.70-6260.76 m/sn and for natural conditions 3552.74-5888.10 m/sn. The statistical analysis showed that, hard minerals like quartz does not increase the rock mass strength of the granite. There has been observed that, the uniaxial compressive strength of the rock reduces partially, as the grain size increases. Also, the increase of the mafic mineral content reduces the rock strength. The highest strength values are observed in the granitic rocks which uniformly consist of quartz, orthoclase and plagioclase.

Key Words: Eastern Black Sea, Granite, Petrography, Strength, Index Parametres, Uniaxial Compressive Strength

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | | <u>Sayfa No</u> |
|-----------|--|-----------------|
| Şekil 1. | Arazi çalışmaları sırasında örnek alınan noktalar..... | 4 |
| Şekil 2. | Doğu Karadeniz Bölümü yükselti haritası..... | 4 |
| Şekil 3. | Sünümlülük ve deviatör gerilmenin (σ_1 - σ_3) çevre basıncı ile ilişkisi (a) ve Çevre basıncı ile kırılma türleri arasındaki ilişki (b)..... | 14 |
| Şekil 4. | Sünümlülük ve deviatör gerilmenin (σ_1 - σ_3) boşluk suyu basıncı ile ilişkisi..... | 15 |
| Şekil 5. | Sıcaklık ile deviatör gerilme-deformasyon ve gerilme-deformasyon ilişkileri..... | 15 |
| Şekil 6. | Porozite ve su emme özelliklerinin fiziksel dayanım üzerinde etkileri..... | 17 |
| Şekil 7. | Kaya direncinin, uygulanan maksimum gerilme yönüyle foliasyon arasındaki açıya bağlı olarak değişimi..... | 18 |
| Şekil 8. | Çalışma alanı ve çevresine ait jeoloji haritası (Güven, 1993'ten değiştirilerek)..... | 27 |
| Şekil 9. | Çalışma alanı ve çevresinde Kaçkar Granitoyidi gözlenen alanlar ve örnek alınan noktalar..... | 29 |
| Şekil 10. | İ1 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 31 |
| Şekil 11. | İ1 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 31 |
| Şekil 12. | İ2 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 32 |
| Şekil 13. | İ2 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 32 |
| Şekil 14. | İ3 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 33 |
| Şekil 15. | İ3 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 33 |
| Şekil 16. | İ4 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 34 |
| Şekil 17. | İ4 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 34 |
| Şekil 18. | Ç1 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 36 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Şekil 19. | Ç1 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 36 |
| Şekil 20. | Ç2 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 37 |
| Şekil 21. | Ç2 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 37 |
| Şekil 22. | D kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 38 |
| Şekil 23. | D kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 38 |
| Şekil 24. | S kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 39 |
| Şekil 25. | S kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 39 |
| Şekil 26. | B kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı..... | 40 |
| Şekil 27. | B kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)..... | 40 |
| Şekil 28. | B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 51 |
| Şekil 29. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 52 |
| Şekil 30. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 52 |
| Şekil 31. | D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 52 |
| Şekil 32. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 53 |
| Şekil 33. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 53 |
| Şekil 34. | İ3 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 53 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Şekil 35. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 54 |
| Şekil 36. | S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki..... | 54 |
| Şekil 37. | B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 55 |
| Şekil 38. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 55 |
| Şekil 39. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 55 |
| Şekil 40. | D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 56 |
| Şekil 41. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 56 |
| Şekil 42. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 56 |
| Şekil 43. | İ3 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 57 |
| Şekil 44. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 57 |
| Şekil 45. | S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 57 |
| Şekil 46. | B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 58 |
| Şekil 47. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 58 |
| Şekil 48. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 59 |
| Şekil 49. | D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 59 |
| Şekil 50. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 59 |
| Şekil 51. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 60 |
| Şekil 52. | İ3. kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 60 |
| Şekil 53. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 60 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Şekil 54. | S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 61 |
| Şekil 55. | B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 61 |
| Şekil 56. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 62 |
| Şekil 57. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 62 |
| Şekil 58. | D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 62 |
| Şekil 59. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 63 |
| Şekil 60. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 63 |
| Şekil 61. | İ3 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 63 |
| Şekil 62. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 64 |
| Şekil 63. | S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 64 |
| Şekil 64. | B kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 65 |
| Şekil 65. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 65 |
| Şekil 66. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 66 |
| Şekil 67. | D kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 66 |
| Şekil 68. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 66 |
| Şekil 69. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 67 |
| Şekil 70. | İ3 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 67 |
| Şekil 71. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 67 |
| Şekil 72. | S kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 68 |
| Şekil 73. | B kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 68 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Şekil 74. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 69 |
| Şekil 75. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 69 |
| Şekil 76. | D kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 69 |
| Şekil 77. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 70 |
| Şekil 78. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 70 |
| Şekil 79. | İ3 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 70 |
| Şekil 80. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 71 |
| Şekil 81. | S kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 71 |
| Şekil 82. | B kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 72 |
| Şekil 83. | Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 72 |
| Şekil 84. | Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 72 |
| Şekil 85. | D kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 73 |
| Şekil 86. | İ1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 73 |
| Şekil 87. | İ2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 73 |
| Şekil 88. | İ3 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 74 |
| Şekil 89. | İ4 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 74 |
| Şekil 90. | S kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki..... | 74 |
| Şekil 91. | Tüm kayaç gruplarına ait tek eksenli basınç direnci parametreleri ve boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) parametreleri arasındaki ilişki..... | 76 |
| Şekil 92. | Boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) verilerinden elde edilen gözlenen değer ve hesaplanan değer parametrelerinin $y=x$ doğrusu ile karşılaştırılması..... | 77 |

| | | |
|------------|---|----|
| Şekil 93. | Tüm kayaç gruplarına ait tek eksenli basınç direnci parametreleri ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki..... | 78 |
| Şekil 94. | Hacimce su emme verilerinden elde edilen gözlenen değer ve hesaplanan değer parametrelerinin $y=x$ doğrusu ile karşılaştırılması..... | 78 |
| Şekil 95. | Örnek gruplarının ortalama mineral yüzdeleriyle ortalama tek eksenli basınç direnci değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik... | 79 |
| Şekil 96. | Mafik mineral yüzdesinin tek eksenli basınç direnci parametresi üzerindeki etkisi..... | 80 |
| Şekil 97. | Örnek gruplarının içerisindeki Plajiyoklas/(Kuars+Ortoklas) oranının tek eksenli basınç direnci parametresi üzerindeki etkisi..... | 81 |
| Şekil 98. | Örnek gruplarının içerdikleri minerallerin boyutlarının tek eksenli basınç direnci parametresi üzerindeki etkisi..... | 83 |
| Şekil 99. | B kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 84 |
| Şekil 100. | Ç1 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 84 |
| Şekil 101. | Ç2 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 84 |
| Şekil 102. | D kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 85 |
| Şekil 103. | İ1 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 85 |
| Şekil 104. | İ2 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 85 |
| Şekil 105. | İ3 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 86 |
| Şekil 106. | İ4 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 86 |
| Şekil 107. | S kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 86 |

| | | |
|------------|---|----|
| Şekil 108. | Tüm kayaç gruplarına ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki..... | 87 |
| Şekil 109. | Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı verilerinden elde edilen gözlenen değer ve hesaplanan değer parametrelerinin $y=x$ doğrusu ile karşılaştırılması..... | 88 |

TABLolar DİZİNİ

| | | <u>Sayfa No</u> |
|-----------|---|-----------------|
| Tablo 1. | Kayaç gruplarına ait bilgiler..... | 29 |
| Tablo 2. | Kayaç gruplarından elde edilen ağırlıkça su emme değerleri..... | 42 |
| Tablo 3. | Kayaç gruplarından elde edilen özgül ağırlık değerleri..... | 42 |
| Tablo 4. | Kayaç gruplarından elde edilen su içeriği değerleri..... | 43 |
| Tablo 5. | Kayaç gruplarından elde edilen doğal birim hacim ağırlık değerleri..... | 44 |
| Tablo 6. | Kayaç gruplarından elde edilen doymuş ve kuru birim hacim ağırlık değerleri..... | 45 |
| Tablo 7. | Kayaç gruplarından elde edilen hacimce su emme değerleri..... | 46 |
| Tablo 8. | Kayaç gruplarından elde edilen doğal ultrasonik dalga hızı değerleri..... | 47 |
| Tablo 9. | Kayaç gruplarından elde edilen doymuş ve kuru ultrasonik dalga hızı değerleri..... | 48 |
| Tablo 10. | Kayaç gruplarından elde edilen tek eksenli basınç direnci değerleri..... | 49 |
| Tablo 11. | Tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları..... | 51 |
| Tablo 12. | Tek eksenli basınç direnci ve indeks deneyler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları..... | 64 |
| Tablo 13. | Ultrasonik dalga hızı (boyuna) ve indeks deneyler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları..... | 75 |
| Tablo 14. | Tek eksenli basınç direnci-ultrasonik dalga hızı ve tek eksenli basınç direnci-hacimce su emme arasındaki bağıntılar ve korelasyon katsayıları..... | 78 |
| Tablo 15. | Örnek gruplarının modal analiz ve tek eksenli basınç direnci özet tablosu..... | 80 |
| Tablo 16. | Kayaç gruplarındaki Plajyoklas/(Kuars+Ortoklas) oranı ve ortalama tek eksenli basınç değerleri..... | 81 |
| Tablo 17. | Kayaç gruplarının içerdikleri minerallerin boyut analizi özet tablosu..... | 82 |
| Tablo 18. | Tek eksenli basınç direnci (UCS) ve (P/Q+A) oranı arasında hesaplanan korelasyon katsayıları..... | 83 |

SEMBOLLER DİZİNİ

- A: Alkali feldispat
- A_s: Küp veya silindirik örneğin en kesit alanı
- ASTM: Amerikan test ve malzeme derneği
- Aw: Ağırlıkça su emme
- c: Kohezyon
- D: Kayaç örneğinin çapı
- F: Yenilme anında kaydedilen yük
- GB: Güneybatı
- GD: Güneydoğu
- Gs: Kayacın özgül kütlesi
- gw: Suyun yoğunluğu
- HSE: Hacimce su emme
- ISRM: Uluslararası kaya mekaniği derneği
- KB: Kuzeybatı
- KD: Kuzeydoğu
- L: Kayaç örneğinin boyu
- n: Porozite
- Q: Kuvars
- P: Plajiyoklas
- R: Korelasyon katsayısı
- T: Ultrasonik dalğanın örneği geçme zamanı
- u: Boşluk suyu basıncı
- UCS: Tek eksenli basınç direnci.
- V: Deney numunesinin hacmi
- Vb: Boşluk hacmi

Vp: Boyuna ultrasonik dalga hızı
V: P ve S ultrasonik dalga hızı
w: Su içeriği
Wk: Katı tane ağırlığı
Ws: Deney numunesinin dogun ağırlığı
Wd: Deney numunesinin kuru ağırlığı
Wn: Deney numunesinin doğal ağırlığı
Ww: Gözeneklerdeki suyun ağırlığı
W1: Piknometre kütlesi
W2: Piknometre + kuru deney numunesi kütlesi
W3: Piknometre + deney numunesi + su kütlesi
W4: Su ile dolu piknometre kütlesi
W₁: Örnek kabı ağırlığı
W₂: (nemli örnek + kap + kapak) ağırlığı
W₃: (kuru örnek + kap + kapak) ağırlığı
Ws: Örneğin doygun ağırlığı
γ_n: Kayacın doğal birim hacim ağırlığı
γ_d: Kayacın kuru birim hacim ağırlığı
γ_s: Kayacın doygun birim hacim ağırlığı
β : Maksimum gerilme yönüyle foliasyon arasındaki açı
ε: Süneklik
Ø: İçsel sürtünme açısı
σ₁-σ₃: Çevre basıncı
σ₁: Düşey gerilme
σ₃: Yatay gerilme
σ_c: Tek eksenli basınç direnci

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kayaçların mühendislik amacıyla sınıflandırılması ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, kaya mekaniği biliminin ve bununla ilgili tasarım uygulamalarının ayrılmaz ve önemli bir parçasıdır. Mühendislik çalışmalarında kullanılan kaya sınıflama sistemlerinde kayaçların kökenlerinden ziyade, dayanıklılıkları ve indeks parametreleri önem kazandığı için bu sınıflamalar jeolojik sınıflamalardan oldukça önemli farklılıklar gösterir. Bu nedenle jeolojik açıdan farklı sınıflarda yer alan kayaçlar, bazen mühendislik sınıflamalarında aynı sınıf içerisinde yer alabilmektedirler.

Kayaç malzemesini mühendislik sınıflaması açısından tanımlamaya yönelik özellikler, indeks özellikler olup, bunların arasında yüksek korelasyon elde edilmesi mümkündür. Doğru indeks deneylerinin seçilmesi koşuluyla, kökenine bakılmaksızın, birbirine yakın indeks değerine yakın kayaçların benzer mühendislik davranış göstermeleri beklenir (Ulusay ve Sönmez, 2002; Meng vd., 2006; Schöpfer vd., 2009; Moradian ve Behnia, 2009). Bununla birlikte, bu tür indeks deneylerden elde edilen veriler, mühendislik tasarımlarında doğrudan kullanılmaktadır. Ayrıca kayacın petrografik özelliklerinin hem indeks parametreleri hem de dayanım parametreleri üzerinde doğrudan etkili olduğu düşünülmektedir (Tuğrul ve Zarif, 1999; Özcelik vd., 2012; Heidari vd., 2012).

Kayaçların tek eksenli ve üç eksenli sıkışma koşulları, çekme ve makaslama kuvvetleri altındaki davranışları ve bunlarla ilgili parametreler ise mühendislik tasarımlarında dikkate alınan girdi parametreleri olup, bunların tasarım deneyleri olarak gruplandırılan deneylerle tayin edilmesi gerekmektedir.

Kayaçların tek eksenli basınç dayanımı (UCS) değerleri gerek yer üstü gerekse de yeraltı mühendislik yapılarının tasarımında sıklıkla kullanılmaktadır. Tünel ve baraj gibi mühendislik projelerinde, kaya şev stabilitesi uygulamalarında, çeşitli madencilik projelerinde, kaya ortamının taşıma gücünün belirlenmesinde ve doğal yapı taşlarının ekonomik anlamda değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda kaya malzemesinin tek eksenli basınç direncinin belirlenmesi en önemli kaya mekaniği uygulamalarından biridir (Bieniawski, 1974). Bununla birlikte, tek eksenli basınç direnci hem kaya mekaniği hem de mühendislik jeolojisi uygulamalarında yaygın olarak kullanılan parametrelerden birisidir.

Fakat tek eksenli basınç direnci deneyi için deney standartlarına uygun numune bulunması her zaman mümkün olmamaktadır. Ayrıca deney standartlarına uygun bulunan numunenin ise deneye uygun hale getirilmesi için yapılan işlemler hem maddi anlamda pahalı hem de zaman anlamında uzun bir süreç olmaktadır. Bu nedenle nokta yükleme dayanım indeksi, Schmidt sertlik çekici ve ultrasonik dalga hızı gibi basit deney yöntemlerinin tek eksenli basınç direnci değerini tahmin etmek amacıyla kullanımı oldukça yaygındır (Gaviglio, 1989; Chau ve Wong, 1996; Katz, 1999; Başarır vd., 2004; Kılıç ve Teymen, 2007). Basit deney yöntemleri hızlı, kolay, portatif ve ucuzdur. Bununla birlikte numune hazırlama işlemi de gerektirmeyebilir. Genelde kaya mekaniği deneyleri için yeterli büyüklükte ve sayıda numune ihtiyacı olması ve bu numunelerin deneye hazır hale getirilmesi sırasındaki güçlükler beraberinde, daha ucuz ve kısa zamanda belirlenebilen petrografik ve basit indeks özelliklerden yola çıkarak kayaç malzemesinin dayanım özelliklerini belirleme ihtiyacını getirmiştir. Bununla birlikte yaklaşık aynı indeks özelliklere sahip kayaç malzemelerinin dayanımlarının farklı olması ve indeks özelliklerden istatistiksel yaklaşımlarla dayanım özelliklerinin belirlenememesi gibi güçlükler kayaçların petrografik özelliklerini de bu parametreler ile birlikte değerlendirip dayanım özelliklerinin belirlenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Tek eksenli basınç direnci deneyinin uygulanmasındaki standart prosedür Amerikan Test ve Malzeme Topluluğu (ASTM, 1984) ve Uluslararası Kaya Mekaniği Topluluğu (ISRM, 2007) tarafından belirtilmiştir. Deneyin uygulanabilmesi için gelişmiş bir kaya mekaniği laboratuvarına ihtiyaç duyulur. Söz edilen petrografik ve indeks parametreleri belirlemek için gerekli olan aletler daha yaygın olup bu aletlerin kullanılması uygulanması gereken kurallar açısından daha kolaylardır. Petrografik incelemeler ve indeks parametreler sayesinde daha kolay bir şekilde tek eksenli basınç dayanımı tahmini yapmak mümkün olmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Kaya mekaniği çalışmalarında karşılaşılan en büyük zorluklar yeterli büyüklükte ve sayıda numune temin edilmesi ve temin edilen numunelerin deneye uygun hale getirilebilmesi için yapılması gereken işlemlerdir. Bu yüzden birçok araştırmacı daha kolay bir şekilde ve kısa zamanda belirlenebilen petrografik ve basit indeks özelliklerden yola

çıkarak kayaç malzemesinin dayanım özelliklerini belirleme üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Bu çalışmanın amacı petrografik ve indeks özellikleri bir arada kullanarak dayanım parametrelerini daha basit, daha az maliyetli ve daha kısa sürede belirlemek ve böylece dayanım parametresini elde etmek için karşılaşılan zorlukları ortadan kaldırmaktır.

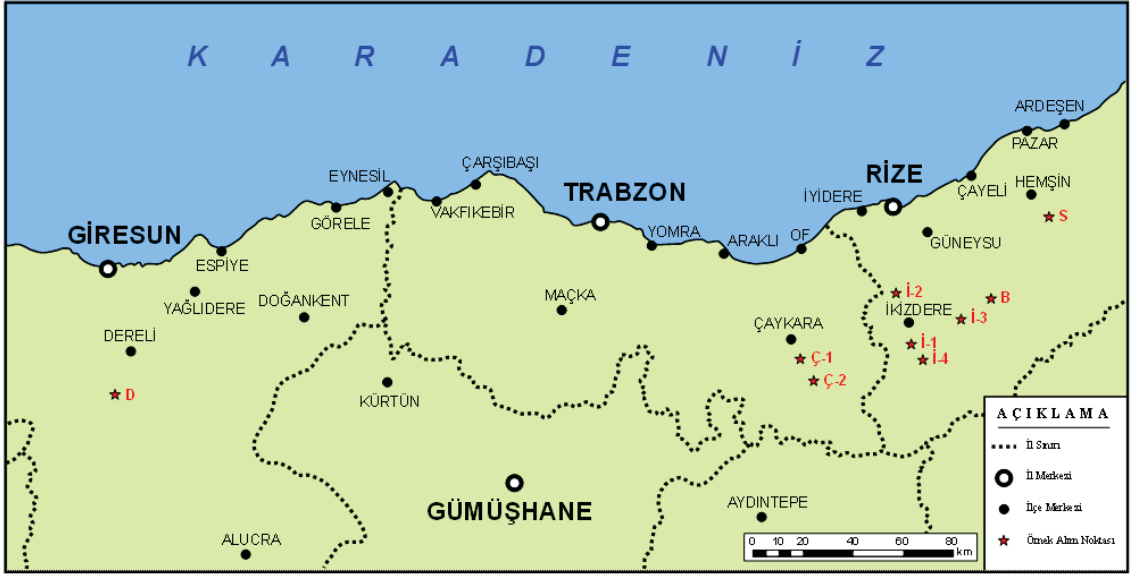
Çalışmanın amacına yönelik olarak, Doğu Karadeniz Bölümü'nde bulunan farklı granitik kayaç örnekleri üzerinde (Şekil 1) basit deney yöntemlerini, tek eksenli basınç dayanım deneylerini ve petrografik incelemeleri birleştirerek, kayaçların tek eksenli basınç dayanımı ile basit deney verileri ve petrografik veriler arasında istatistiksel ilişkiler kurulmuştur.

Kayaç örnekleri üzerinde hacimce su emme, özgül ağırlık, su içeriği, ağırlıkça su emme, ultrasonik dalga hızı deneyleri ve tek eksenli basınç direnci deneyleri ISRM (2007) yöntemlerine göre yapılmıştır. Mikroskop altında incelemek üzere kayaçlardan ince kesit yapılarak, mineral yüzdesini belirlemek amaçlı modal analiz ve mineral boyutlarını belirlemek için ölçekli mineral boyutu ölçümleri yapılmıştır. Bu sonuçlar kullanılarak basit doğrusal regresyon analizleri ile tek eksenli basınç dayanım değeri tahmininde kullanılabilecek ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen ilişkilerle diğer araştırmacılar tarafından önerilen ilişkiler karşılaştırılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır.

1.3. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

İnceleme alanı Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü olup Giresun G-40, Trabzon G-44, Tortum G-45 ve Artvin F-45 paftalarının içerisinde yer almaktadır.

Doğu Karadeniz Bölümü, Gürcistan sınırından Ordu'nun doğusuna kadar uzanır ve yer şekillerini Doğu Karadeniz dağları oluşturur. Bu bölümde bulunan dağlar iki sıra halindedir ve bu dağlar kıyıda Rize ve Zigana dağları, iç kesimlerde ise Çimen, Mescit ve Kop dağlarıdır. Bu dağları birbirinden Çoruh Vadisi ayırır. Doğu Karadeniz Bölümü yükseltisi en fazla olan bölümdür (Şekil 2).



Şekil 1. Arazi çalışmaları sırasında örnek alınan noktalar



Şekil 2. Doğu Karadeniz Bölümü yükselti haritası

Karadeniz Bölgesi'nin en dağlık ve en yüksek bölümü Doğu Karadeniz Bölümü'dür ve bu bölümdaki yükseltelerin genel ismi Doğu Karadeniz Dağları'dır. İki sıra halinde kıyıya paralel uzanan bu dağlar, Batı Karadeniz'e göre birbirine daha fazla yaklaşmıştır. Doğu Karadeniz Bölümü'nün kıyı dağları çeşitli kısımlarda Rize Dağları, Trabzon Dağları ve Giresun Dağları gibi farklı isimler alır. Doğu Karadeniz Dağları'nda doruk çizgisi 2000

metrenin üzerinde ve bilhassa doğuda 3000 metrenin üzerinde bulunmaktadır. Rize Dağları'nda bazı yüksek zirveler 4000 metreye yaklaşır.

Doğu Karadeniz Bölümü'nün en önemli akarsuları; Çoruh, Harşit, Melet ile Yeşilirmak'ın yukarı kolunu oluşturan Kelkit Çayı'dır. Doğu Karadeniz Bölümü'nde sıradağların uzanışı ve yükseltinin etkisiyle akarsuların boyları kısadır. Doğu Karadeniz Bölümü'nde bol yağışlı iklimin etkisiyle akarsu havzaları geniştir ve yer şekillerinin etkisiyle akarsu yataklarında eğim fazladır. Bu durum da akarsuların akış hızını artırmaktadır. Doğu Karadeniz Bölümü'nde yağış rejimi düzenli olduğu halde eğime bağlı olarak akarsuların rejimi düzensizdir.

Doğu Karadeniz kıyılarında ılıman iklim hakimdir ve bu bölgede sıcaklık ortalamaları ülkemiz ortalamasına göre biraz daha yüksek olup yazlar Orta ve Batı Karadeniz'e nazaran daha sıcak, kışlar ise daha ılık geçer. Bunda Kafkas Dağları'nın Sibiryaya üzerinden gelen soğuk hava dalgalarından bölgeyi korumasının etkisi olduğu kadar, zaman zaman Doğu Karadeniz Dağları'ndan inen hava akımlarının oluşturduğu fön tipindeki rüzgârlarında etkisi vardır ve bundan dolayı bol yağış alır ve sıcaklık yüksektir. Doğu Karadeniz Bölümü'nün kıyı şeridinde Karadeniz ikliminin karakteristik özellikleri görülür ve her mevsimi yağışlıdır. Özellikle Rize Yöresi, özel konumunun da etkisiyle yıllık olarak yaklaşık 2337 milimetre yağış alır ve kışlar ılık geçer. Kışların ılık geçmesinde deniz etkisinin yanı sıra, dağ zirvelerinden yamaç boyunca kıyıya doğru esen fön rüzgarlarının da etkisi vardır. Doğu Karadeniz Dağları arasındaki Çoruh Vadisi boyunca kış döneminde kar yağışı ve don olayı, nadir olarak görülürken vadinin yüksek kesimlerinde (Rize Dağları, Mescit Dağları vb.) kar örtüsü yılın büyük bir bölümünde yerde kalır. Aynı şekilde, Çoruh Vadisi'nde Yusufeli (Artvin) ve Tortum Gölü çevresinde, yıllık ortalama yağış 300 milimetrenin altına düşerken, çevredeki yüksek dağlarda bu miktar 1000 milimetreyi aşar. Bu özelliği ile Yusufeli (Artvin) bir mikroklima özelliği gösterir ve Türkiye'nin en az yağış alan yörelerinden biri durumundadır. İç kesimlerde Karadeniz iklimi, yerini karasal iklime terk eder. Bunun sebebi; denizel hava kütlelerinin, kıyı şeridinde yağış bırakarak iç kesimlere kuru olarak geçmeleridir. İç kesimlerde etkili olan karasal iklim, özelliklerini İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'ne göre daha az hissettirir. Doğu Karadeniz Bölümü'nün sıcaklık ortalamaları, İç ve Doğu Anadolu Bölgeleri'ne göre daha yüksektir.

Örnekleme alanlarına ulaşım, Karadeniz sahil yolu ve onun bağlantılarından sağlanmaktadır. Bölgede ana ulaşım hattı doğu-batı doğrultusunda uzanan devlet karayolu

olup, bazı geçitlerin (Zigana, Ovit ve Cankurtaran Geçitleri) haricinde kuzey-güney istikametinde geçiş kapasitesi ise çok sınırlıdır. Birçok dar dağ yolu ana sahil yolundan güneye doğru uzanmaktadır. Bu yollar köyleri sahildeki şehir ve ilçelere bağlamaktadır. Bu durum, doğu-batı yönündeki yüksek dağ sıralarının şekillendirdiği sert topografyanın bir sonucudur.

1.4. Literatür Özeti

1.4.1. Bölgesel Çalışmalar

Ketin (1948, 1950 ve 1951), Gümüşhane, Bayburt ve Aşkale bölgelerinin jeolojisini çalışarak, bölgenin 1/100000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Çalışmalarda volkanotortul kayaların Liyas yaşlı olduğunu ve Paleozoyik yaşlı metamorfik temel üzerinde uyumsuz olarak bulunduğunu belirlemiştir.

Baykal (1952), Kelkit ve Şiran yörelerinde yaptığı çalışmalarda, tabanda bulunan Paleozoyik yaşlı metamorfik ve granitik kayalarla, Jura-Kretase, Eosen ve Neojen yaşlı tortul kayaların ayrılım ve litolojik özelliklerini ortaya koymuştur.

Gattinger (1962), Gümüşhane ve çevresinin stratigrafisini, Permiyen yaşlı metamorfikler ve granitler, Liyas yaşlı kireçtaşları, Geç Kretase yaşlı filişler ve Eosen yaşlı volkanikler olarak belirlemiştir.

Tokel (1974), Gümüşhane yöresinde bulunan volkanik kayaları petrokimyasal yönden incelemiş ve Gümüşhane Granitoid'ini üç farklı fasiyese ayırmıştır. Ayrıca bölgede stratigrafik çalışmalarda yapmıştır.

Yılmaz (1974), Gümüşhane Granitoidi'nin yerleşimini ve birleşimini araştırmış, yaptığı petrografik incelemeler sonucunda, granitoidin dört farklı fasiyesten oluştuğunu ortaya koymuştur.

Özsayar vd. (1981), Doğu Pontitlerde çalışmalar yapmışlardır ve Üst Kretase'yi kuzey ve güney zon olarak ikiye zona ayırmışlardır. Güney sınırı Çorum-Amasya-Sivas-Erzurum, iki zon arasındaki sınırı ise Niksar-İspir-Ardanuç olarak belirlemişlerdir.

Eren (1983), Gümüşhane-Kale arasında kalan bölgeyi çalışarak, Doğu Pontid Güney Zonu'nda Liyas yaşlı birimler için ilk kez Zimonköy Formasyonu adını kullanmıştır.

Tokel (1983), Gümüşhane-Alucra-Şebinkarahisar-Gölköy yörelerinde yaptığı çalışmalarda, Eosen volkaniklerinin, ada yayı volkanizmasına ait olduklarını belirlemiştir.

Türk-Japon Ekibi (1985), inceleme alanını içine alan ve Harşit'ten Gümüşhane'ye kadar uzanan bölgenin, 1/25000 ölçekli jeolojik haritasını çıkararak bölgede maden yatakları ve jeokimya ağırlıklı çalışmalar yapmıştır.

Gülibrahimoğlu vd. (1985), Trabzon-Maçka güneyini içine alan bölgenin stratigrafisi ve cevherleşmeleri ile ilgili bilgiler vermişlerdir ve bölgenin 1/25000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlamışlardır

Güven (1993), "1/100000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi" adlı çalışmasında; Doğu jeotektonik ünitesini litostratigrafik özellikler bakımından kuzey ve güney zon olmak üzere iki farklı zonda incelemiştir ve Doğu Pontidler'e ait 1/100000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır.

Gedik vd. (1996), ve Doğu Pontitler'deki Liyas havzalarının uzaklaşan bir transform fay sisteminin ürünü olduğunu ve Doğu Pontitler' in en yaşlı biriminin Permo-Karbonifer öncesi kabul edilen metamorfiklerin olduğunu, bu birimin Geç Karbonifer yaşlı Gümüşhane Granitoyidi tarafından kesildiğini belirlemişlerdir.

Bektaş ve Çapkinoğlu (1997), Doğu Pontitler'de yapmış oldukları çalışmada, Mesozoyik havzaların kinematığını ve tektoniğini açıklamışlardır.

Yılmaz (1997), "Gümüşhane Bölgesindeki Kretase Yaşlı Havza Gelişiminde Sedimentolojik Kayıtlar" adlı çalışmasında; Kermutdere Formasyonu'nun riftleşme sonucu geliştiğini ortaya koymuştur.

Tüdeş (2001), Gümüşhane İli'nin yerleşime uygunluğunu coğrafi bilgi sistemlerinin konumsal analiz tekniklerini kullanarak araştırmış, sonuç olarak 1/100000 ölçekli yerleşime uygunluk haritası oluşturmuştur.

Ersoy (2001), Gümüşhane İli, Torul ilçesine bağlı Kalecik Köyü'nde yaptığı çalışmalarda bölgede bulunan karstik su kaynaklarının fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemiştir ve traverten oluşuklarının oluşum koşulları ve kökeni hakkında bilgiler vermiştir.

Ersoy vd. (2005), Gümüşhane İli, Torul ilçesine bağlı Kalecik Köyü'nde yaptığı çalışmalarda karstik yapılar ve fay sistemleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapılan çalışmalar sonucu karstik yapıların ve kaynakların KD-GB ve KB-GD doğrultulu faylarla ilişkili olduğunu belirlemiştir.

Arslan vd. (2005), Gümüşhane ve Bayburt'ta bulunan traverten ve oniks mermerlerinin petrografik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koyarak, bu mermerlerin oluşum koşulları ve kökenleri hakkında çalışmalarda bulunmuşlardır.

Alp vd. (2005), Gümüşhane ve Bayburt yöresinde bulunan traverten ve oniks mermerlerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini araştırarak, bunların tabaka şeklinde kesilmelerinin ve cilalanmalarının uygunluğu kaya mekaniği deneyleriyle test edilmiştir.

Ersoy vd. (2009), Kalecik Köyü'nde (Torul-Gümüşhane) bulunan ve işletilmekte olan travertenlerin oluşum koşulları ve kökeni incelemişler, ekonomik anlamda değerlendirilmesine yönelik fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte Türk ve ASTM Standartlarına göre Kalecik travertenlerinin taşıma ve kaplama taşı olarak kullanılabilirliği araştırılmış, bunların fiziko-mekanik özellikleri bakımından Türk Standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Yaklaşık 200 bin metreküp rezerve sahip olan ve genellikle ihraç edilen bu travertenler bölge ekonomisine büyük katkıda bulunabileceğini ortaya koymuşlardır.

1.4.2. Kaya Mekaniği Çalışmaları

İndeks parametreler, nokta yükleme, schmidt çekici geri tepme sayısı, ultrasonik dalga hızı ve kayaçların petrografik özellikleri gibi basit deney yöntemlerinden elde edilen verileri birçok araştırmacı tek eksenli basınç direnci değerinin (UCS) tahmininde kullanılmıştır.

Lashkaripour (2002), Yenice (2002), Chen ve Hu (2003) Chang vd (2006), Yalçınalp vd (2008) ve birçok araştırmacı indeks parametrelerden yola çıkarak indeks parametreler ile dayanım özellikleri arasında bir ilişkinin olup olmadığı tespit etmeye çalışmışlardır.

Nokta yükleme deneyi birçok mühendislik uygulamasında girdi parametresi olarak kullanılmaktadır ve kayaçların mekanik dayanımının belirlenmesi için de yaygın olarak kullanılan bir deney yöntemidir. D'Andrea vd. (1964), Brock ve Franklin (1972), Bieniawski (1975), Hassani vd. (1980), Read vd. (1980), Forster (1983), Gunsallus ve Kulhway (1984), ISRM (1981), Cargill ve Shakoor (1990), Chau ve Wong (1996), Grasso vd. (1992), Kahraman (1996), Tugrul ve Zarif (1999), Kahraman (2001) gibi pek çok araştırmacı nokta yük dayanımı ile UCS arasında ilişki kurmak için çalışmalar yapmış ve çeşitli amprik bağıntılar önermişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmaların çoğunda doğrusal regresyon ilişkileri kullanmıştır. Tugrul ve Zarif (1999) çalışmalarında nokta yük

dayanımı, diğer kaya özellikleri ve kayacın mineralojik bileşimi hakkında değerlendirme yapmıştır.

Schmidt sertlik çekici deneyi, Deere ve Miller (1966), Aufmuth (1973), Beverly vd. (1979), Kidbinsky (1968), ISRM (1981), Singh vd. (1983), Shorey vd. (1984), Haramy ve De Marco (1985), Ghose ve Chacraborti (1986), O'Rourke (1989), Sachpazis (1990), Xu vd. (1990), Gokceoglu (1996), Kahraman (1996, 2001), Katz (1999), Katz vd. (2000), Yılmaz ve Sendir (2002), Yaşar ve Erdoğan (2002), Dinçer vd. (2004) ile Yağız (2008) gibi birçok araştırmacı tarafından tek eksenli basınç direnci (UCS) ve diğer mühendislik özelliklerin tahmini için kullanılmıştır.

Gaviglio (1989), Inoue ve Ohomi (1981), Goktan (1988), Kahraman (2001), Chary vd. (2006), Kılıç vd. (2008), Kahraman ve Yeken (2008), Moradian ve Behnia (2009), Babacan vd. (2012) ve Karakul ve Ulusay (2012) tarafından ultrasonik dalga hızı deneyi verileri kullanılarak, kayacın fiziksel ve dayanım özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu çalışmalara benzer olarak Babacan vd. (2008), yapmış oldukları çalışmada, kaya örnekleri üzerinde ultrasonik dalganın yayılımını kayacın birim hacim ağırlığına ve mikrofisür oranına bağlı olduğunu ortaya atmışlardır.

Zorlu vd (2004), Özçelik vd. (2012), Heidari vd. (2012) çalışmalarında kayaçların petrografik özelliklerini inceleyip elde ettikleri verilerden kayaçların mühendislik parametrelerini elde etmeye çalışmışlardır.

Tuğrul ve Zarif (1999) bu çalışmalara benzer olarak detaylı petrografik araştırma yapmışlardır. Çalışmada, kaya malzemesinin fiziko-mekanik özelliklerinin, mineralojik ve dokusal özellikleri ile ilişkili olup olmadığını araştırmışlardır. Ayrıca Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki granitik kayaçların mühendislik ve petrografik özellikleri arasındaki ilişkileri basit regresyon analizleri ile incelemiştirlerdir. Araştırmacılar, test sonuçlarını dağılım, ortalama, standart sapma, varyans gibi istatistiksel parametrelerle değerlendirmişlerdir. Kayaçların mineralojik ve mühendislik özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiyi ortaya koyabilmek için kuvars/feldspat oranı ve tane boyutu değerleri ile mühendislik özellikleri arasında regresyon analizleri yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, kuvars/feldspat oranının toplam porozite ve kuru birim hacim ağırlık üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır. Bunun yanında araştırmacılar, mineral bileşimi ve tek eksenli basınç dayanımı arasında bir korelasyon kurmaya çalışmışlar ve kuvars/feldspat oranı ile tek eksenli basınç dayanımı arasında lineer bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Buna benzer bir ilişkiyi çekme dayanım değerleri ile de elde etmişlerdir.

Granitik kayaçlarda tane boyutunun dayanımı etkileyen birincil parametre olduğunu, küçük tane boyutlu granitlerin dayanımlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, bir kayacın dokusal özelliğinin mühendislik özellikleri üzerindeki etkisinin, kayacın mineralojik özelliklerinin etkisinden daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca granitik kayaçların içerisindeki minerallerin birbirleriyle olan ilişkileri, boyut ve şekillerinin de bu tür kayaçların mühendislik özellikleri üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Başarır ve Kumral (2004), kayaçların tek eksenli basınç dayanımlarını basit deney yöntemleriyle tahmin etmeye çalışmışlardır. Ankara Bölgesi dasitlerinden alınan belirli sayıdaki örnekler üzerinde tek eksenli basınç dayanımı, Schmidt çekici, nokta yük dayanımı, ultrasonik dalga hızı, yoğunluk gibi basit deneyler yapmışlar ve her bir bağımsız değişken için basit regresyon analizleri yapmışlardır. Yazarlar tespit edilen ilişkilerin kuvvetli olmamasına rağmen, hesaplanan tek eksenli basınç direncinin ancak ilk mühendislik proje tasarım aşamasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Sönmez vd. (2004), kaya malzemesinin elastisite modülünün tahmini için görgül bir eşitlik belirlemişlerdir. Bu çalışmada elastisite modülünün dolaylı yünden belirlenebilmesi ve eşitliklerin geliştirilirken kaya türünün ihmal edilmesi gibi bir eksikliği gidermek amacıyla, Hoek-Brown yenilme ölçütüne ait kaya sabitlerini kaya türünün bir göstergesi olarak ele almışlardır.

Kılıç ve Teymen (2007), basit deney metodlarını kullanarak kayaçların mekanik özelliklerini belirleme üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Ersoy ve Kanık (2012), karbonat kayaçlarının tek eksenli basınç direnci tahmini için çok kriterli karar verme analizlerini kullanmışlar, özellikle analitik hiyerarşi yöntemi ile basınç direnci üzerine etki eden indeks özelliklerin ağırlık yüzdelerini hesaplamışlar ve bu değerlerden yararlanarak istatistiksel bağıntılar elde etmişlerdir.

1.5. Bölgesel Jeoloji

Ketin (1966), Türkiye’yi orojenik gelişimi esas alarak kuzeyden güneye doğru Karadeniz Dağları, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları Kuşağı şeklinde dört ana tektonik birliğe ayırmıştır. Ketin ve Canitez (1972) bu tektonik birlikleri yeniden düzenleyerek, Karadeniz Dağları’nı “Doğu Karadeniz Dağları” ve “Batı Karadeniz Dağları” şeklinde ikiye ayırmıştır. Doğu Karadeniz Dağları’ndaki Geç Kretase yaşlı

kayaçlar, kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdikleri için güney (iç) ve kuzey (dış) bölümlere ayrılmıştır (Akin,1978; Gedikoğlu vd., 1979; Özsayar vd., 1981). Bektaş (1986), Doğu Karadeniz magmatik yayını farklı magmatik, tektonik ve sedimentolojik evrim aşamalarına göre kuzeyden güneye doğru kuzey zon, güney zon ve eksen zonu olmak üzere üç alt zona ayırmıştır.

Doğu Karadeniz Dağları'nda temeli oluşturdukları kabul edilen Paleozoyik yaşlı kayaçlar, kristalen şist ve granitlerden oluşmaktadır. Doğu Karadeniz Dağları Güney Zonu'nda egemen olan bu kayaçlar (Zankl, 1961, 1962; Açar, 1977; Gedikoğlu, 1978), Doğu Karadeniz Dağları Kuzey Zonu'nda seyrek olarak görülürler (Türk-Japon Ekibi, 1985; Boynukalın, 1990). Temeli oluşturan metamorfik kayaçlar, Paleozoyik yaşlı granitoidik kayaçlar tarafından kesilmişlerdir (Çoğulu, 1975). Granitoidik kayaçlar, büyük plütonik kütleler halinde Gümüşhane Yöresi'nde ve Gümüşhane-Köse arasında (Tokel, 1972; Çoğulu, 1975; Yılmaz, 1976; Özdoğan, 1992); küçük mostralarda halinde Giresun güneyinde, metamorfik kayaçlarla birlikte görülmektedir (Schultze-Westrum, 1961).

Gümüşhane Yöresi'nde Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Granitoidi üzerine aşınma uyumsuzluğu ile gelen Liyas yaşlı volkano-tortul kayaçlar konglomera, kumtaşı, kireçtaşı, marn ve volkanitlerden oluşmaktadır. Schultze-Westrum (1961), Giresun-Aksu civarında, Liyas'tan başlayarak Erken Kretase sonuna kadar devam eden bazik volkanizmayı, "Alt Bazik Seri" olarak isimlendirmiştir.

Malm-Erken Kretase yaşlı Berdiga Kireçtaşları, Liyas yaşlı volkano-tortul kayaçların üzerine uyumlu olarak gelir. Doğu Karadeniz Dağları Güney Zonu'nda geniş yayımlı olmalarına karşılık, Kuzey Zon'da mercekler ve olistrostromlar halinde bulunur. Plütonik kayaçlar, Permo-Karbonifer'den Eosen sonuna kadar geniş bir yaş aralığına sahiptir ve başlıca gabrodan granite kadar değişen türdeki bazik ve asidik bileşimli kayaçlardan oluşmuştur. Granitik plütonlar, Paleozoyik, Kretase ve Eosen olmak üzere başlıca 3 dönemde yerleşmiştir. Bunlardan Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Granitoidi, metamorfik kayaçları keserek yerleşmiştir (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975).

Jura-Kretase-Paleosen granitoidleri, yitimle ilişkili volkanik ve/veya volkanoklastik kayaçlarla dokanak ilişkisindedir (JICA, 1985; Gedik vd., 1992; Köprübaşı, 1993; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Güngör vd., 1997; Köprübaşı vd., 2000; Kaygusuz, 2000; Boztuğ vd., 2002; Şahin vd., 2004). Daha az sayıdaki Eosen ve sonrası granitler ise, dar alanlarda tüm

birimleri kesmiş olarak görülürler (Gedik vd., 1992; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Aslan vd., 1999; Boztuğ vd., 2002; Topuz vd., 2002; Arslan ve Aslan, 2006).

Doğu Karadeniz Dağları'nda Geç Kretase, iki farklı özellikte görülmektedir. Kuzey Zon'da magmatik kayalar egemen iken, Güney Zon'da tortul kayalar yer alır. Doğu Karadeniz Dağları Güney Zonu'nda Geç Kretase, Berdiga Formasyonu üzerine açılmal uyumsuzlukla gelen kumlu kireçtaşları ile başlamaktadır. Bu birimi, bordo renkli kireçtaşları uyumlu olarak üstlemektedir (Tokel, 1972; Eren, 1983). Geç Kretase'de kılavuz seviye olarak kabul edilen kırmızı kireçtaşları, Güney Zon'da tek bir seviye halinde ve Geç Kretase'nin tabanında görülmekte, Kuzey Zon'da ise birkaç seviye halinde, volkaniklerle ara katkılı olarak bulunmaktadır (Bektaş, 1984). Kuzey Zon'da, Geç Kretase'nin tabanı tartışmalıdır.

Schultze-Westrum'a (1961) göre Erken Kretase'de başlayan Alt Bazik Seri, Geç Kretase'nin başında da devam etmiş, Geç Kretase'de Alt Bazik Seri'ye Hippurites'li kireçtaşları ve tüffitik kireçtaşı-marn birimi eşlik etmiştir. Bunun üzerinde dasit ve piroklastitleri ile İnoceramus'lu kırmızı kireçtaşları yer almakta ve bunların üzerine de bazik volkanikler gelmektedir. Bu bazik volkanik kayalar kısmen Eosen'de de devam ederek "Üst Bazik Seri"yi oluşturmuşlardır.

Geç Kretase-Paleosen geçişi, Doğu Karadeniz Dağları'nda yer yer gözlenmektedir. Şarman (1975), Tirebolu'nun güneydoğusunda Geç Kretase kireçtaşlarının devamı olarak Paleosen yaşlı birimleri tespit etmiştir. Hopa-Cankurtaran (Artvin) Yöresi'nde volkanotortul seri, Geç Kretase'den Eosen'e kadar kesintisiz geçmektedir (Özsayar vd., 1981). Kale (Gümüşhane) Yöresi'nde Geç Kretase yaşlı filişle başlayan istif, uyumsuz olarak konglomera ve mikritik kireçtaşlarından oluşan Paleosen yaşlı Kale Formasyonu'na geçmekte ve uyumsuz olarak Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu ile örtülmektedir (Aliyazıcıoğlu, 1999).

Eosen, Karadeniz Dağları'nda genellikle Kretase ve Paleosen yaşlı birimler üzerine taban konglomerası ile gelmekte ve bunları andezit-bazalt ve piroklastitleri ile filiş çökellerinden oluşan birimler üstlemektedir. Gedikoğlu (1970), Çambaşı ve Gököy Yörelere'nde Eosen'in taban konglomerası ile başladığını belirtmiştir.

Oligosen, Trabzon, Ünye ve Fatsa Yörelere'ndeki sahil kesimlerinde görülmektedir (Schultze-Westrum, 1961; Özsayar, 1971). Neojen'e ait tortullar Trabzon-Akçaabat ve Rize-Pazar sahillerine yakın yerlerde mevcuttur (Özsayar, 1971; Yalçınlar, 1981).

1.6. Kayaların Mekanik Davranışına Etkiyen Faktörler

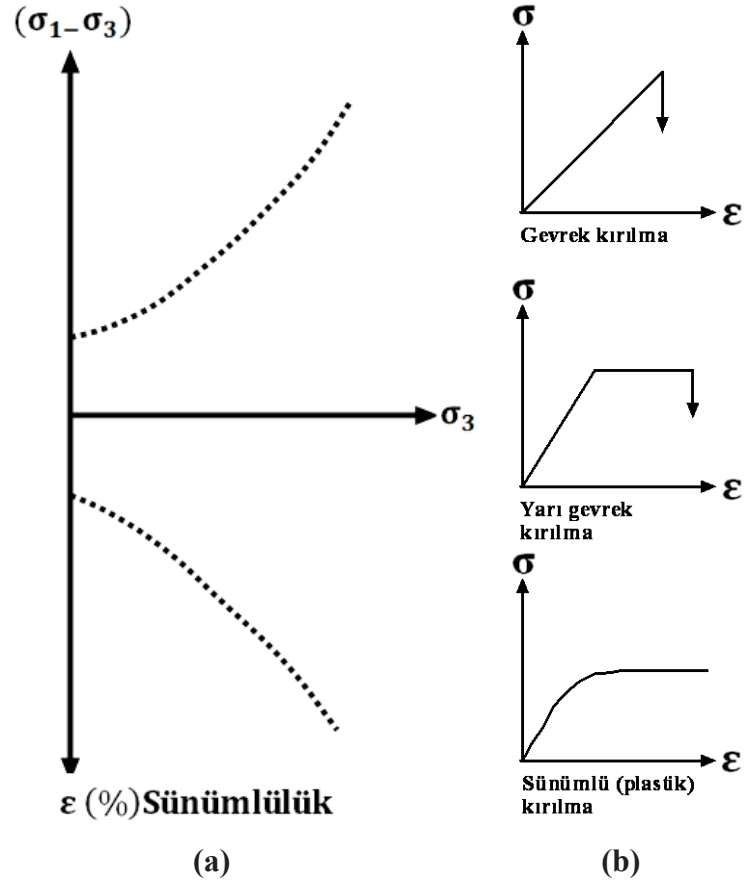
1.6.1. Çevre Faktörleri

Kayanın mekanik davranışına etki eden faktörlerin başında çevre faktörleri gelmektedir. Çevre (hücre) basıncı, boşluk suyu basıncı, sıcaklık ve zaman parametreleri kayanın mekanik özelliklerine doğrudan etki eden çevre faktörleridir.

Kayanın mekanik davranışına etki eden önemli çevre faktörlerinden bir tanesi çevre (hücre) basıncıdır. Yerkabuğunda, yeryüzünden derinlere inildikçe düşey gerilmeler ve buna bağlı olarak yatay gerilmeler de artmaktadır. Yatay gerilme aynı zamanda çevre basıncı olarak da adlandırılır. Bazı kayaçlar tek eksenli basınç deneyinde gevrek davranış gösterdikleri halde, yanal basınç uygulandığı zaman asal gerilmelerin büyüdüğü ve kayaçların plastikleştiği gözlenmiştir. Bu durum yerkabuğu içine doğru inildikçe düşey ve yatay gerilmelerin artması nedeniyle kayaçların plastikleştiğini açıklamaktadır. Yanal basınç asal gerilmeyi, maksimum basınç gerilmesini ve sünümlülüğü artırır. Bu nedenle yerkabuğu derinliklerinde kayaçların kırılması güçleşir ve sünümlülük artar. Doğadaki yatay gerilme veya hücre basıncı laboratuarda üç eksenli basınç hücresiyle sağlanır. Laboratuarda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre çizilen grafik Şekil 3'deki gibidir. Şekil 3'de görüldüğü gibi çevre basıncı arttıkça kayanın yenilmesi için gerekli olan deviatör gerilme ve sünümlülük artar. Aynı kayada çevre basıncı gittikçe arttırıldığında kırılma gevrek kırılmadan sünümlü kırılmaya geçer.

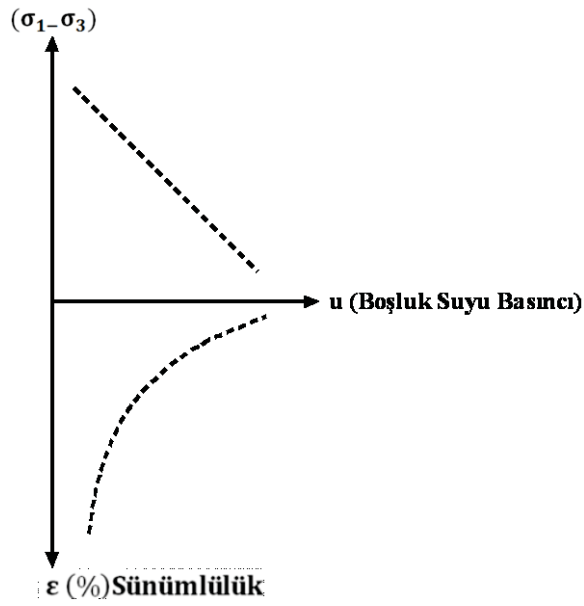
Boşluk suyu basıncı kayanın mekanik davranışına etki eden önemli bir çevre faktörüdür. Çatlaklı kaya ortamında, çatlaklara bağlı olarak yer altı suyu gelişir. Çatlaklardaki yer altı suyuna çatlak suyu veya boşluk suyu denir. Bu suyun oluşturduğu basınca da boşluk suyu basıncı adı verilir. Boşluk suyu basıncı hidrostattır ve birim alan üzerindeki su kütlelerinin ağırlığına eşittir. Boşluk suyu basıncı çevre basıncına ters yöndedir. Boşlukların suyla dolması elastisite modülünü %40 oranında arttırır. Boşluk suyu basıncının kayanın mekanik davranışına etkisini araştırmak için doğa koşullarında laboratuarda deneyler yapılmış ve Şekil 4'de gösterilen sonuç elde edilmiştir. Şekil 4'de görüldüğü gibi boşluk suyu basıncı arttıkça kayanın yenilmesi için gerekli olan deviatör gerilme ve sünümlülük azalır. Gözenekli kayaçlarda suyun rahatça hareket ettiği durumlarda efektif gerilme denklemi geçerlidir. Ayrıca killi birimlerde su, fiziksel ve kimyasal etki yaptığı gibi kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) gibi mekanik özellikleri

de azaltır. Killi birimler su emdiğinde hacmi genişler, yandaki ve üstteki kayalara ilave yanal basınç uygular. jips, anhidrit, kayatuzu, kireçtaşı gibi eriyebilen kayaların basınç mukavemetini düşürür. Hacimsel deformasyon meydana getirir.

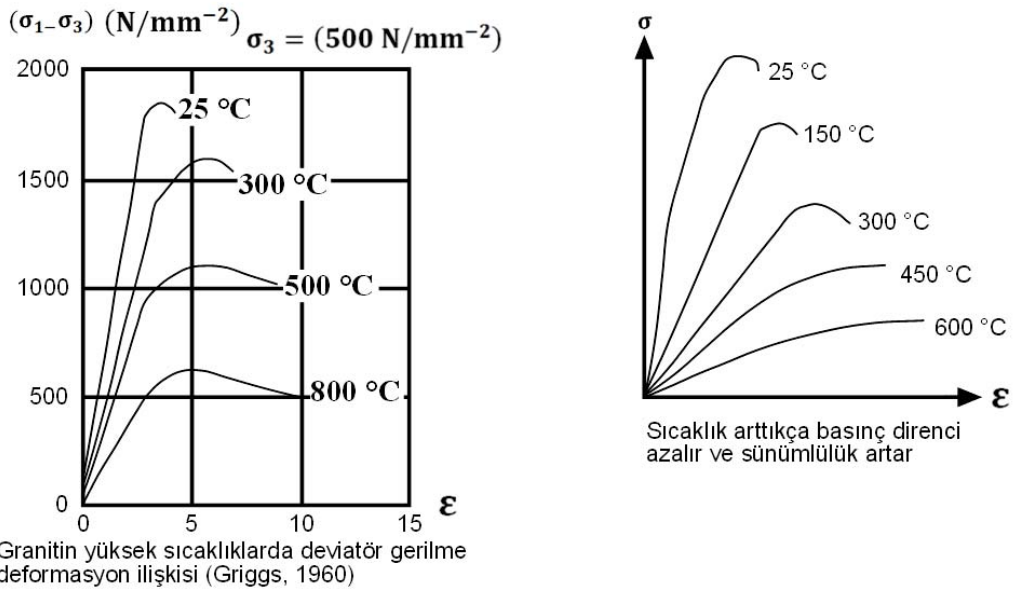


Şekil 3. Sünümlülük ve deviatör gerilmenin ($\sigma_1 - \sigma_3$) çevre basıncı ile ilişkisi (a) ve Çevre basıncı ile kırılma türleri arasındaki ilişki (b)

Sıcaklık kayanın mekanik davranışına etki eden önemli parametrelere birtanesidir. Yeryüzünden derinlere inildikçe sıcaklığın sistematik bir şekilde arttığı bilinmektedir. Bu artış km de 25-30 °C kadardır. Yeryüzünden derinlere inildikçe kayaların mekanik özellikleri artan sıcaklıkla beraber değişmektedir. Yüzeyle gevrek, sert, kırılğan olan kayalar derinlerde sünümlü hale dönüşmektedir (Şekil 5). Sıcaklık arttıkça kayanın yenilmesi için gerekli olan deviatör gerime azalır. Sünümlülük artar. Ayrıca sıcaklıkla anizotropi ters orantılıdır. Bunun nedeni yüksek sıcaklıkta meydana gelebilecek tekrar kristallenmeye bağlanmaktadır.



Şekil 4. Sünümlülük ve deviator gerilmenin $(\sigma_1 - \sigma_3)$ boşluk suyu basıncı ile ilişkisi



Şekil 5. Sıcaklık ile deviator gerilme-deformasyon ve gerilme-deformasyon ilişkileri

Kayaların mekanik davranışına etki eden faktörlerden bir tanesi de zamandır. Kayaların mekanik davranışına zamanın etkisi krip (akma) deneyi ile araştırılmaktadır. Sünme (krip) sabit yük altında zamana bağlı olarak deformasyonun artması olayıdır. Belirli bir yüklemenin üzerinde deney sırasında yük sabit tutulursa deformasyonun devam ettiği yükün arttırılmasıyla da kırılmaya ulaştığı gözlenir. Deformasyon hızı, gerilme ve

elastisite modülünü arttırır, sünümlülüğü azaltır. Rheidity, kayacın viskoz deformasyonunun elastik deformasyonun bin katı olabilmesi için geçen süredir. Bu süre gnays için. onbinlerce yıl olmasına karşılık, killerde 15 gün olabilmektedir

1.6.2. Kaya Parametreleri

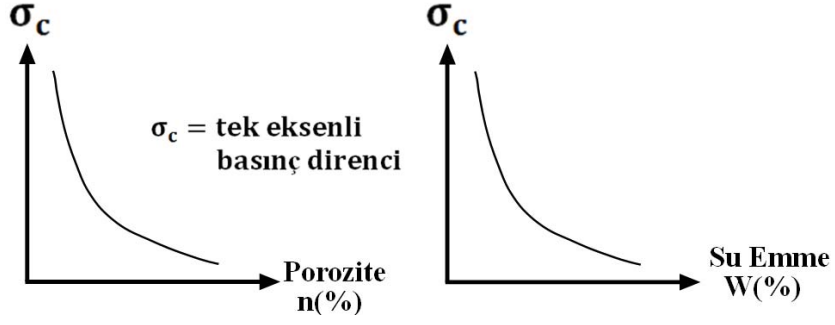
Kayanın mekanik davranışlarına etki eden kaya parametrelerinin başında, kayanın petrografik özellikleri, fiziksel özellikleri ve yapısal özellikleri gelmektedir.

Kayanın mekanik davranışlarına doğrudan etki eden petrografik özelliklerini kayanın dokusu ve kayanın kristallenme, çimentolanma derecesi ve çimentonun cinsi oluşturmaktadır.

Kayacın dokusu yani, kayayı oluşturan kristal veya tanelerin; büyüklüğü, biçimi, dizilişi, türü kayanın direncinde etkili olmaktadır. Aynı tür kayada, iri tane içerenin direnci, ince tane içerenin direncinden daha küçüktür. Yassı tane içeren kayaçların direnci, yassı tane içermeyenlere göre daha küçüktür. Tanelerin dizilişi ve birbirleriyle olan ilişkileri kayaç içerisinde değişik tipte gerilmelerin oluşmasına neden olur.

Tamamen kristallerden oluşmuş kayaçların (derinlik kayaçları) direnci, kristal ve hamur maddesi içeren kayaların (volkanik kayaçlar) direncinden daha yüksektir. Çimentolu kayaçlarda (tortul kayaçlar), çimentonun taneler arasını tamamen doldurması ya da boşluklu olması direnci etkiler. Tortul kayaçlarda çimento türü; silis, kalsit, kil, demir oksit olabilir. Yapılan deneylerde silisli çimentolu kayaçların direncinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Kayanın mekanik özelliklerine doğrudan etki eden en önemli faktörlerden biri kayanın fiziksel özellikleridir. Porozite ve su emme gibi fiziksel özellikleri dayanım parametreleri üzerinde etkilidirler. Kayaçların porozitesi ve su emme özelliği arttıkça kayaçların tek eksenli basınç dirençleri azalmaktadır (Şekil 6).

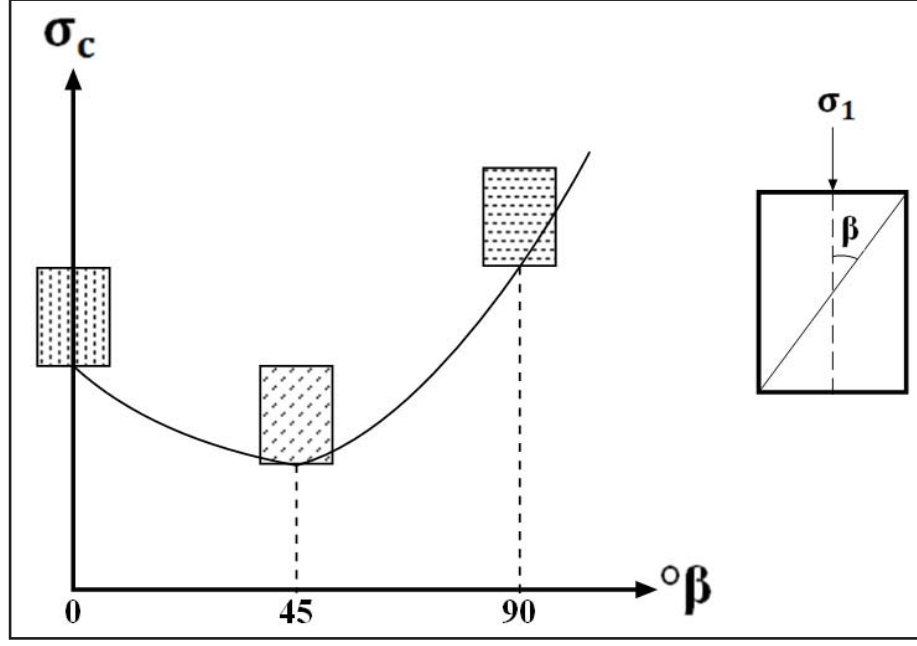


Şekil 6. Porozite ve su emme özelliklerinin fiziksel dayanım üzerindeki etkileri

Kayacın mekanik özelliklerine etki eden fiziksel özellikleri süreksizlik ve anizotropi olarak iki parametre altında incelenebilir. Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin yönlere bağlı olarak değişmesine anizotropi denir. Bir veya daha fazla süreksizlik takımı içeren kaya kütlelerinin üzerine etkiyen kuvvetler, kuvvet vektörünün yön ve şiddetine bağlı olarak, kayada farklı deformasyonlar, ötelenmeler ve kırılmalar meydana getirir. Bu süreksiz ortamın, iç dengesindeki bozulmaların (ötelenmelerin ve kırılmanın) başladığı ana kadar, dış ve iç zorlanmalara karşı gösterdiği dirence kaya direnci adı verilmektedir. Kaya direncinin yönlere göre belirlenmesi amacı ile birçok çalışma yapılmıştır (John 1969 ve Reik 1978). Bu çalışmalarda yalnız asal gerilmelerin konumları değil, asal gerilme oranlarının da ($n = \sigma_3 / \sigma_1$) kaya direncine etkideği görülmektedir.

Süreksizlikler kayaların oluşumu sırasında veya daha sonra kazandıkları yapı kusurlarıdır. Bunlardan oluşum anındaki süreksizlikler; tabakalanma, laminasyon, lineasyon ve foliasyon yüzeyleridir. Oluşumundan sonra meydana gelen süreksizlikler ise; kıvrım, fay, çatlak, şistozite yüzeyleri, fissür ve mikrofissürlerdir. Gözle görülebilecek kadar küçük çatlaklara fissür, mikroskop ile görülen fissürlere ise mikrofissür denir. Kayaçların mekanik özellikleri ve davranışları üzerinde süreksizlik durumları litolojiden daha önemlidir.

Şistozite veya foliasyon düzlemleri içeren kayalarda yapılan deneylerde, uygulanan maksimum gerilme (σ_1) yönüyle foliasyon arasındaki açı (β) durumuna göre kayanın direnci değişmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Kaya direncinin, uygulanan maksimum gerilme yönüyle foliasyon arasındaki açıya bağlı olarak değişimi

Kayaçlardaki ayrışmanın nedeni ne olursa olsun, (killeşmesine, kloritleşmesine, serpantinleşmesine vb.) ayrışma kayacın parçalanmasına neden olur. Dolayısıyla ayrışma kayayı oluşturan kristal yada tanelerin kenetlenme ve çimentolanma derecesini zayıflatır ve kayacın direncini azaltır. Kayalarda yapılan ince kesitler mikroskopta incelenerek ayrışmış ve ayrışmamış minerallerin hacimleri tayin edilir ve Eşitlik 1 yardımıyla “Mikro Petrografik özellik İndisi” bulunur.

$$\text{Mikro Petrografik özellik İndisi} = \frac{\text{Ayrışmamış mineral hacmi}}{\text{Ayrışmış, kırılmış, boşluklu mineral hacmi}} \quad (1)$$

Deneyle, mikro petrografik özellik indisinin artmasıyla kayanın direncinin de arttığını göstermiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Petrografik Çalışmalar

2.1.1. Mikroskobik Tayinler

Bu çalışma kapsamında farklı granit kitlelerinden elde edilen örneklerden sahayı temsil eden 162 adedi seçilmiş, bu örnekler üzerinde ISRM (2007), ASTM (1992a ve b; 1994) ve RILEM (1980) standartlarında indeks ve dayanım özellikleri belirlenmiştir. Deneyle tamandıktan sonra aynı örneklerden ince kesitler alınmıştır.

İnce kesitler, kayaç gruplarının mineralojik ve petrografik özelliklerinin (mineral yüzdesi ve mineral boyutları) belirlenmesi ve kayaç adlamasının yapılabilmesi amacıyla Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu laboratuvarındaki, James Swift (Model MP3500MBL) marka polarizan mikroskopta ayrıntılı olarak incelenmiştir. Kayaçların mineral yüzdeleri ve boyut oranlarının belirlenmesi için Chayes (1949) tarafından önerilen modal analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde mikroskop tablası üzerine takılan ve birbirine dik iki yönde hareket edebilen bir ince kesit tutucusu ile, buna bağlı olan ve üzerinde mineral türlerinin sayılmasında kullanılan tuşların bulunduğu bir sayıcıdan yararlanılır. Oküler çizgilerinin kesişme noktasının isabet ettiği mineralin ne olduğu bulduktan sonra sayıcıdaki bu minerale ait tuşa basılır ve böylece mineral kaydedilmiş olur. Bu kayıt esnasında ince kesit otomatik olarak y eksenini yönünde belirli bir miktar kayar ve okülerdeki çizgilerin merkezine başka bir mineral gelir. İnce kesitin kayma aralıkları (0.1-0.2-0.3-1.0-2.0 mm olarak) daha önceden ayarlanabilir. Bu şekilde alet Y eksenini boyunca belirli aralıklarla sıçrayarak hareket ederken oküler çizgilerinin kesişme noktasına isabet eden mineraller de sayıcıda kaydedilmiş olur. X eksenini boyunca kaydırma ise alet üzerinde bulunan bir düğme yardımıyla ve Y eksenini boyunca uygulanan kayma miktarına eşit büyüklükte yapılır. Böylece işlem esnasında izlenecek nokta sıraları daima birbirine paralel kalır. Belirli bir minerale düşen nokta sayısını toplam nokta sayısına bölmek ve 100 ile çarpmak suretiyle bir değer elde edilir. Bu değer iki boyutlu olan ince kesitte mineralin kapladığı alana ve aynı zamanda mineralin kayaç içinde kapsadığı hacime eşittir. Anlatılan işlemlerden sonra

incelenen kayaçların özelliklerini en iyi temsil eden ince kesitler seçilerek mikrofotograflar çekilmiştir.

2.2. Kaya Mekanîği Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvarda yapılacak deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere araziden granit blokları alınmıştır. Bu numunelerin alımı sırasında örneklerin sahayı tam olarak temsil etmesine dikkat edilmiştir. Saha çalışmaları sırasında granitlerden alınan blok örnekler kullanılarak küp şeklinde deney örnekleri hazırlanmıştır. Deneyler ISRM (2007), ASTM (1992a ve b; 1994) ve RILEM (1980) standartları göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Bu çalışmada, özgül ağırlık, birim hacim ağırlık, su içeriği, hacimce su emme deneyi, ağırlıkça su emme deneyi, ultrasonik dalga hızı deneyi ve tek eksenli sıkışma dayanımı gibi fiziko-mekanik deneyler yukarıda belirtilen standartlara uygun şekilde Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

2.2.1. Özgül Ağırlık

Kayacı temsil edecek şekilde, çeneli kırıcı ile kırılarak alınan numune, tamamı göz açıklığı 0,2 mm olan kare gözlü elekten geçecek şekilde öğütülür ve değişmez kütleye kadar kurutulur (ISRM,2007). Ardından örneklerden yarılama metodu ile 8-10 gr alınarak piknometreye konularak tartılır (W_2). Sonra örneğin üzerini örtecek kadar saf su ilave edilir.

Oda sıcaklığındaki su ile doldurulan piknometre, kapağı kapandıktan ve üzerindeki su damlaları kuru bir bez ile alındıktan sonra 0,01gr hassasiyet ile tartılır (W_4). Piknometre içindeki su tamamen boşaltıldıktan ve etüvde kurutulup soğutulduktan sonra tekrar tartılarak piknometre (kapağı ile birlikte) kütlesi bulunur (W_1). İçinde deney numunesi bulunan piknometre hacminin $\frac{1}{4}$ 'üne kadar su ile doldurulur ve yaklaşık 10–15 dakika vakum pompası yardımı ile havası alınır. Vakum pompası kullanıldığı takdirde vakum pompası ile hava alma işlemi, piknometre sık sık çalkalanarak kolaylaştırılır ve işleme hava kabarcıkları çıkmayınca kadar devam edilir. Hava alma işlemi sonunda piknometre

su ile tamamen doldurulur. Kapağı kapatılarak üzeri kurulanır ve 0.01 gr hassasiyetle tartılır (W3).

Eşitlik 2 yardımıyla hesaplama yapılır.

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (2)$$

Burada; G_s: kayacın özgül kütlesi, W₁: piknometre kütlesi (gr), W₂: (Piknometre + kuru deney numunesi) kütlesi (gr), W₃: (Piknometre + deney numunesi + su) kütlesi (gr) ve W₄: Su ile dolu piknometre kütlesidir (gr).

2.2.2. Ağırlıkça Su Emme

Bu deney, düzenli bir geometriye sahip kayaç örneklerinin, ağırlıklarına oranla, boşluklarının alabileceği su miktarının tayini amacıyla yapılır. Yöntem şişebilen ve ıslanma-kuruma süreci sonrasında kolaylıkla dağılılabilen kayaçlar için uygun değildir. Yapılan bu deney için, RILEM (1980) tarafından önerilen koşullar esas alınmıştır.

Deneyde karot kayaç örneklerinin kullanılması halinde bunların boyları ve çapları birbirine dik iki ayrı yönde, prizmatik örneklerde ise her üç kenar kumpasla ölçülür ve örneklerin hacimleri hesaplanır. Örnekler, saf suda en az 12 saat bekletilir. 12 saat sonunda örnekler saf sudan çıkarılarak, suya doymuş yüzeyleri kurutularak ıslak ağırlıkları hassas terazide tartılarak örneğin doymuş ağırlığı bulunur. Doymuş ağırlığı bulunmuş örnekler, 105 °C ' ye ayarlanmış fırına yerleştirilerek en az 12, tercihen 24 saat kurumaya bırakılır. Fırından çıkan örneklerin kuru ağırlıkları hassas terazide belirlenir. Eşitlik 3 yardımıyla hesaplama yapılır.

$$\text{Ağırlıkça su emme (\%), } A_w = \frac{W_s - W_d}{W_d} * 100 \quad (3)$$

Burada, W_s: Örneklerin suya doymuş ağırlığı ve W_d: fırında kurutulan örneklerin ağırlığıdır.

2.2.3. Hacimce Su Emme

Deney düzenli bir geometriye sahip kayaç örneklerinin gözenekliliğinin tayini amacıyla kullanılır. Deney ISRM (2007)'nin önerdiği hususlar dikkate alınarak yapılmıştır. İncelenen kayaç türünü temsil edebilecek en az 3 adet küp örneğin boyutları kumpas yöntemiyle ölçülerek bu değerlerin ortalaması alınır. Her birinin kütlesi en az 50 g olan veya çapları içerdikleri en büyük tane boyunun en az 10 katı büyüklüğündeki örnekler seçilmelidir.

Örnek 105 °C'ye ayarlanmış fırında en az 12 saat kurutulur ve havadan nem almadan soğuması için 30 dakika süreyle desikatörde tutulduktan sonra tartılarak kuru kütlesi belirlenir. Örnek su dolu bir beherin içinde 48 saat bekletilir veya en az 1 saat süreyle 800 Pa'dan düşük bir vakum altında suya doymun hale getirilerek kurulanıp hassas terazide tartılır ve doymun kütlesi belirlenir. Bu aşamada gözeneklere giren suyun buharlaşmasına engel olmak için mümkün olduğunca hızlı tamamlanmalı ve bu işlen sırasında örneklerden parçacıkların kırılıp kaybolmamasına özen gösterilmelidir. Eşitlik 4 ve Eşitlik 5 yardımıyla hesaplama yapılır.

$$\text{Boşlukların hacmi (cm}^3\text{)}, V_b = \frac{W_s - W_d}{g_w} \quad (4)$$

$$\text{Hacimce Su Emme (\%)}, \text{HSE} = \frac{V_b}{V} * 100 \quad (5)$$

Burada, W_d : örneğin kuru kütlesi, W_s : Örneğin doymun kütlesi ve g_w : Suyun birim hacim ağırlığıdır.

2.2.4. Birim Hacim Ağırlık

Bu deney, düzenli bir geometriye sahip karot veya prizmatik kayaç örneklerinin birim hacim ağırlıklarının tayini amacıyla yapılır. Bu deney için ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınmıştır.

Düzenli bir geometrik şekle sahip biçimde hazırlanmış (küp) en az 3 deney örneğinin boyutları (en, boy, yükseklik) kumpasla birbirine dik iki ayrı yönde, 0.1 mm duyarlılıkta ölçülür ve her bir örnek için bu değerlerin ortalaması alınır.

Benzer şekilde karot örneği için en az 3 deney örneğinin çapı (D) ve boyu (L), kumpasla birbirine dik iki ayrı yönde, 0.1 mm duyarlılıkta ölçülür ve her bir örnek için bu değerlerin ortalaması alınır. Prizmatik Silindirik karot örnekleri için boy ve çap değerleri, prizmatik örnekler için de üç ayrı yönde ölçülmüş değerler kullanılarak örneklerin hacimleri hesaplanır (V).

Örneklerin kütleleri (W_n) hassas terazide tartılarak belirlenir. Kuru birim hacim ağırlık tayin edilecek ise, örnekler 105 °C'ye ayarlanmış fırında ve en az 12 saat kurutulduktan sonra soğumaları için 30 dakika süreyle desikatörde bekletilir. Daha sonra hassas terazi kullanılarak örneklerin kuru kütleleri belirlenir (W_d). Doygun birim hacim ağırlık belirlenecek ise, örnekler saf su dolu bir kap içerisine yüzeyleri tamamen su ile kaplanacak şekilde konulur. 12 saat sonunda sudan çıkarılan örnekler hassas terazide tartılarak doygun kütleleri bulunur (W_s). Verilen formüller yardımıyla gerekli hesaplamalar yapılır (Eşitlik 6, Eşitlik 7 ve Eşitlik 8).

Numunenin doğal birim hacim ağırlığı,

$$\gamma_n = W_n / V \quad (6)$$

Numunenin kuru birim hacim ağırlığı,

$$\gamma_d = W_d / V \quad (7)$$

Numunenin doygun birim hacim ağırlığı,

$$\gamma_s = W_s / V \quad (8)$$

Burada; γ_n : Kayacın doğal birim hacim ağırlığı (kN/m^3), γ_d : Kayacın kuru birim hacim ağırlığı (kN/m^3), γ_s : Kayacın doygun birim hacim ağırlığı (kN/m^3), W_n : Deney numunesinin doğal kütlesi (gr), W_d : Deney numunesinin kuru kütlesi (gr), W_s : Deney numunesinin doygun kütlesi (gr) ve V: Deney numunesinin hacmidir (cm^3)

2.2.5. Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Bu deney, küp veya silindir (karot) bir şekle sahip kayaç malzemesi örneklerinin dayanım ve kaya kütlesi sınıflamalarında ve tasarımlarda yaygın biçimde kullanılan tek eksenli sıkışma dayanımının tahmini amacıyla yapılır. Bu çalışmada, kayaçların tek eksenli

sıkışma dayanımları belirlenirken, ASTM (C170/C170M) tarafından önerilen standartlar kullanılmıştır. Deneyde kullanılacak örnekler küp veya silindir olmalı ve karot alma makinası ile veya kayaç kesme makinesi kullanılarak hazırlanmalıdır. Bu örneklerin uzunlukları ve yanal boyutları 50 mm den az olmamalıdır ve yüzeyleri arasındaki uzunluk oranı 1:1 olmalıdır. Deney yapılacak örnek sayısı pratik gereksinimlere bağlı olmakla birlikte, ASTM (C170/C170M) tarafından her kayaç türünden en az 5 örneğin deneye tabi tutulması önerilmektedir.

Örneklerin tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c) Eşitlik 9 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = F/A_s \quad (9)$$

Burada, F: yenilme anında kaydedilen yük ve A_1 : küp veya silindirik örneğin en kesit alanıdır.

2.2.6. Su İçeriği

Bu deney, kayaç örneklerinin içerdiği suyun kütlesi belirlenerek, fırında kurutulmuş örneklerin ağırlığının yüzde olarak ifade edilmesi amacıyla yapılır. Su içeriği tayini için ISRM (2007)'de belirtilen hususlar dikkate alınmıştır.

Örnek kapları ve kapakları temizlenip kurutulduktan sonra tartılarak kütleleri belirlenmiştir (W_1). Her biri en az 50 gr olan örneği temsil eden düzensiz şekilli numuneler metal kaplara konarak kapakları kapatılıp nemli örnek + kap + kapak kütleleri hassas terazide tartılarak belirlenmiştir (W_2). Kapların kapağı çıkarılarak örnekler fırına konulmuş 105^0 C'de 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan örneklere kapakları tekrar kapatılarak desikatörde 30 dakika bekletilmiş ve ardından kuru örnek + kap + kapak kütleleri belirlenmiştir (W_3). Verilen eşitliklerle su içeriği hesaplamaları yapılmıştır (Eşitlik 10, Eşitlik 11, Eşitlik 12).

$$\text{Su içeriği (\%): } w = \frac{W_w}{W_k} * 100 \quad (10)$$

$$\text{Gözeneklerdeki suyun kütlesi (g): } W_w = W_2 - W_3 \quad (11)$$

$$\text{Katı tane kütlesi(g): } W_k = W_3 - W_1 \quad (12)$$

2.2.7. Ultrasonik Ölçümler

Ultrasonik teknikler uzun yıllardır madencilik biliminde ve jeoteknik uygulamalar içinde kullanılmaktadır. Bunlar, jeofizik çalışma alanlarında ve kayaçların dinamik özelliklerinin laboratuardaki saptanmasında kullanılır. Bu teknikler, uygulanmasının 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, yer altı 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. 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 Eşitlik 13 yardımıyla hesaplanır:

$$Vu = \frac{L}{T} \quad (13)$$

Burada; Vu: P ve S ultrasonik dalga hızı (m/sn), L: Örneğin boyu (m) ve T: Dalganın örneği geçme zamanıdır (sn).

2.3. İstatistiksel Çalışmalar

İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceleyen analiz “korelasyon analizi”, değişkenlerden birisi belirli bir birim değiştiğinde diğerinin nasıl bir değişim gösterdiğini inceleyen analize de “regresyon analizi” adı verilir (Draper ve Smith, 1981). Regresyon, bağımlı ve bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi ve doğrusal eğri kavramını kullanarak, bir tahmin eşitliği geliştirir.

Regresyon katsayısı ise, doğrusal modelin uyum iyiliğinin en iyi ölçüsüdür. Söz konusu katsayı, bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişken(ler) tarafından açıklandığını ifade eder.

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.

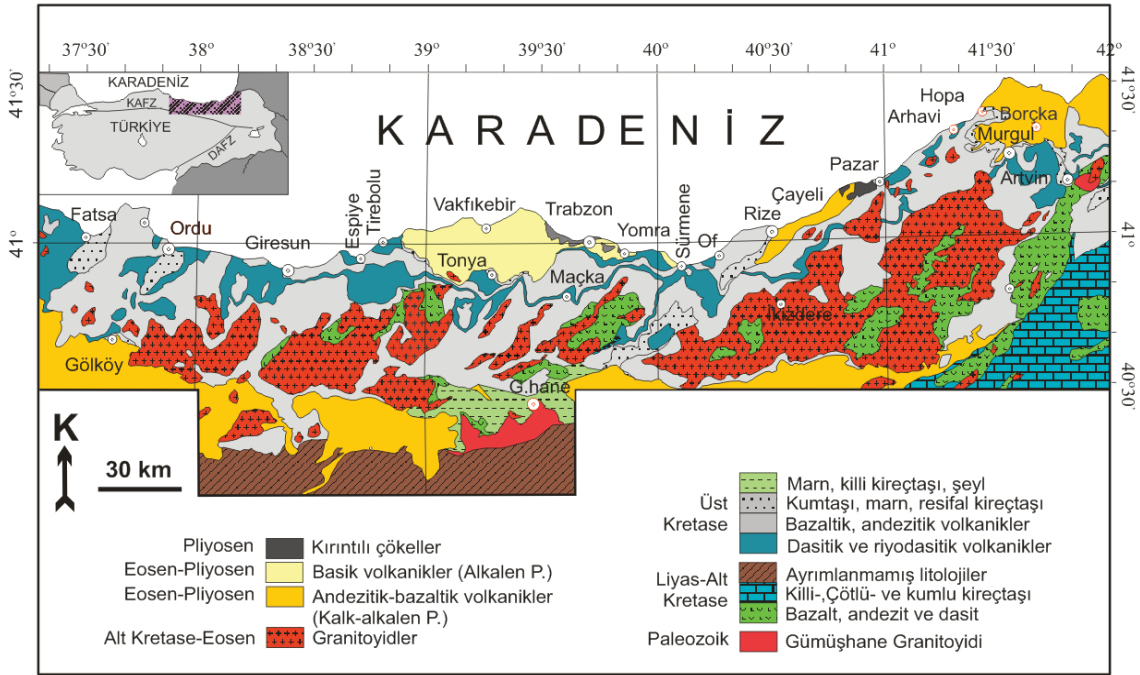
Regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise, Doğrusal Regresyon Analizi, değil ise Doğrusal Olmayan Regresyon Analizi olarak isimlendirilir.

Bu çalışmada da, basit doğrusal regresyon gibi istatistiksel analizler ile tek eksenli basınç dayanım değeri tahmininde kullanılabilecek çeşitli eşitlikler elde edilmiştir.

3. BULGULAR ve İRDELEME

3.1. Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Çalışma alanı ve çevresinde bulunan kayalar, litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmıştır. İnceleme alanı ve çevresinde yaşlıdan gence doğru Paleozoyik yaşlı metamorfik temel, Mesozoyik yaşlı Hamurkesen Formasyonu, Berdiga Formasyonu, Mescitli Formasyonu, Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu, Çağlayan Formasyonu, Çayırbağ Formasyonu, Bakırköy Formasyonu ve Kaçkar Granitoidleri, Senozoyik yaşlı Kabaköy Formasyonu ve Beşirli Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı taraça ve alüvyonların ve yamaç molozlarının yüzeyleme verdiği belirlenmiştir. Çalışma alanı ve çevresine ait jeoloji haritası Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Çalışma alanı ve çevresine ait jeoloji haritası (Güven, 1993'ten değiştirilerek)

Bölgede Paleozoyik, metamorfik kayalarla temsil edilir. Bu kayalar inceleme alanının temelini oluşturduklarından metamorfik temel adı ile haritalanmıştır. Başlıca, koyu gri renkli gnays, mikaşist, kuvars-klorit şist ve metabazaltlardan oluşan metamorfikler belirgin şisti yapıdadır. Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu tarafından açılal diskordansla

üstlenen metamorfizmaların yaşı, stratigrafik konumu ve bölgesel metamorfizma yaşı göz önünde tutularak Paleozoyik olarak kabul edilmiştir.

İnceleme alanında Mesozoyik, Liyas, Üst Jura-Alt Kretase ve Üst Kretase yaşlı birimlerle temsil edilir. Liyas'ın volkanik, volkano-tortul (Hamurkesen Formasyonu), Üst Jura-Alt Kretase'nin neritik karbonatlarla (Berdiga Formasyonu) temsil edildiği inceleme alanında Üst Kretase dönemi Kuzey ve Güney zonlarda farklı ortam koşulları altında gelişmiş kaya birimlerini kapsar. Yoğun bir magmatik aktivite ile etkilenen Kuzey zonda kalın ve kesiksiz volkanik, volkano-tortul istifler gelişirken, magmatik aktiviteden nispeten daha az etkilenen güney zondaki karbonat platformu üzerinde filiz karakterli tortul bir istif çökelmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinin doğu kesimlerinde yer alan Kaçkar Dağları, Doğu Pontid kuzey zonu içindeki granitoidlerin en yoğun alanıdır. Bu yörede geniş ölçüde Üst Kretase yaşlı birimlerin ve daha sonraki yenilenmesi ile de Eosen yaşlı birimlerin içine sokulan intrüzyon kayalar Güven (1993) tarafından, intrüzyon yaşına bakılmaksızın Kaçkar granitoidleri adı ile tanımlanmıştır. Üst Kretase yaşlı birimleri kesen ve Eosen birimleri tarafından transgrasif olarak örtülen granitoidler Kaçkar Granitoidi-I, Eosen yaşlı birimler içine intrüzyon yapmış granitoidler Kaçkar Granitoidi-II olarak ayırt edilmiştir. Çalışmada temin edilen granitik kayaların hepsi Kaçkar granitoidinin bulunduğu alanlardan alınmıştır.

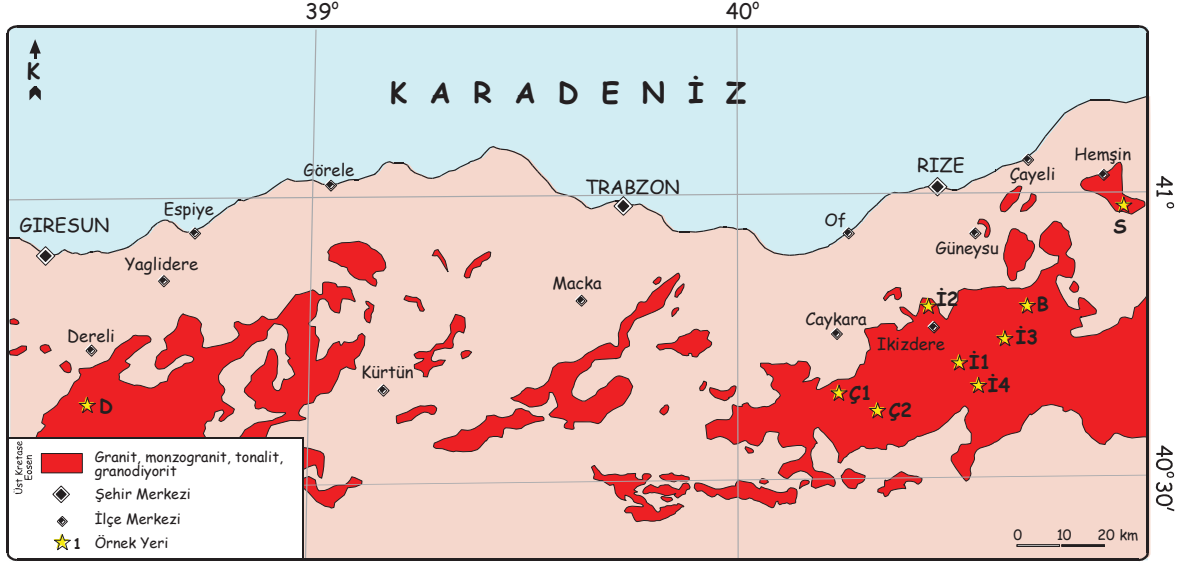
İnceleme alanında Senozoyik, genellikle kırıntılı çökellerle başlayan ve istifin en üst bölümünde yer alan volkano-tortul seviye Güven (1993) tarafından Kabaköy Formasyonu ve Kabaköy Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen kaba taneli çakıltaşı ve kumtaşları Güven (1993) tarafından Beşirli Formasyonu olarak adlandırılan birimlerle temsil edilir.

İnceleme alanında Kuvaterner, tutturulmuş çakıl ve az orandada kumdan oluşan taraça ve inceleme alanının iç kesimlerinde doğan ve Karadeniz'e dökülen Kalenima Dere, Sera Dere ve Durana Dere'lerin vadilerinin genişlediği denize yakın kesimlerinde kum, mil ve çakıl yığınlarından meydana gelen alüvyonlardan oluşur.

3.2. Granitik Kayaların Petrografik Özellikleri

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölümü'nün 9 farklı bölgesinden alınan granitik kayaların 162 adet ince kesit yaptırılmıştır (Şekil 9). İnce kesitler mikroskopta incelenerek ince kesitlerin ait oldukları kaya gruplarının mineral yüzdeleri ve minerallerin ortalama, maksimum ve minimum boyut ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışmalara ek olarak

kayaç grubunun hemen hemen tamamını temsil eden ince kesitlerden tek nikol ve çift nikol fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 9. Çalışma alanı ve çevresinde Kaçkar Granitoyidi gözlenen alanlar ve örnek alınan noktalar

İnce kesit incelemeleri sonucunda kayaç gruplarına ait petrografik bilgiler elde edilmiştir (Tablo 1). Yapılan modal analiz sonucunda kayaç gruplarının adlanması yapılmıştır. Ayrıca kayaç gruplarının mineral yüzdeleri ve mineral boyutlarına ait parametreler elde edilmiş ve kayaç grupları üzerinde yapılan deney sonuçları ile arasında ilişki olup olmadığı incelenmiştir.

Tablo 1. Kayaç gruplarına ait bilgiler

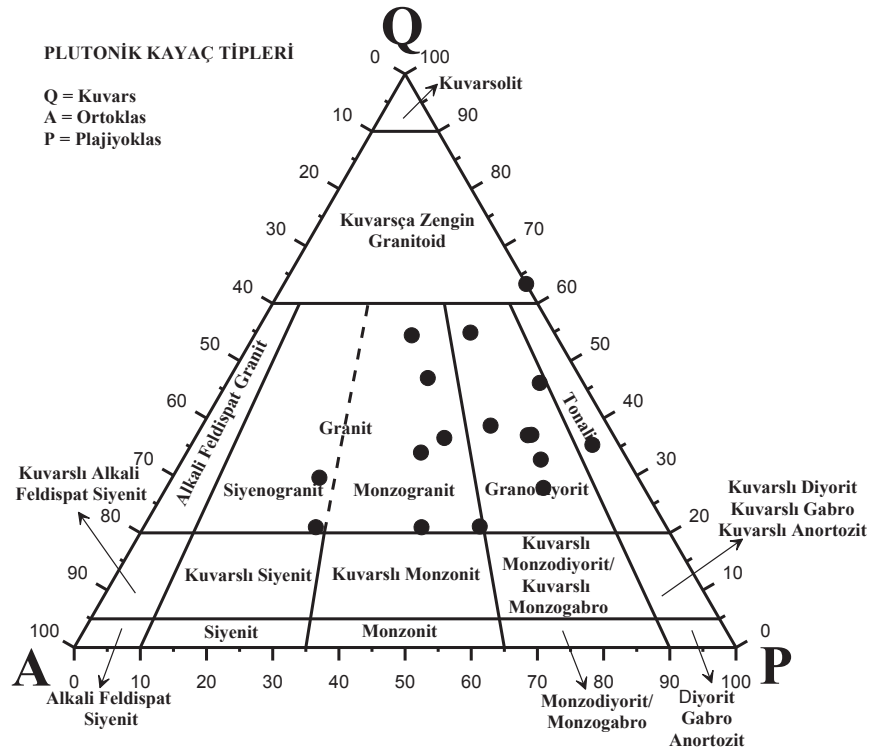
| Örnek Grubu | Lokasyon | Küp Örnek Adedi | Kayaç İsmi |
|-------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| İ1 | RİZE-İKİZDERE | 17 | Siyenogranit-Tonalit |
| İ2 | RİZE-İKİZDERE | 19 | Monzogranit |
| İ3 | RİZE-İKİZDERE | 17 | Kuvarslı Monzonit ve Monzogranit |
| İ4 | RİZE-İKİZDERE | 20 | Monzogranit ve Granodiyorit |
| Ç1 | TRABZON-ÇAYKARA | 15 | Monzogranit ve Granodiyorit |
| Ç2 | TRABZON-ÇAYKARA | 17 | Monzogranit ve Granodiyorit |
| S | RİZE-HEMŞİN | 18 | Tonalit ve Granodiyorit |
| D | GİRESUN-DERELİ | 21 | Siyenogranit ve Monzogranit |
| B | RİZE-İKİZDERE | 18 | Monzogranit ve Granodiyorit |

İ1 kayaç grubuna ait örneklerin ince kesitlerinde kayacın genel olarak taneli doku ve yer yer monzonitik dokular tespit edilmiştir. Kayacı oluşturan mineraller öz şekilsiz ve yarı öz şekilli olarak gözlenmiştir. İ1 grubu kayaçlarının ince kesitlerinde kuvarsların tamamen öz şekilsiz olduğu ve dalgalı sönme gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 11). Kuvarsın dalgalı sönme göstermesi deformasyona maruz kaldığını göstermektedir. Ayrıca kuvarslar bol çatlaklı ve çatlakların nediren serisit dolgulu olduğu görülmüştür. Bu grupta hornblendler ve biyotitlerin yer yer kloritleştiği gözlenmiş ve biyotitlerde deformasyon izlerine rastlanılmıştır. Ortoklas mega kristallerinde dalgalı sönme ve deformasyon yapıları gözlenmiştir. Ortoklaslarda çatlaklı yapı hakim olduğu ve çatlakların dolgu içermediği tespit edilmiştir. Plajiyoklaslarda yer yer zonlanmalara ve alterasyon olarak killeşmelere rastlanmıştır. Bazı ferromagnezyan minerallerin (hornblend, biyotit) bazı alanlarda yersel yoğunlaşmaları mevcut olduğu görülmüştür. Kayaç siyenogranitten tonalite kadar değişen bir granitoid olarak adlanmıştır (Şekil 10).

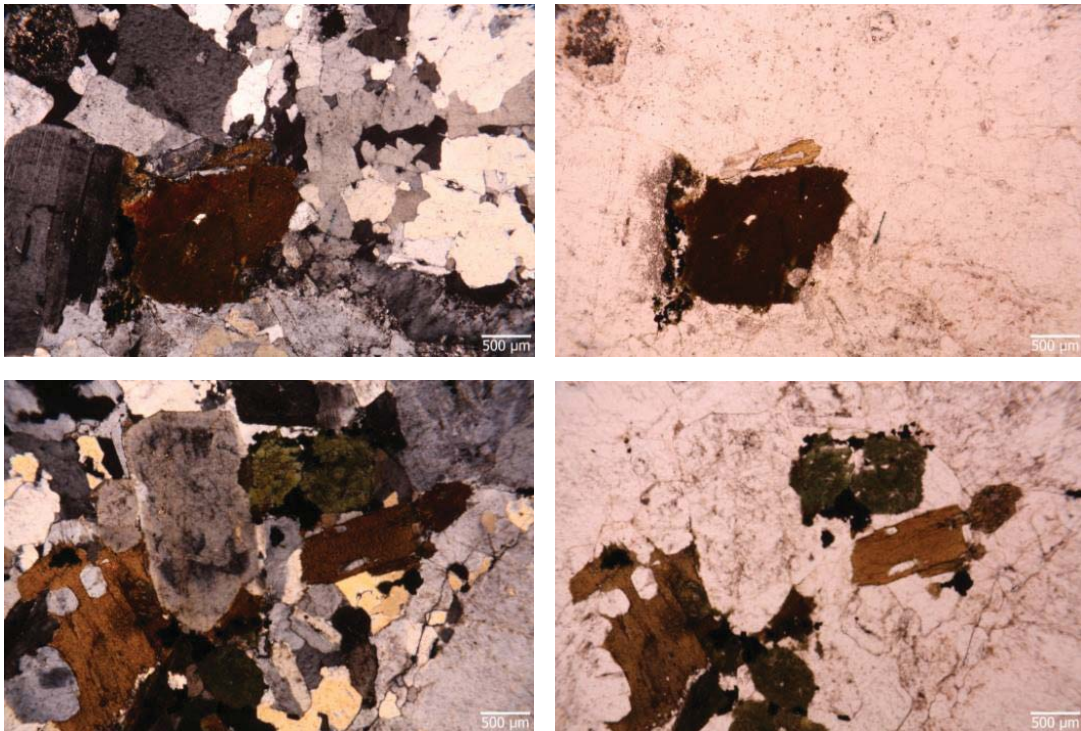
İ2 grubuna ait örneklerin ince kesitlerinde kayacın genel doku türünün ince taneli porfirik doku olduğu gözlenmiştir (Şekil 13). Kristallerin genellikle öz şekilsiz ve kısmen yarı öz şekilli olduğu gözlenmiştir. Plajiyoklaslarda zonlanma, ortoklaslarda ve kuvarsta ise mikro fissürlerin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Hornblendlerde yer yer kloritleşmeler görülmüş ve ince kesitlerde çok da nadir olsa sfen minerallerine rastlanılmıştır. Minerallerin genel olarak birbirine grift şeklinde dizilmiş olduğu gözlenmiştir ve kayacın adlanması monzogranit olarak yapılmıştır (Şekil 12).

İ3 kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genel olarak porfirik doku gözlenmiştir (Şekil 15). Ferromagnezyen minerallerde (biyotit, hornblend) kloritleşme görülmüş ve kuvars ve ortoklaslarda kırık ve çatlakların bol olduğu tespit edilmiştir. Plajiyoklaslarda yer yer zonlanmalara rastlanılmış ve ortoklasların pertit özelliği taşıdığı gözlenmiştir. Kuvars ve ortoklaslarda dalgalı sönme hakimdir ve ortoklas çatlaklarında serisit dolgulara rastlanılmıştır. Kayaç kuvarslı monzonit ve monzogranit olarak adlanmıştır (Şekil 14).

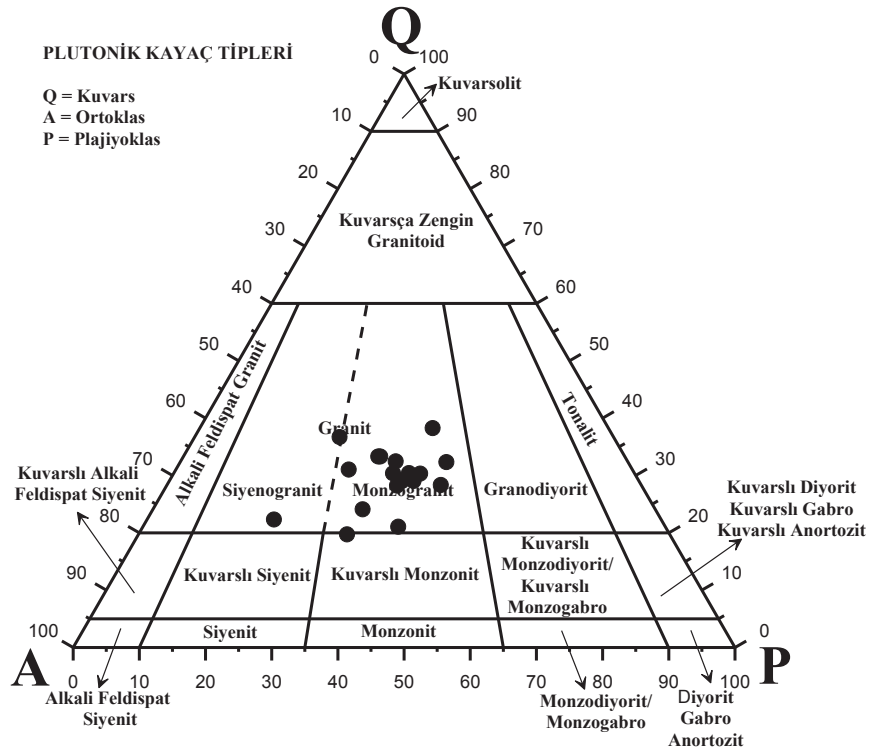
İ4 kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genel olarak öz şekilsiz minerallere, taneli dokuya, yer yer de porfirik dokuya sahip olduğu görülmüştür (Şekil 17). Kesitlerde deformasyon izleri gözlenmiştir. Ferromagnezyen minerallerde (biyotit, hornblend) zaman zaman yönlenmeler ve yönlenmelerde devamlılık gözlenmiştir. Kuvarslarda çatlaklara rastlanılmıştır ve bu çatlakların serisit dolgulu olduğu tespit edilmiştir. Kayaç monzogranit ve granodiyorit olarak adlanmıştır (Şekil 16).



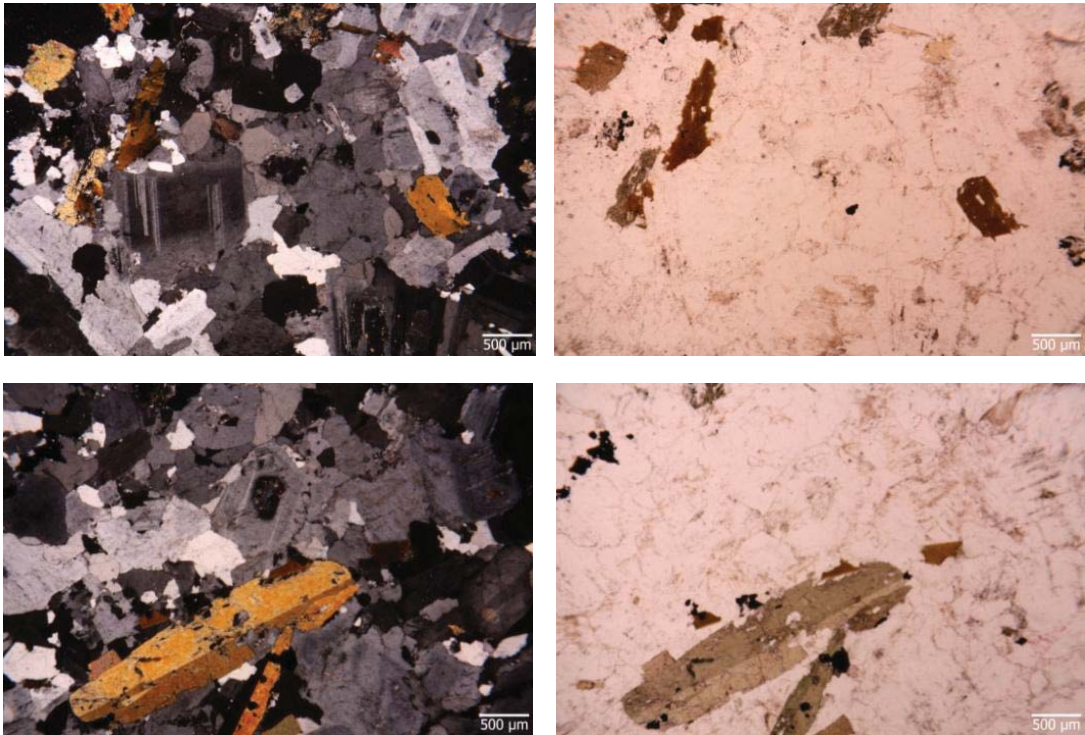
Şekil 10. İl kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



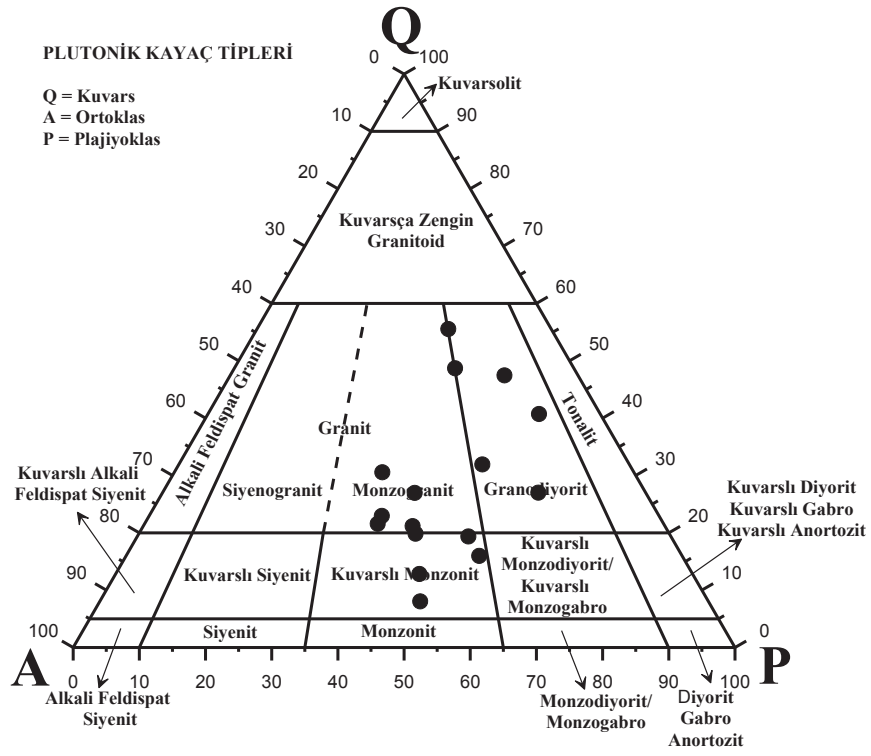
Şekil 11. İl kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



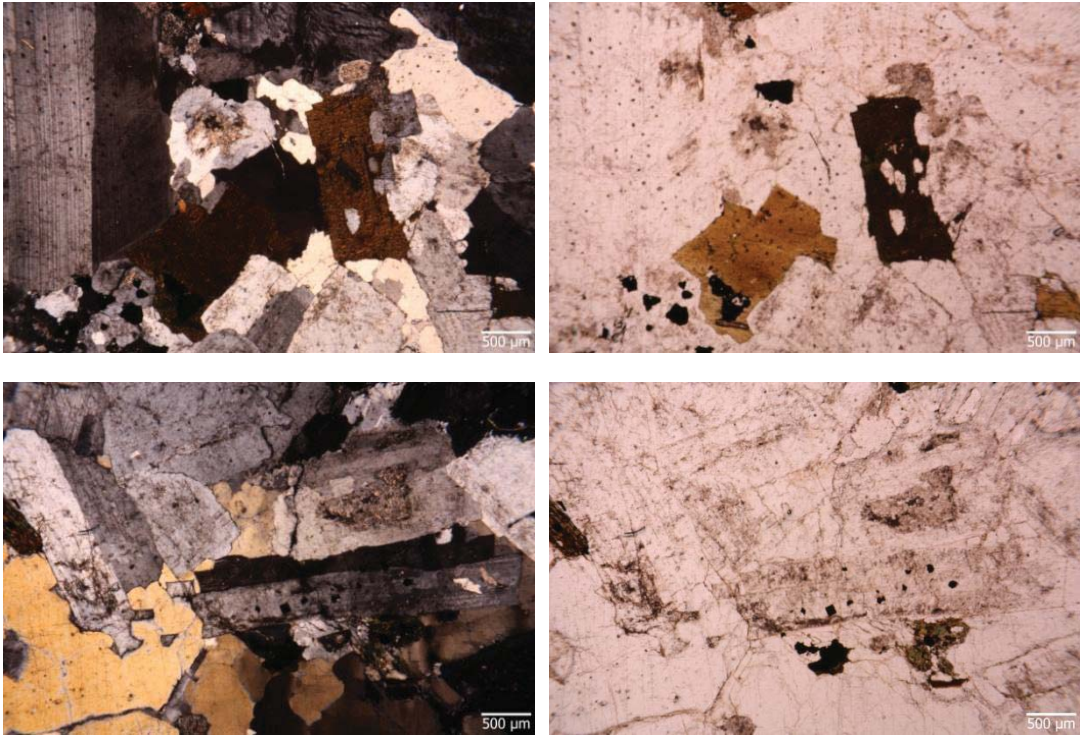
Şekil 12. İ2 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



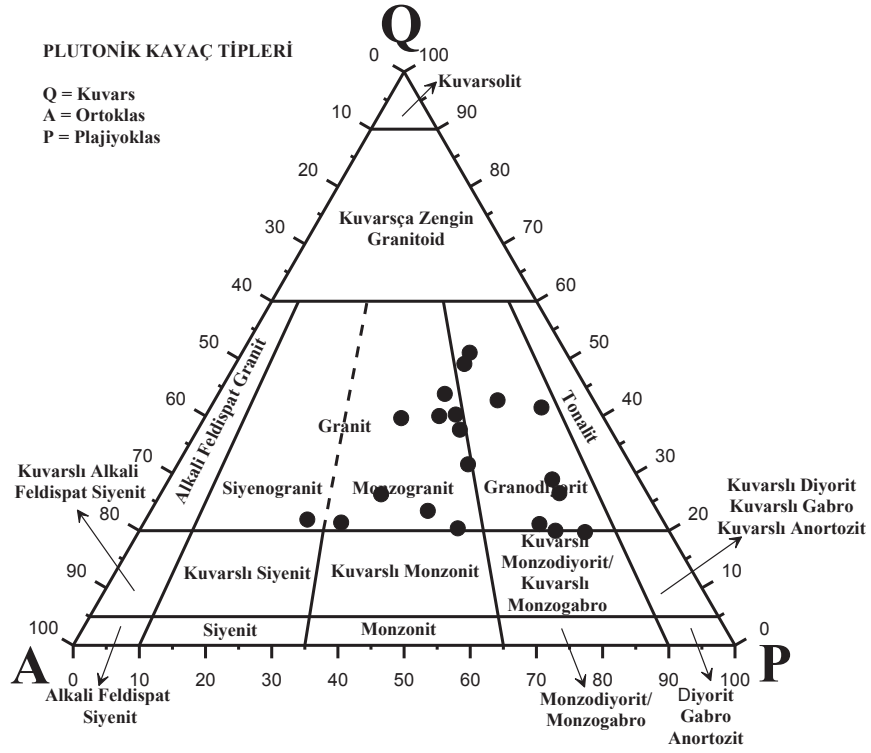
Şekil 13. İ2 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



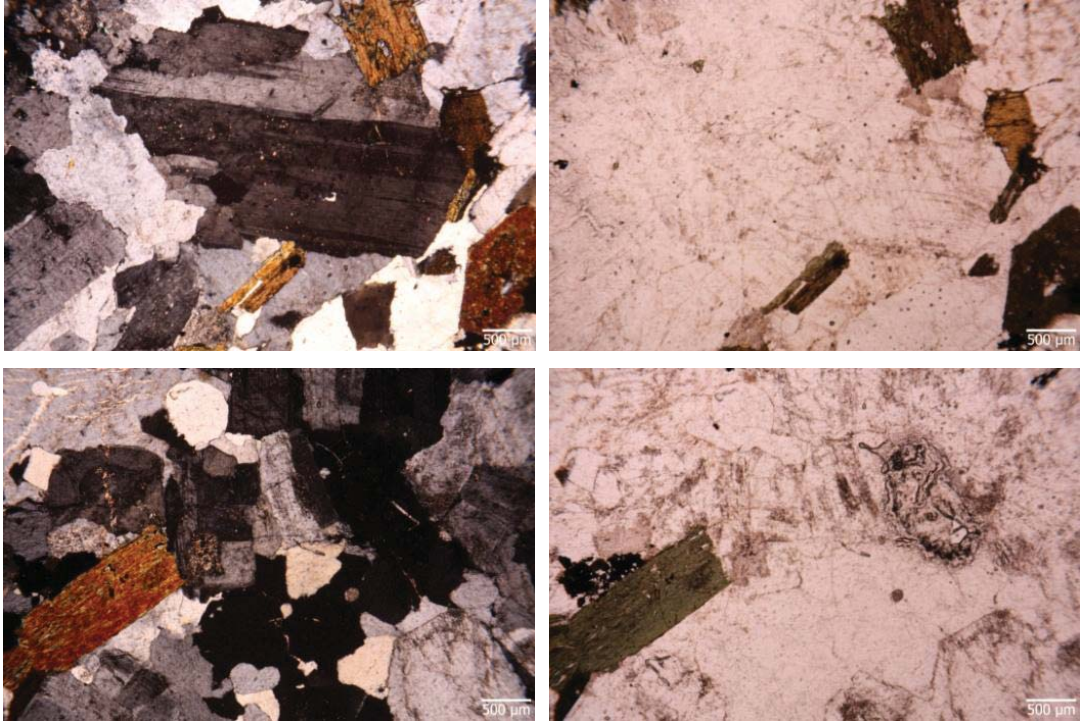
Şekil 14. İ3 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



Şekil 15. İ3 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



Şekil 16. İ4 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



Şekil 17. İ4 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)

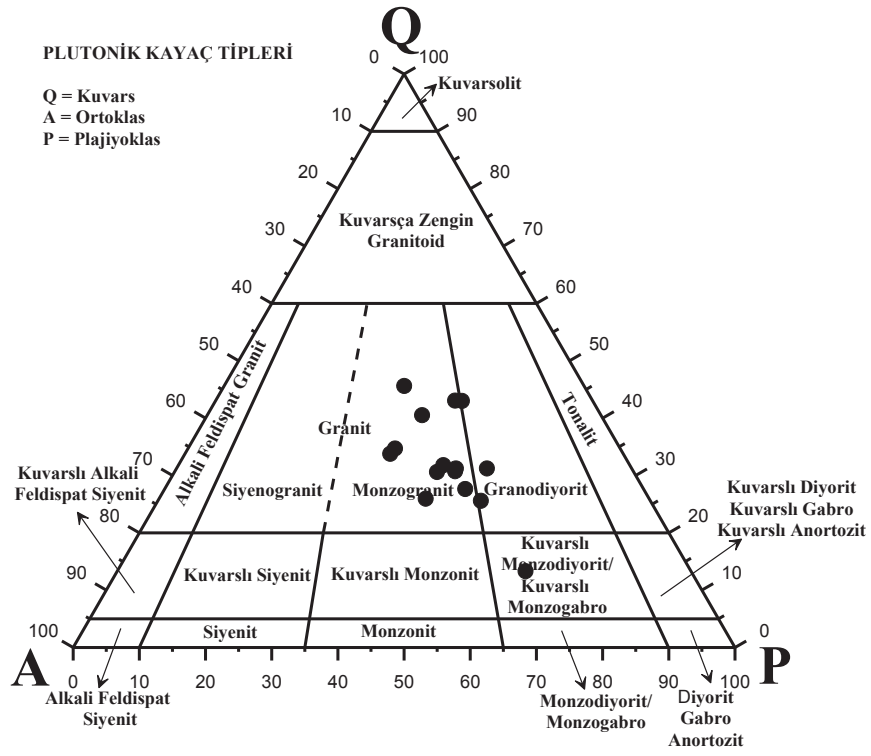
Ç1 kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genel olarak taneli dokulu olduğu ve yer yerde monzonitik doku gösterdiği gözlenmiştir.(Şekil 19) Hornblendlerde ve biyotitlerde kloritleşme mevcut olduğu görülmüş ve alterasyon ürünü olarak epidot ve klorit gözlenmiştir. Kuvarlarda deformasyona maruz kaldığının belirtisi olan dalgalı sönme, ortoklaslarda ise killeşme (kaolinleşme) tespit edilmiştir. Kayaç monzogranit ve granodiyorit olarak adlanmıştır (Şekil 18).

Ç2 kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genel olarak özşekilsiz mineraller içeren taneli dokulu, yer yer yarı özşekilli minerallere sahip bir kayaç olduğu gözlenmiştir (Şekil 21). İnce kesitlerde çok nadir olarak yazı dokusuna da rastlanılmıştır. Ferromagnezyen minerallerde (biyotit, hornblend) kloritleşme görülmüş ve plajiyoklaslarda aktinolit kristalleri bolca gözlenmiştir. Ortoklaslarda killeşme (kaolinleşme) tespit edilmiş ve kesitlerde epidot ve klorit olduğu görülmüştür. Kayaç monzogranit ve granodiyorit olarak adlanmıştır (Şekil 20).

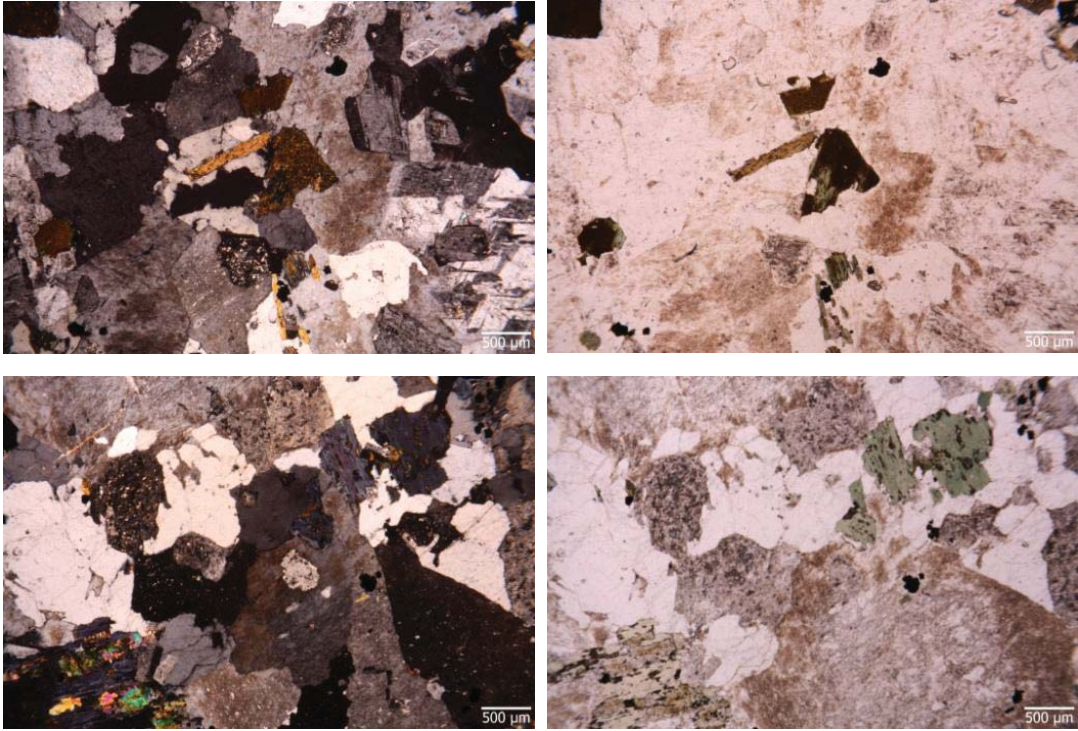
D kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genel olarak ince taneli porfirik dokuda olduğu gözlenmiştir (Şekil 23). Plajiyoklaslarda yer yer killeşme izlerine rastlanılmıştır. Ferromagnezyen minerallerde (biyotit, hornblend) kloritleşmenin yok denecek kadar az olduğu gözlenmiştir. Kayacı oluşturan kuvarlarda kırık ve çatlakların yok denecek kadar az olduğu, ortoklaslarda ise yer yer çok az killeşme olduğu tespit edilmiştir. Kayaç siyenogranit ve monzogranit olarak adlanmıştır (Şekil 22).

S kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genel olarak taneli dokulu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 25). Plajiyoklaslarda yoğun serisitleşme tespit edilmiştir. İncelenen ince kesitlerde ayrışma izlerine rastlanılmıştır. Kuvarlarda deformasyon belirtisi olan dalgalı sönme gözlenmiş ve ferromagnezyen minerallerde (biyotit, hornblend) epidotlaşma ve kloritleşme tespit edilmiştir. Ortoklas oranının diğer kayaç gruplarına göre daha az olduğu gözlenmiştir. İnce kesitlerde kayaç grubunun bol ayrışma içerdiği tespit edilmiştir. Kayaç tonalit ve granodiyorit olarak adlanmıştır (Şekil 24).

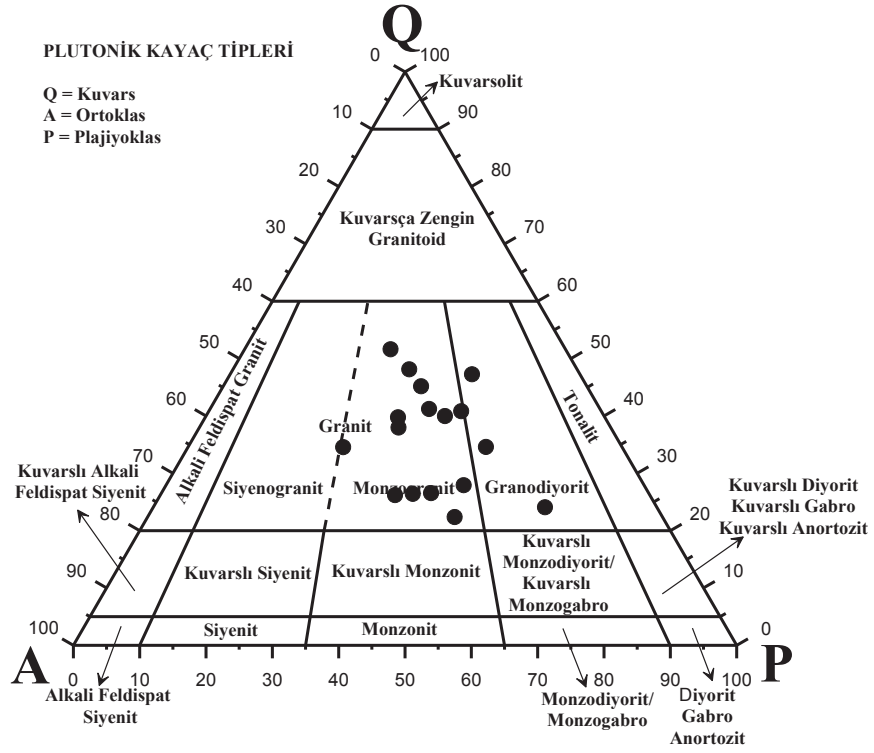
B kayaç grubuna ait ince kesitlerde kayacın genelde kayacın ince taneli porfirik dokulu olduğu ve yer yer mikrografik yapıları olduğu gözlenmiştir (Şekil 27). Ferromagnezyen minerallerde (hornblend, biyotit) çok az kloritleşme tespit edilmiştir. Bazı plajiyoklaslarda serisitleşmelerin mevcut olduğu gözlenmiş ve kayaç monzogranit, granodiyorit olarak adlanmıştır (Şekil 26).



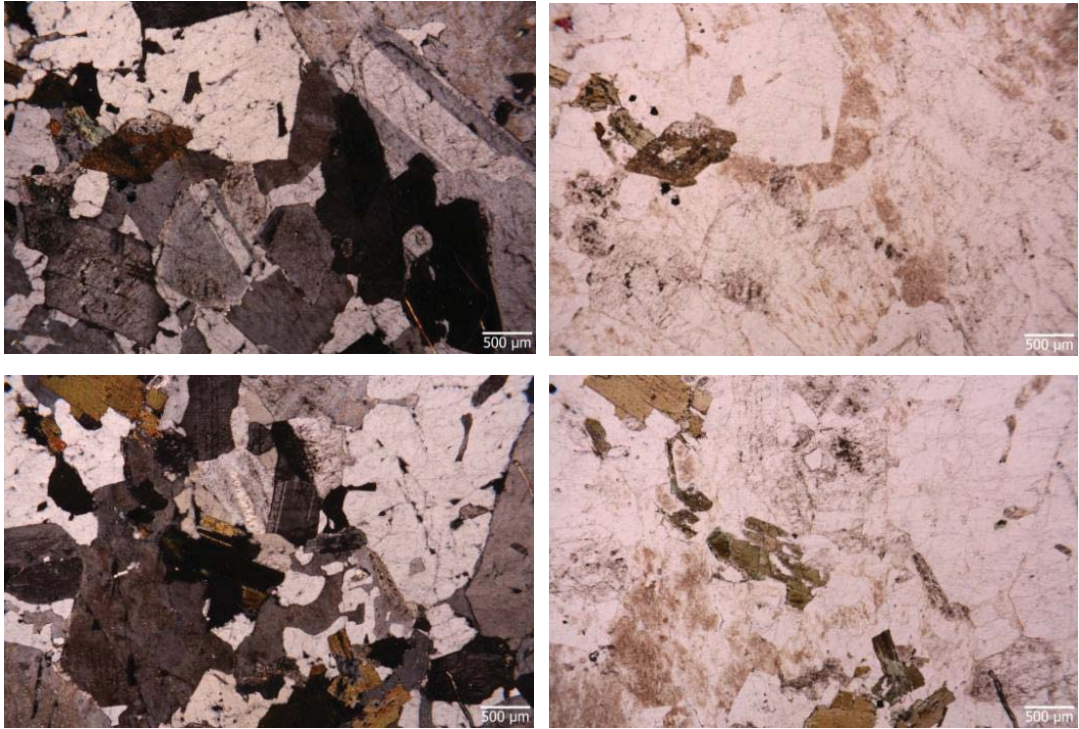
Şekil 18. Ç1 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



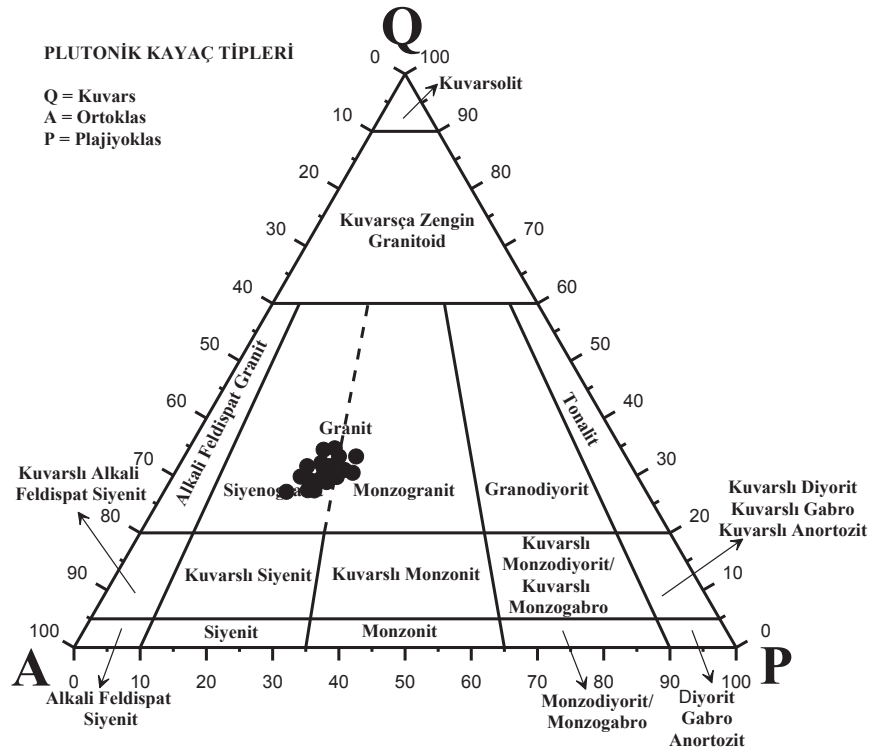
Şekil 19. Ç1 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



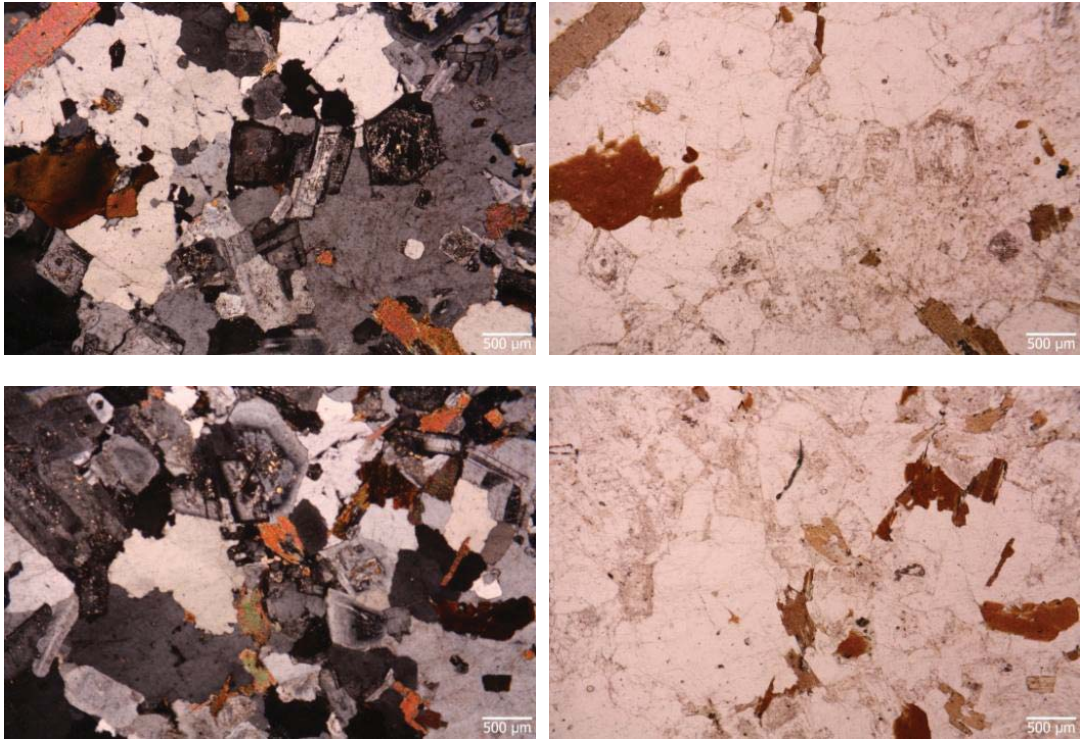
Şekil 20. Ç2 kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



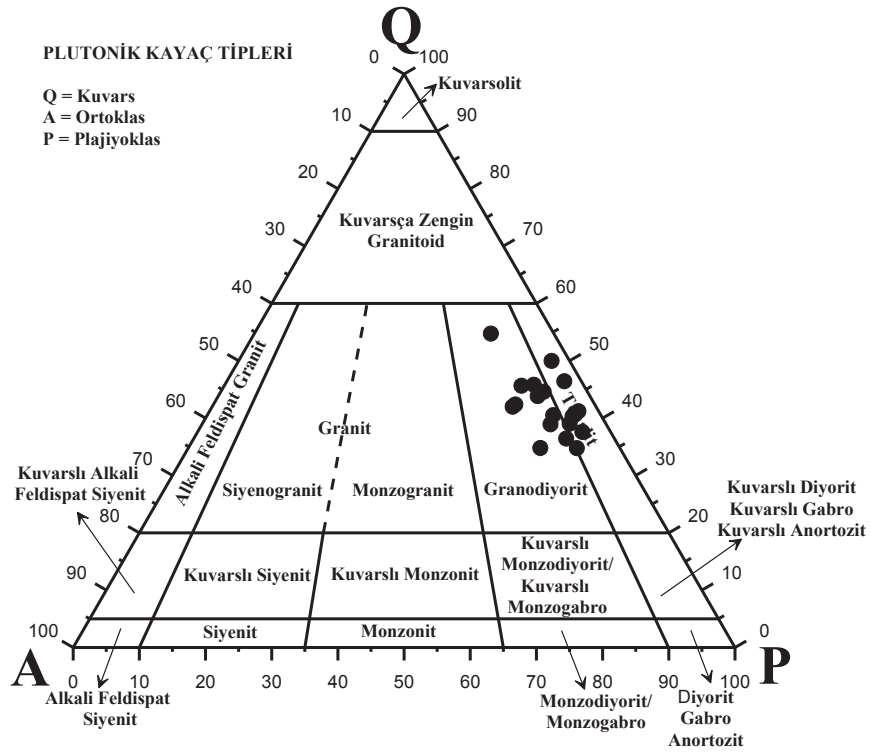
Şekil 21. Ç2 kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



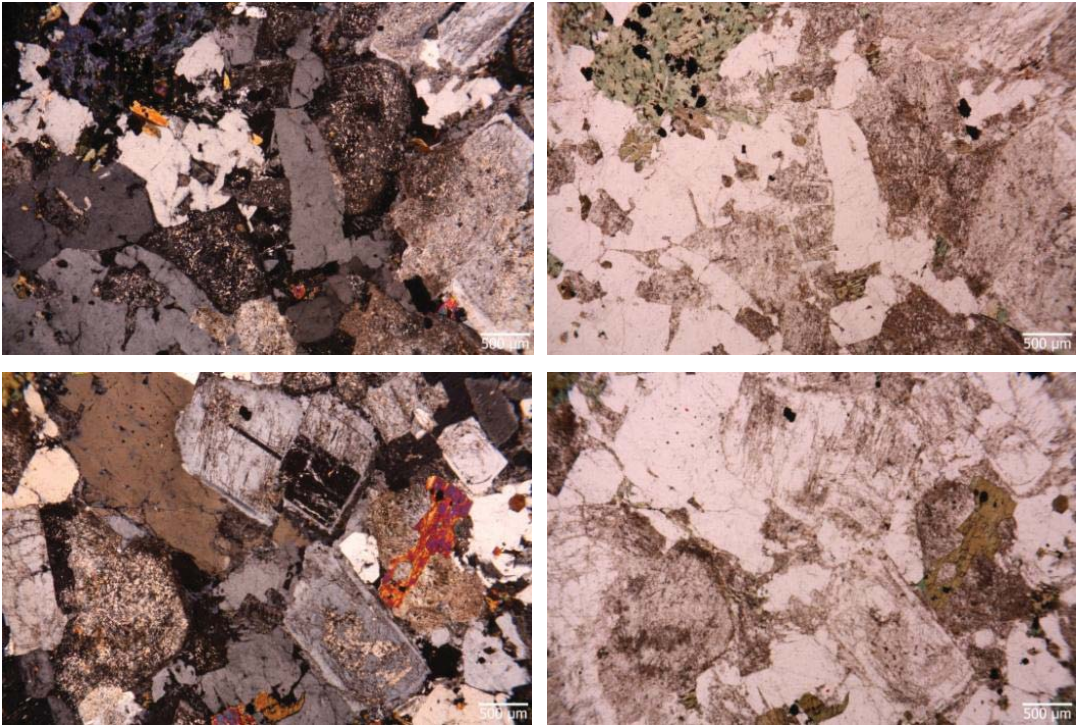
Şekil 22. D kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



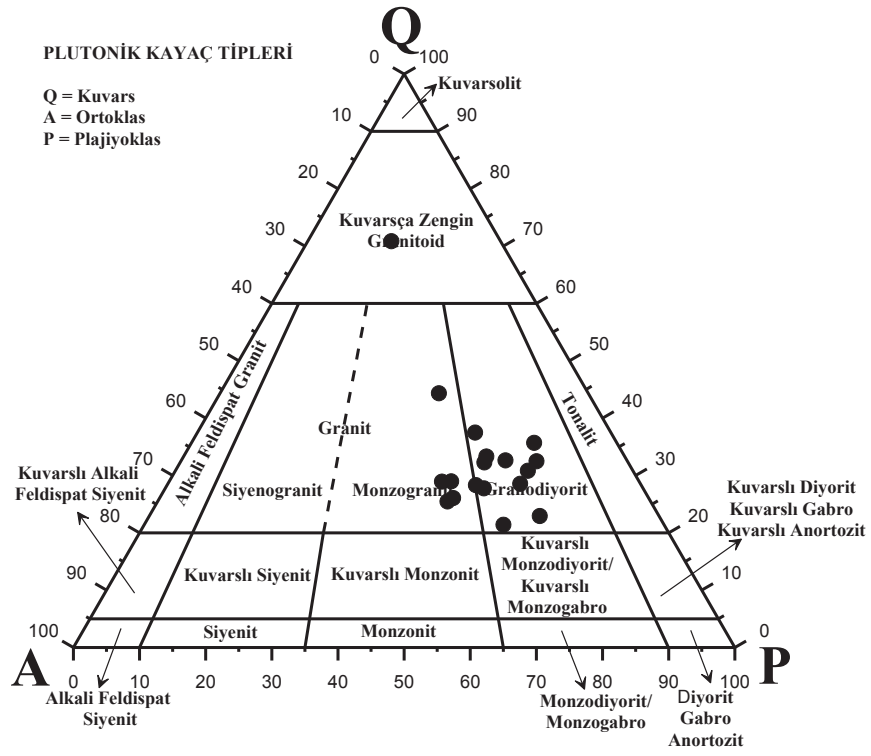
Şekil 23. D kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



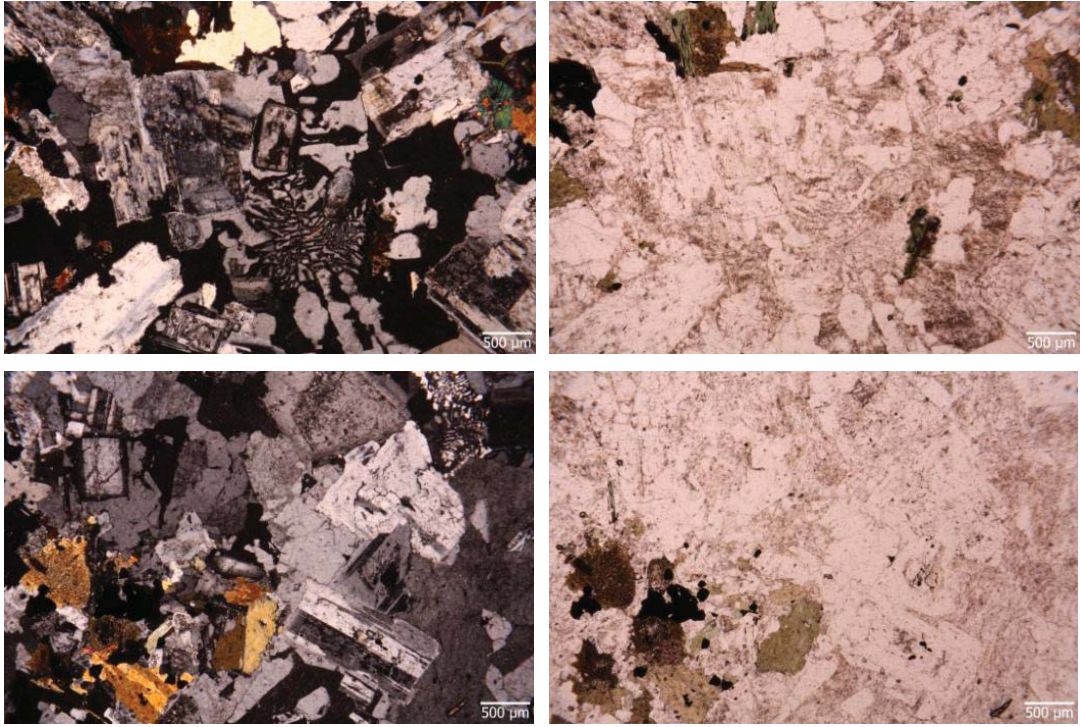
Şekil 24. S kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



Şekil 25. S kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)



Şekil 26. B kayaç grubuna ait modal analiz sonuçlarının QAP diyagramında dağılımı



Şekil 27. B kayaç grubunu temsil eden incekesitlerden çekilmiş polarizan mikroskop fotoğrafı (Çift Nikol-Solda, Tek Nikol-Sağda)

3.3. Granitlerin Mühendislik Özellikleri

3.3.1. Giriş

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölümü'nün çeşitli yerlerinden toplanmış kayaç bloklarından laboratuvar ortamında alınmış küp örnekleri üzerinde çalışmanın amacına yönelik olarak fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır. Bu örneklerin alımı sırasında örneklerin sahayı tam olarak temsil etmesine dikkat edilmiştir. Yapılan deneylerde özgül ağırlık, su içeriği, birim hacim ağırlık, hacimce su emme, ağırlıkça su emme, ultrasonik dalga hızı değerleri gibi fiziksel özellikler ve tek eksenli basınç dayanımı gibi mekanik özellikler belirlenmiştir. Deneyler yapılırken ISRM (2007), ASTM (1992a ve b; 1994) ve RILEM (1980) önerilen standartlar kullanılmıştır.

3.3.2. Granitlerin Fiziksel Özellikleri

Araziden alınan örnekler, Granit Mermer Fabrikası'nda (Trabzon) ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği karot laboratuvarında standartlara uygun olarak kesilerek küp örnekler şeklinde hazırlanmış ve hazırlanan örnekler üzerinde deneyler gerçekleştirilmiş olup sonuçlar ayrı ayrı ilgili tablolarda verilmiştir.

3.3.2.1. Ağırlıkça Su Emme

Doğu Karadeniz Bölümü'nün çeşitli yerlerinden alınan numunelerin ağırlıkça su emme oranının belirlenmesi için RILEM (1980)'e göre yapılan deneylere ait sonuçları Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değerine % 0.49 ile B grubu örneklerinin, ortalama en düşük ağırlıkça su emme değerine % 0.22 ile S grubu örneklerinin sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tüm örnekler için maksimum ağırlıkça su emme değeri % 0.56 ile Ç1 grubu örnekleri içerisinde, minimum ağırlıkça su emme değeri ise % 0.14 ile S grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Ağırlıkça su emme parametre hesaplarında standart sapma değeri ise 0.02 ile 0.05 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için ağırlıkça su emme değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 1-Ek Tablo 9).

Tablo 2. Kayaç gruplarından elde edilen ağırlıkça su emme değerleri

| Örnek Grubu | Ağırlıkça Su Emme (%) | | | |
|-------------|-----------------------|----------|---------|----------------|
| | Ortalama | Maksimum | Minimum | Standart Sapma |
| İ1 | 0.28 | 0.32 | 0.26 | 0.02 |
| İ2 | 0.35 | 0.38 | 0.32 | 0.02 |
| İ3 | 0.32 | 0.42 | 0.27 | 0.04 |
| İ4 | 0.36 | 0.41 | 0.32 | 0.03 |
| Ç1 | 0.45 | 0.56 | 0.42 | 0.03 |
| Ç2 | 0.37 | 0.48 | 0.27 | 0.05 |
| B | 0.49 | 0.55 | 0.35 | 0.05 |
| D | 0.26 | 0.34 | 0.21 | 0.03 |
| S | 0.22 | 0.29 | 0.14 | 0.04 |

İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet

3.3.2.2. Özgül Ağırlık

Doğu Karadeniz Bölümü'nün çeşitli yerlerinden alınan granitik kayaç numuneleri, ISRM (2007)' e uygun olarak piknometre yardımı ile gerçekleştirilmiş ve deney sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Deneyler sonucunda özgül ağırlık değeri İ1 örneği için 2.60, İ2 örneği için 2.60, İ3 örneği için 2.65, İ4 örneği için 2.61, Ç1 örneği için 2.64, Ç2 örneği için 2.65, B örneği için 2.71, D örneği için 2.65, S örneği için 2.68 bulunmuştur. Her bir örnek grubu için özgül ağırlık hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 10).

Tablo 3. Kayaç gruplarından elde edilen özgül ağırlık değerleri

| Örnek Grubu | Deney 1 | Deney 2 | Deney 3 | Ortalama |
|-------------|---------|---------|---------|-------------|
| İ1 | 2.59 | 2.65 | 2.57 | 2.60 |
| İ2 | 2.59 | 2.62 | 2.60 | 2.60 |
| İ3 | 2.62 | 2.69 | 2.65 | 2.65 |
| İ4 | 2.59 | 2.62 | 2.61 | 2.61 |
| Ç1 | 2.62 | 2.67 | 2.63 | 2.64 |
| Ç2 | 2.64 | 2.67 | 2.66 | 2.65 |
| B | 2.68 | 2.73 | 2.72 | 2.71 |
| D | 2.63 | 2.67 | 2.66 | 2.65 |
| S | 2.67 | 2.71 | 2.66 | 2.68 |

3.3.2.3. Su İçeriği

Küp örneklere ait su içeriği değerleri ISRM (2007) tarafından belirtilen hususlar dikkate alınarak yapılan deneyler sonucunda elde edilmiştir. Hesaplamalar sonucu elde edilen değerler Tablo 4.'de verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek su içeriği değerine % 0.20 ile Ç1 grubu örneklerinin, ortalama en düşük su içeriği değerine % 0.08 ile İ1 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum su içeriği değeri % 0.24 ile Ç1 grubu örnekleri içerisinde, minimum su içeriği değeri ise % 0.03 ile Ç2 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Su içeriği parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 0.01 ile 0.05 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için su içeriği değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 1-Ek Tablo 9).

Tablo 4. Kayaç gruplarından elde edilen su içeriği değerleri

| Örnek Grubu | Su İçeriği (%) | | | |
|-------------|----------------|----------|---------|----------------|
| | Ortalama | Maksimum | Minimum | Standart Sapma |
| İ1 | 0.08 | 0.10 | 0.07 | 0.01 |
| İ2 | 0.16 | 0.19 | 0.13 | 0.02 |
| İ3 | 0.10 | 0.13 | 0.08 | 0.01 |
| İ4 | 0.13 | 0.16 | 0.11 | 0.02 |
| Ç1 | 0.20 | 0.24 | 0.18 | 0.01 |
| Ç2 | 0.13 | 0.22 | 0.03 | 0.05 |
| B | 0.17 | 0.23 | 0.13 | 0.03 |
| D | 0.09 | 0.15 | 0.06 | 0.03 |
| S | 0.19 | 0.23 | 0.13 | 0.03 |

İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet

3.3.2.4. Birim Hacim Ağırlık

Araziden alınan ve ISRM (2007) standartlarına uygun bir şekilde hazırlanan örnekler Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarları'nda birim hacim ağırlık deneyine tabii tutulmuştur. Yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlar Tablo 5'de ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek doğal birim hacim ağırlık değerine $26.16 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile S grubu örneklerinin, ortalama en düşük doğal birim hacim ağırlık değerine $25.28 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile İ2 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum doğal birim hacim ağırlık değeri $26.71 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile S grubu örnekleri içerisinde, minimum doğal birim hacim ağırlık değeri ise $22.82 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile İ4 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Doğal birim hacim ağırlık parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 0.20 ile 0.67 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için doğal birim hacim ağırlık değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 1-Ek Tablo 9).

Tablo 5. Kayaç gruplarından elde edilen doğal birim hacim ağırlık değerleri

| Örnek Grubu | Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3) | | | |
|-------------|---|-------|-------|-----------|
| | Ort. | Mak. | Min. | Std Sapma |
| İ1 | 25.49 | 26.38 | 24.68 | 0.50 |
| İ2 | 25.28 | 25.97 | 24.86 | 0.30 |
| İ3 | 25.60 | 26.05 | 24.51 | 0.36 |
| İ4 | 25.31 | 25.92 | 22.82 | 0.67 |
| Ç1 | 25.71 | 25.96 | 25.14 | 0.20 |
| Ç2 | 25.68 | 26.55 | 25.17 | 0.36 |
| B | 25.93 | 26.50 | 25.39 | 0.34 |
| D | 25.86 | 26.39 | 25.35 | 0.31 |
| S | 26.16 | 26.71 | 25.74 | 0.22 |

İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet

Tablo 6 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek doymun birim hacim ağırlık değerine $26.17 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile S grubu örneklerinin, ortalama en düşük doymun birim hacim ağırlık değerine $25.33 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile İ2 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum doymun birim hacim ağırlık değeri $26.72 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile S grubu örnekleri içerisinde, minimum doymun birim hacim ağırlık değeri ise $22.88 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile İ4 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Doymun birim hacim ağırlık parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 0.20 ile 0.68 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için doymun birim hacim ağırlık değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 1-Ek Tablo 9).

Tablo 6 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek kuru birim hacim ağırlık değerine $26.12 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ile S grubu örneklerinin, ortalama en düşük

kuru birim hacim ağırlık değerine 25.25 (kN/m³) ile İ2 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum kuru birim hacim ağırlık değeri 26.66 (kN/m³) ile S grubu örnekleri içerisinde, minimum kuru birim hacim ağırlık değeri ise 22.80 (kN/m³) ile İ4 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Kuru birim hacim ağırlık parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 0.20 ile 0.67 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için kuru birim hacim ağırlık değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 1-Ek Tablo 9).

Tablo 6. Kayaç gruplarından elde edilen doygun ve kuru birim hacim ağırlık değerleri

| Örnek Grubu | Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³) | | | | Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³) | | | |
|--|---|-------|-------|-----------|---|-------|-------|-----------|
| | Ort. | Mak. | Min. | Std Sapma | Ort. | Mak. | Min. | Std Sapma |
| İ1 | 25.54 | 26.43 | 24.73 | 0.50 | 25.47 | 26.36 | 24.66 | 0.50 |
| İ2 | 25.33 | 26.02 | 24.92 | 0.31 | 25.25 | 25.92 | 24.83 | 0.31 |
| İ3 | 25.65 | 26.12 | 24.56 | 0.36 | 25.57 | 26.03 | 24.48 | 0.36 |
| İ4 | 25.37 | 25.99 | 22.88 | 0.68 | 25.28 | 25.89 | 22.80 | 0.67 |
| Ç1 | 25.77 | 26.05 | 25.20 | 0.20 | 25.66 | 25.90 | 25.09 | 0.20 |
| Ç2 | 25.74 | 26.62 | 25.23 | 0.36 | 25.64 | 26.52 | 25.14 | 0.36 |
| B | 26.02 | 26.59 | 25.48 | 0.34 | 25.89 | 26.46 | 25.35 | 0.33 |
| D | 25.90 | 26.43 | 25.39 | 0.31 | 25.83 | 26.35 | 25.33 | 0.30 |
| S | 26.17 | 26.72 | 25.74 | 0.22 | 26.12 | 26.66 | 25.71 | 0.22 |
| İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet | | | | | | | | |

3.3.2.5. Hacimce Su Emme

Araziden alınan ve standartlara uygun bir şekilde hazırlanan örnekler Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarları'nda hacimce su emme deneyine tabii tutulmuştur. Hacimce su emme tayini için ISRM (2007)'de belirtilen hususlar esas alınmıştır ve hacimce su emme değerleri tablo olarak sunulmuştur (Tablo 7).

Tablo 7 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek hacimce su emme değerine % 1.30 ile B grubu örneklerinin, ortalama en düşük hacimce su emme değerine % 0.58 ile S grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum hacimce su emme değeri % 1.47 ile Ç1 ve B grubu örnekleri içerisinde, minimum hacimce su emme değeri ise % 0.38 ile S grubu örnekleri içerisinde

hesaplanmıştır. Hacimce su emme parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 0.04 ile 0.14 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için hacimce su emme değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 1-Ek Tablo 9).

Tablo 7. Kayaç gruplarından elde edilen hacimce su emme değerleri

| Örnek Grubu | Hacimce Su Emme (%) | | | |
|--|---------------------|----------|---------|----------------|
| | Ortalama | Maksimum | Minimum | Standart Sapma |
| İ1 | 0.73 | 0.82 | 0.66 | 0.05 |
| İ2 | 0.91 | 1.01 | 0.84 | 0.04 |
| İ3 | 0.84 | 1.11 | 0.72 | 0.10 |
| İ4 | 0.93 | 1.08 | 0.81 | 0.08 |
| Ç1 | 1.18 | 1.47 | 1.11 | 0.09 |
| Ç2 | 0.96 | 1.24 | 0.70 | 0.13 |
| B | 1.30 | 1.47 | 0.91 | 0.14 |
| D | 0.68 | 0.88 | 0.54 | 0.08 |
| S | 0.58 | 0.78 | 0.38 | 0.11 |
| İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet | | | | |

3.3.2.6. Ultrasonik Dalga Hız

Araziden alınan ve standartlara uygun bir şekilde hazırlanan örnekler Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarları'nda ultrasonik dalga hızı deneyine tabii tutulmuştur. Bu deneyden elde edilen veriler tablo olarak sunulmuştur (Tablo 8 ve Tablo 9).

Tablo 8 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek doğal ultrasonik dalga hızı değerine 6067.87 (m/sn) ile S grubu örneklerinin, ortalama en düşük doğal ultrasonik dalga hızı değerine 4175.69 (m/sn) ile İ3 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum doğal ultrasonik dalga hızı değeri 6260.76 (m/sn) ile S grubu örnekleri içerisinde, minimum doğal ultrasonik dalga hızı değeri ise 3552.74 (m/sn) ile İ3 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Doğal ultrasonik dalga hızı parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 129.20 ile 303.13 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için doğal ultrasonik dalga hızı değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 11-Ek Tablo 19).

Tablo 8. Kayaç gruplarından elde edilen doğal ultrasonik dalga hızı değerleri

| Örnek Grubu | Doğal Ultrasonik Dalga Hızı (m/sn) | | | |
|--|------------------------------------|---------|---------|-----------|
| | Ort. | Mak. | Min. | Std Sapma |
| İ1 | 4506.66 | 4895.92 | 4100.00 | 203.05 |
| İ2 | 4308.42 | 4628.44 | 4022.31 | 130.51 |
| İ3 | 4175.69 | 4580.00 | 3552.74 | 245.45 |
| İ4 | 4345.15 | 4801.77 | 4137.29 | 169.55 |
| Ç1 | 4824.09 | 5027.36 | 4490.00 | 151.16 |
| Ç2 | 4772.01 | 5195.83 | 4278.95 | 283.84 |
| B | 4333.10 | 5137.25 | 3888.37 | 303.13 |
| D | 4611.46 | 5111.54 | 4268.29 | 239.75 |
| S | 5720.93 | 5888.10 | 5402.25 | 122.80 |
| İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet | | | | |

Tablo 9 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek doygun ultrasonik dalga hızı değerine 5720.93 (m/sn) ile S grubu örneklerinin, ortalama en düşük doygun ultrasonik dalga hızı değerine 4407.30 (m/sn) ile İ3 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum doygun ultrasonik dalga hızı değeri 5888.10 (m/sn) ile S grubu örnekleri içerisinde, minimum doygun ultrasonik dalga hızı değeri ise 3758.70 (m/sn) ile İ3 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Doygun ultrasonik dalga hızı parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 122.80 ile 262.64 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için doygun ultrasonik dalga hızı değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 11-Ek Tablo 19).

Tablo 9 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek kuru ultrasonik dalga hızı değerine 5535.11 (m/sn) ile S grubu örneklerinin, ortalama en düşük kuru ultrasonik dalga hızı değerine 3888.17 (m/sn) ile İ4 grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum kuru ultrasonik dalga hızı değeri 5742.55 (m/sn) ile S grubu örnekleri içerisinde, minimum kuru ultrasonik dalga hızı değeri ise 3162.82 (m/sn) ile İ3 grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Kuru ultrasonik dalga hızı parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 102.22 ile 258.17 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için kuru ultrasonik dalga hızı değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 11-Ek Tablo 19).

Tablo 9. Kayaç gruplarından elde edilen doygun ve kuru ultrasonik dalga hızı değerleri

| Örnek Grubu | Doygun Ultrasonik Dalga Hızı (m/sn) | | | | Kuru Ultrasonik Dalga Hızı (m/sn) | | | |
|-------------|-------------------------------------|---------|---------|-----------|-----------------------------------|---------|---------|-----------|
| | Ort. | Mak. | Min. | Std Sapma | Ort. | Mak. | Min. | Std Sapma |
| İ1 | 5108.45 | 5464.04 | 4567.54 | 242.69 | 4230.47 | 4587.74 | 3773.19 | 221.80 |
| İ2 | 4849.71 | 5147.96 | 4546.96 | 123.77 | 3977.64 | 4319.33 | 3708.51 | 158.63 |
| İ3 | 4407.30 | 4891.26 | 3758.70 | 262.64 | 3906.37 | 4291.53 | 3162.82 | 273.62 |
| İ4 | 4971.62 | 5267.96 | 4547.66 | 153.87 | 3888.17 | 4272.44 | 3688.41 | 152.73 |
| Ç1 | 5324.31 | 5509.78 | 4854.05 | 151.98 | 4584.96 | 4758.04 | 4345.16 | 102.22 |
| Ç2 | 5137.02 | 5448.91 | 4777.78 | 237.43 | 4374.21 | 4820.19 | 3969.23 | 252.57 |
| B | 4801.76 | 5292.93 | 4478.57 | 226.57 | 4206.32 | 4763.64 | 3800.00 | 245.57 |
| D | 5192.28 | 5633.70 | 4854.21 | 202.76 | 4390.24 | 4922.22 | 4069.77 | 258.17 |
| S | 6067.87 | 6260.76 | 5723.81 | 129.20 | 5535.11 | 5742.55 | 4856.57 | 203.39 |

İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet

3.3.3. Dayanım Özellikleri

3.3.3.1. Tek Eksenli Basınç Direnci

Doğu Karadeniz Bölümü'nün çeşitli yerlerinden alınan granit numuneleri, ASTM (C170/C170M) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiş ve deney sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10 incelendiğinde; ortalama değerler dikkate alınarak, ortalama en yüksek tek eksenli basınç direnci değerine 210.70 MPa ile B grubu örneklerinin, ortalama en düşük tek eksenli basınç direnci değerine 133.90 MPa ile D grubu örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Tüm örnekler için maksimum tek eksenli basınç direnci değeri 260.92 MPa ile B grubu örnekleri içerisinde, minimum tek eksenli basınç direnci değeri ise 63.86 MPa ile D grubu örnekleri içerisinde hesaplanmıştır. Tek eksenli basınç direnci parametresi hesaplarında standart sapma değeri ise 15.83 ile 41.41 arasında değişmektedir.

Her bir örnek grubu için tek eksenli basınç direnci değeri hesaplamaları ve detaylı verileri ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 11-Ek Tablo 19).

Tablo 10. Kayaç gruplarından elde edilen tek eksenli basınç direnci değerleri

| Örnek Grubu | Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa) | | | |
|--|----------------------------------|----------|---------|----------------|
| | Ortalama | Maksimum | Minimum | Standart Sapma |
| İ1 | 157.45 | 188.53 | 120.66 | 23.71 |
| İ2 | 187.81 | 243.29 | 125.57 | 34.16 |
| İ3 | 149.57 | 184.32 | 99.51 | 28.46 |
| İ4 | 157.90 | 181.61 | 123.16 | 15.83 |
| Ç1 | 182.26 | 242.76 | 124.04 | 32.76 |
| Ç2 | 152.16 | 185.17 | 108.51 | 20.34 |
| B | 210.70 | 260.92 | 133.81 | 35.07 |
| D | 133.90 | 203.49 | 63.86 | 41.41 |
| S | 140.81 | 226.15 | 83.84 | 38.53 |
| İ1: 17 adet, İ2: 19 adet, İ3: 17 adet, İ4: 20 adet, Ç1: 15 adet, Ç2: 17 adet, B: 18 adet, D: 21 adet, S: 18 adet | | | | |

3.4. Deney Verilerinin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Mühendislik açısından farklı sınıflama sistemlerinin çoğu, kayaçları mekanik özelliklerine bağlı olarak sınıflandırırken, bazıları da hem mekanik hem de jeolojik özellikleri bir arada tutarak sınıflama yapmaktadır. Ancak, son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, kayaçların mekanik özelliklerinin, kayacı oluşturan minerallerin kristal yapılarına, kayaç içerisindeki dizilme şekillerine ve bununla ilgili olarak da indeks özelliklerine bağlı olduğunu göstermektedir. Kayaçların bu tür farklı özelliklerinin tespit edilmesi ve aralarında ilişki kurulması özellikle mühendislik çalışmalarının ön tespit aşamalarında önemli faydalar sağlamaktadır (Teymen, 2005).

Tek eksenli basınç dayanımı hem kaya mekaniği hem de mühendislik jeolojisi uygulamalarında yaygın olarak kullanılan parametrelerden birisidir. Fakat bazı durumlarda bu deney için numune hazırlanması ve deneyin yapılması pahalı ve zaman alıcıdır. Bu nedenle nokta yükleme dayanım indeksi, Schmidt sertlik çekici ve ultrasonik dalga hızı gibi basit deney yöntemlerinin tek eksenli basınç dayanımını tahmin etmek amacıyla kullanımı oldukça yaygındır. Bu basit deney yöntemleri hızlı, kolay, portatif ve ucuzdur. Ayrıca numune hazırlama işlemi de gerektirmeyebilir (Başarır vd., 2004).

Ultrasonik teknikler uzun yıllardır madencilik biliminde ve jeoteknik uygulamalar içinde kullanılmaktadır. Bunlar, jeofizik çalışma alanlarında ve kayaçların dinamik özelliklerinin laboratuvarlardaki tespitinde kullanılabilir. Bu teknikler, uygulanmasının

kolaylığı ve zararsız olmasından dolayı, jeoteknik mühendisliğinde gittikçe artarak kullanılmaya başlanmıştır. Kaya sınıflamalarında sismik hız yönteminden yararlanılmaktadır. Kaya kütle deformasyonu ve basıncının tahmini, yer altı açıklıklarının etrafında gelişmiş çatlak zonlarının büyüklüğü (uzunluğu) ve çatlak kaya kütle karakteristiği sismik tekniklerin uygulandığı diğer bazı uygulamalardır. Birçok araştırmacı kaya özellikleri ve ses hızı arasındaki ilişki üzerinde çalışmış ve ses hızının kaya özellikleriyle oldukça ilişkili olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışmada, granitik kayaların dayanımı üzerine petrografik verilerin ve indeks parametrelerin etkisi ve birbirleri ile ilişkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada basit tek değişkenli regresyon analizleri ile çok değişkenli regresyon analizleri uygulanmış analizler sonucunda değişkenler arasındaki ilişkilerin şiddeti tespit edilmiştir.

3.4.1. Basit Regresyon Analizleri

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisinin bulunmasına imkan veren bir analiz yöntemidir. Korelasyon analizinde ise iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti hesaplanır. Fakat bu ilişki bir neden-sonuç ilişkisi olmak zorunda değildir. İkili regresyonda, bağımsız değişken (X) hakkında sahip olunan bilgilerden hareketle bağımlı değişken (Y) tahmin edilmeye çalışır. Bu çalışmada amaç, indeks, petrografik ve dayanım parametreleri arasında istatistiksel ilişkilerin ortaya çıkarılması değil benzer indeks özelliklere sahip örneklerde farklı tek eksenli basınç direnci değeri elde edilmesinin nedenlerinin petrografik olarak ortaya koyulmasıdır. Çalışmada değişkenlerin arasında istatistiksel ilişkilerin şiddeti belirlenmeye çalışılmış, ilişkiler formüllerle ifade edilmemiştir. Bu nedenle yorumlamalar korelasyon katsayısı dikkate alınarak yapılmıştır.

3.4.1.1. Fiziksel Parametreler ve Dayanım Parametreleri Arasında Basit Regresyon Analizleri

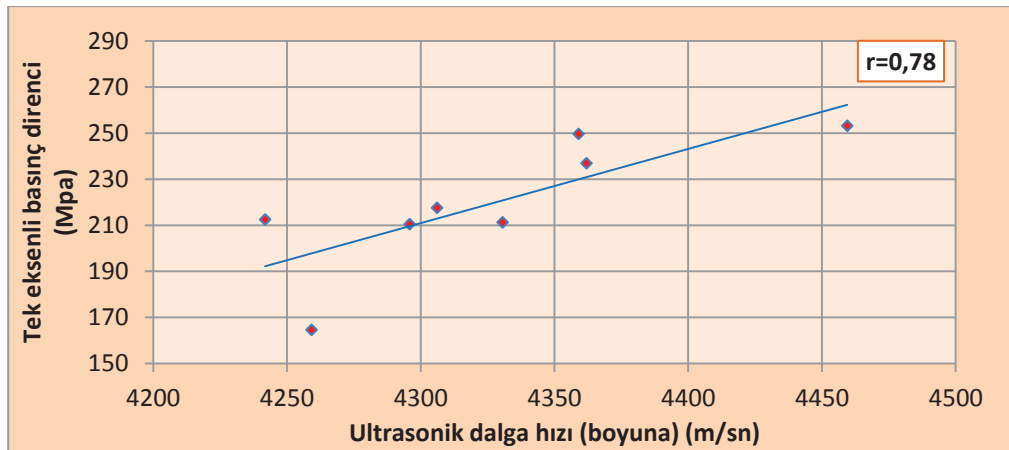
Çalışmada, Doğu Karadeniz Bölümü'nde bulunan farklı granitik kayaç örnekleri üzerinde basit deney yöntemleri ve tek eksenli basınç dayanım deneyleri uygulanmış, kayaların tek eksenli basınç dayanımı (UCS) ve ultrasonik dalga hızı verileri ile basit deney yöntemleri verileri arasında istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir.

Grafiklerde görüldüğü gibi örnek grupları içerisinde yapılan basit tek değişkenli regresyon analizde tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri bağımlı değişken, ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri ise bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 28-36). Test sonucunda tek eksenli basınç direnci değerleri ile ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında pozitif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (0.65)–(0.90) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 11).

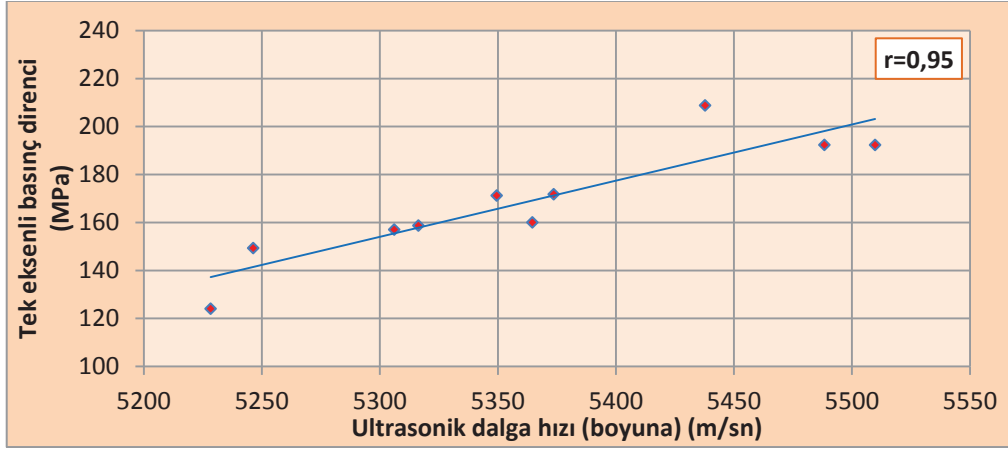
Özellikle tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri ve boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) değerleri arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, tek eksenli basınç direnci ile ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.

Tablo 11. Tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

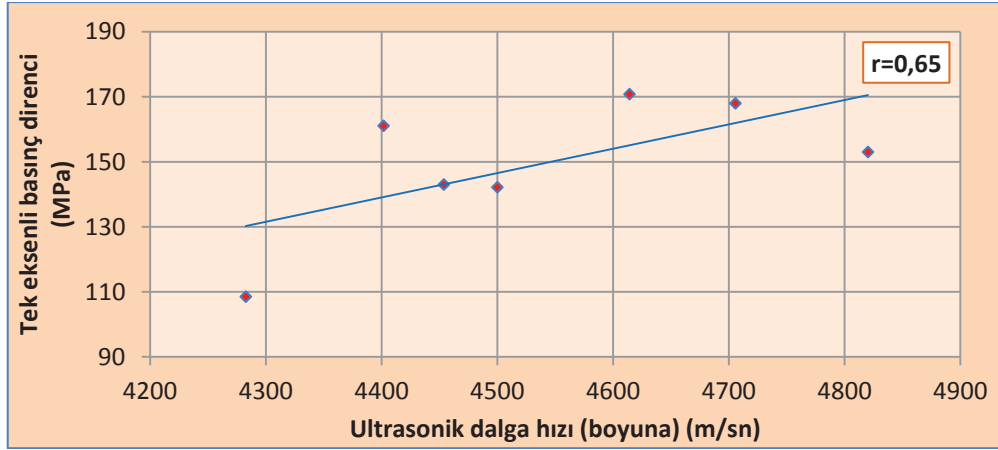
| Örnek Grubu | UCS- V_p İlişkisi Korelasyon Katsayısı (r) |
|-------------|--|
| B | 0.78 |
| Ç1 | 0.95 |
| Ç2 | 0.65 |
| D | 0.90 |
| İ1 | 0.82 |
| İ2 | 0.73 |
| İ3 | 0.84 |
| İ4 | 0.78 |
| S | 0.72 |



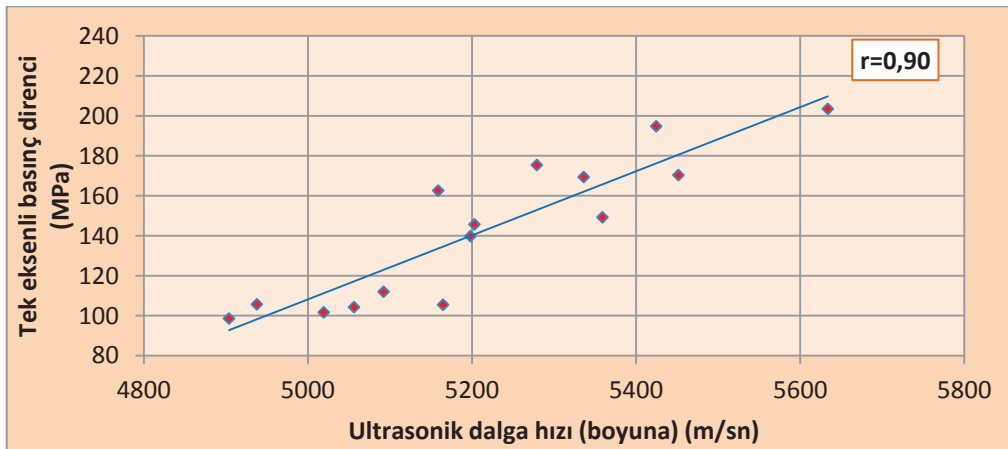
Şekil 28. B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (V_p) arasındaki ilişki



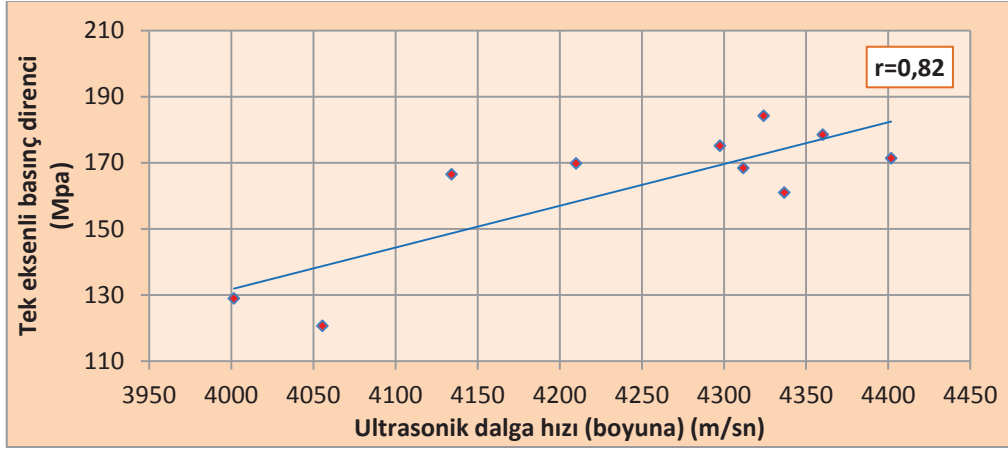
Şekil 29. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (V_p) arasındaki ilişki



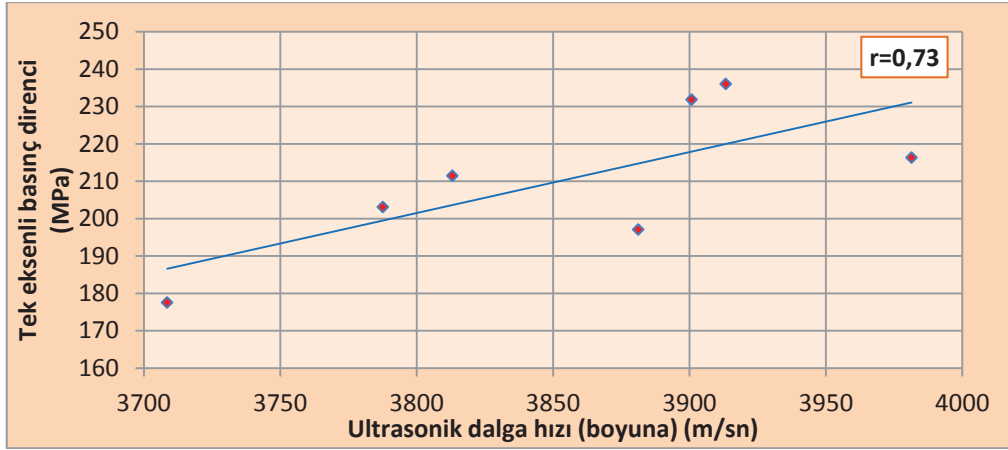
Şekil 30. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (V_p) arasındaki ilişki



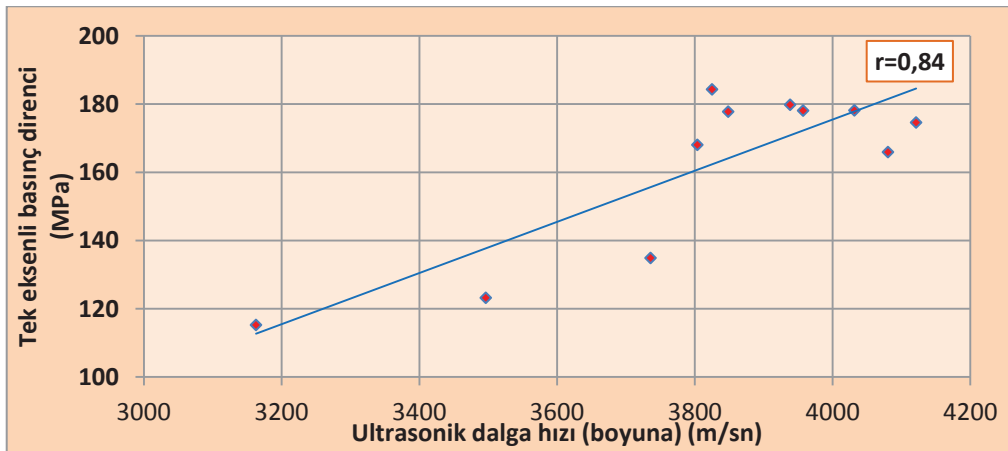
Şekil 31. D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (V_p) arasındaki ilişki



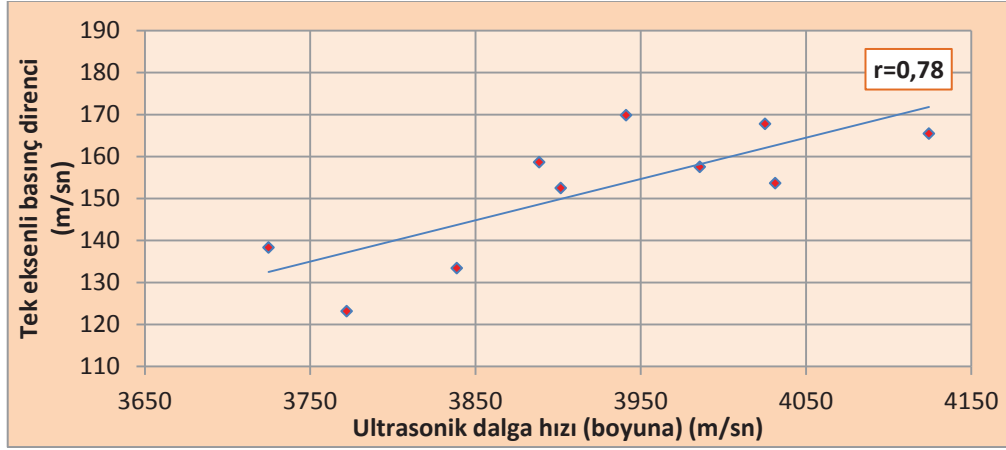
Şekil 32. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki



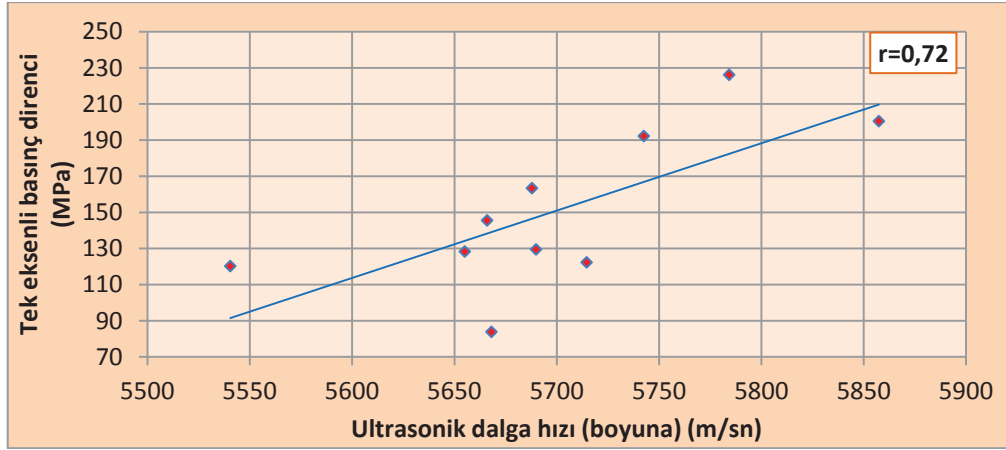
Şekil 33. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki



Şekil 34. İ3 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (Vp) arasındaki ilişki



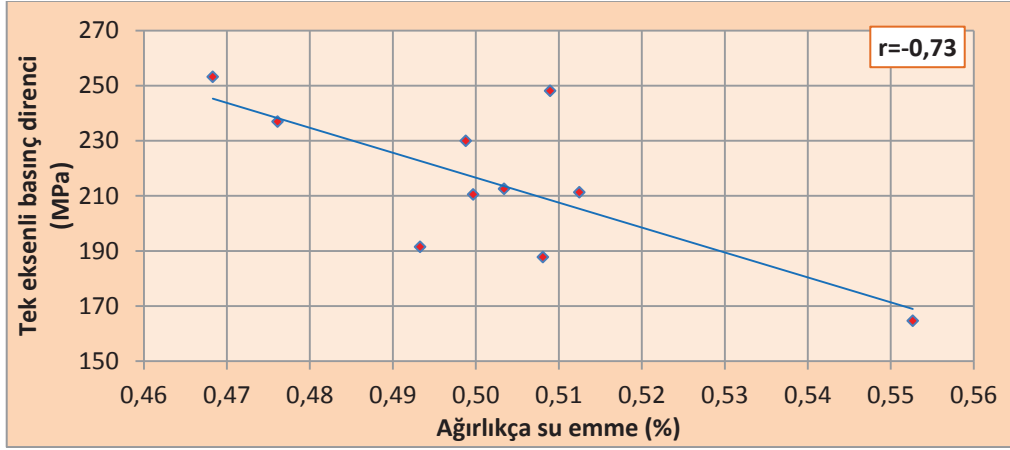
Şekil 35. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (V_p) arasındaki ilişki



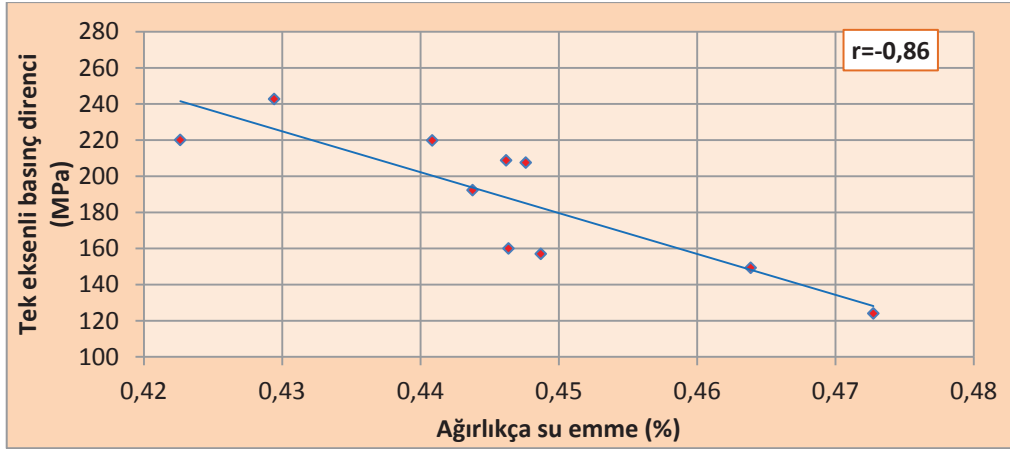
Şekil 36. S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri (V_p) arasındaki ilişki

Basit regresyon analizinde örnek gruplarına ait tek eksenli basınç direnci değerleri (UCS) bağımlı değişken, ağırlıkça su emme değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 37-45). Test sonucunda tek eksenli basınç direnci değerleri ile ağırlıkça su emme değerleri arasında negatif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (-0.73)-(-0.90) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 12).

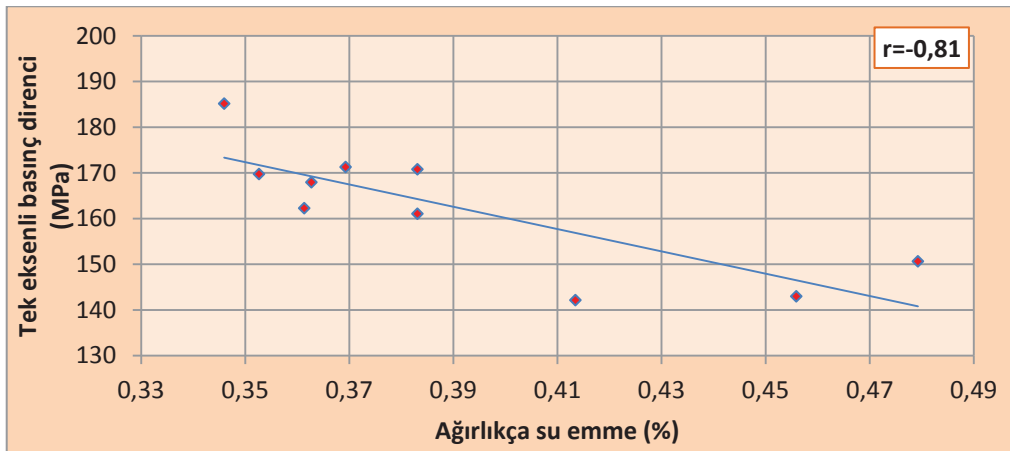
Özellikle tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri ve ağırlıkça su emme değerleri arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, tek eksenli basınç direnci ve ağırlıkça su emme parametreleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.



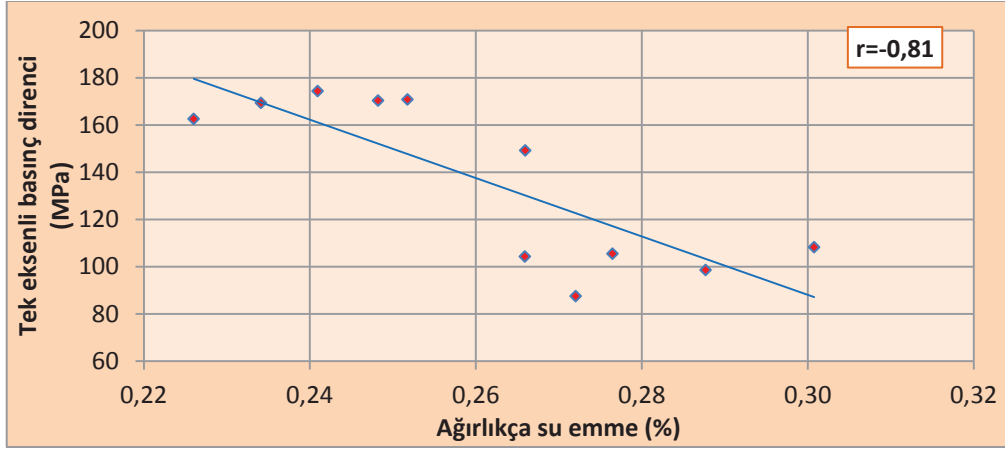
Şekil 37. B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



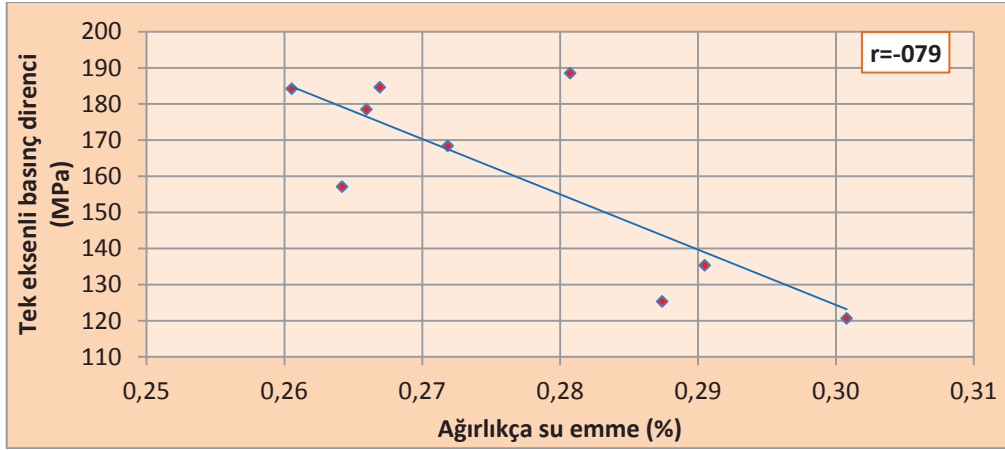
Şekil 38. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



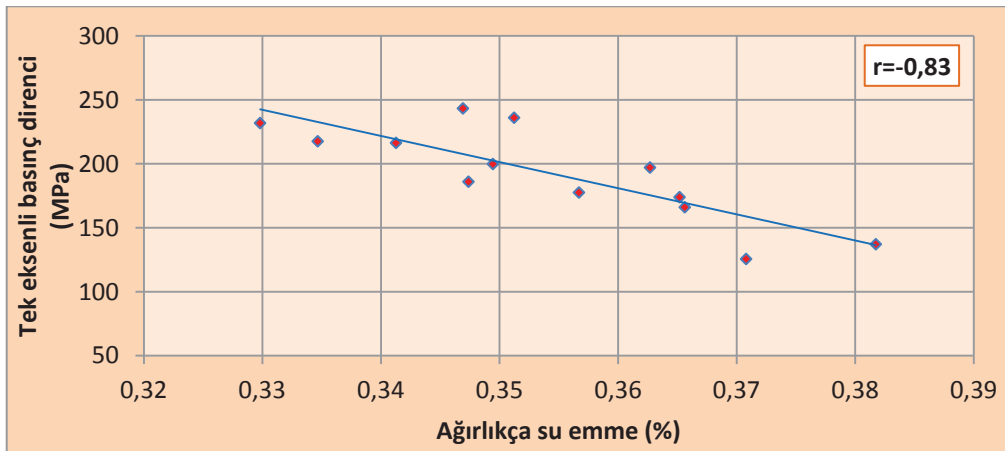
Şekil 39. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



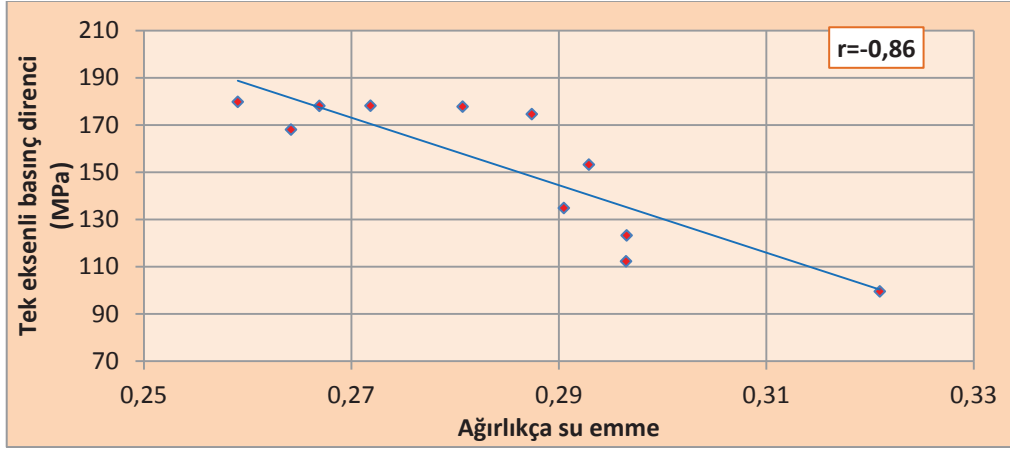
Şekil 40. D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



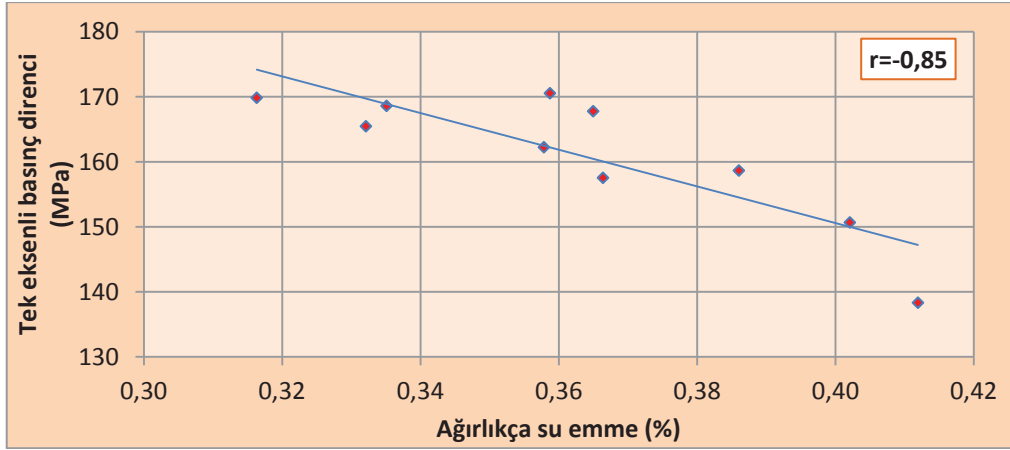
Şekil 41. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



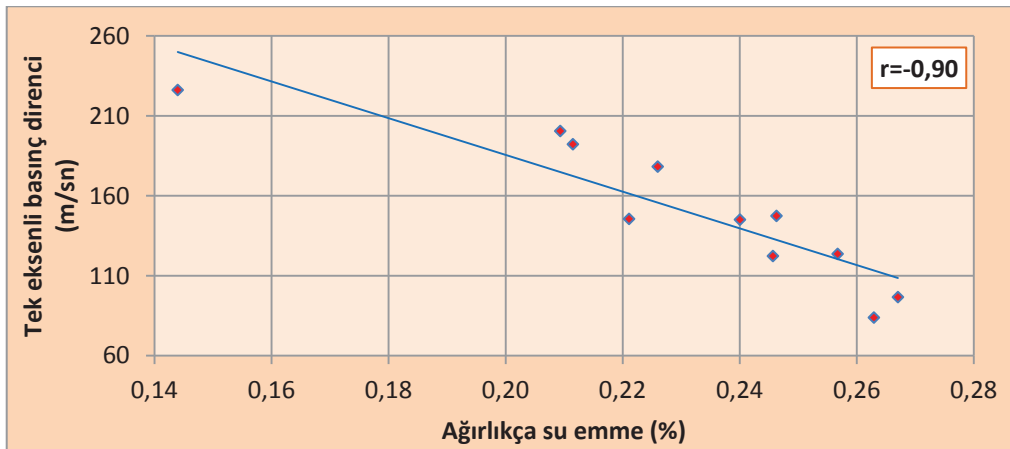
Şekil 42. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 43. İ3 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



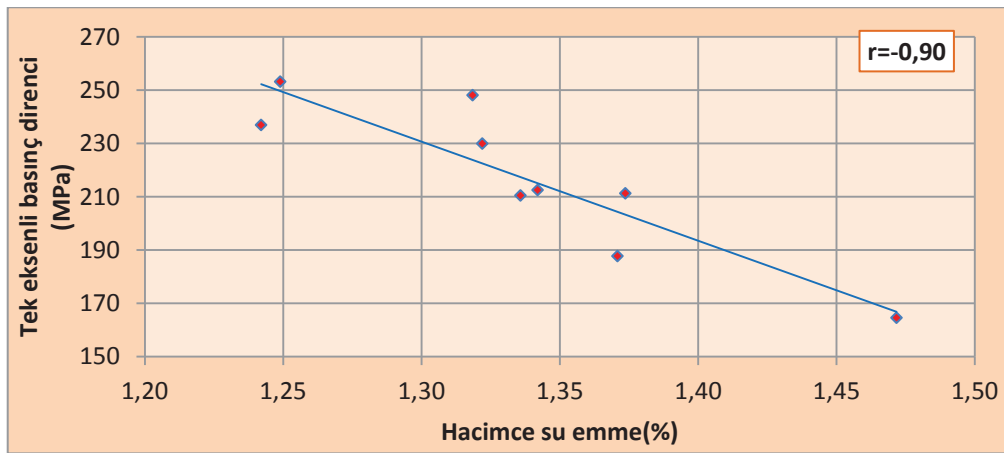
Şekil 44. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



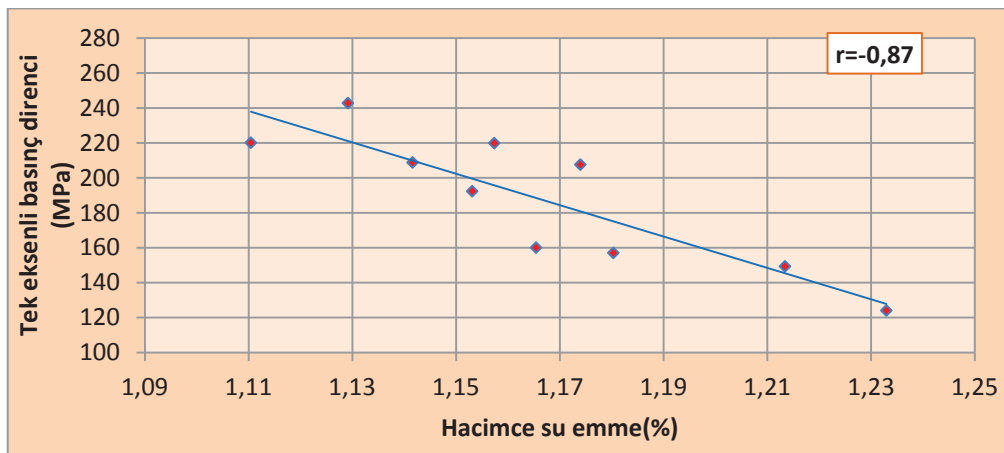
Şekil 45. S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki

Basit regresyon analizinde tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri bağımlı değişken, hacimce su emme değerleri ise bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 46-54). Test sonucunda tek eksenli basınç direnci ile hacimce su emme verileri arasında negatif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (-0.74)–(-0.90) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 12).

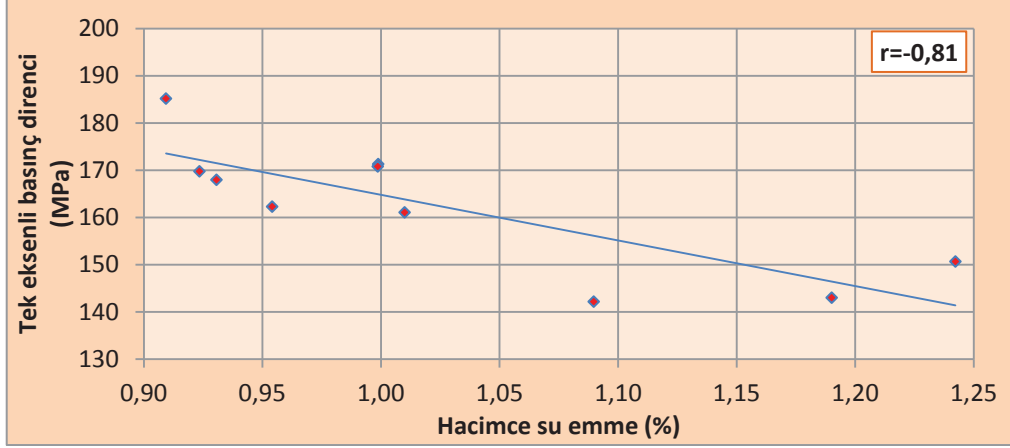
Özellikle tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme değerleri arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.



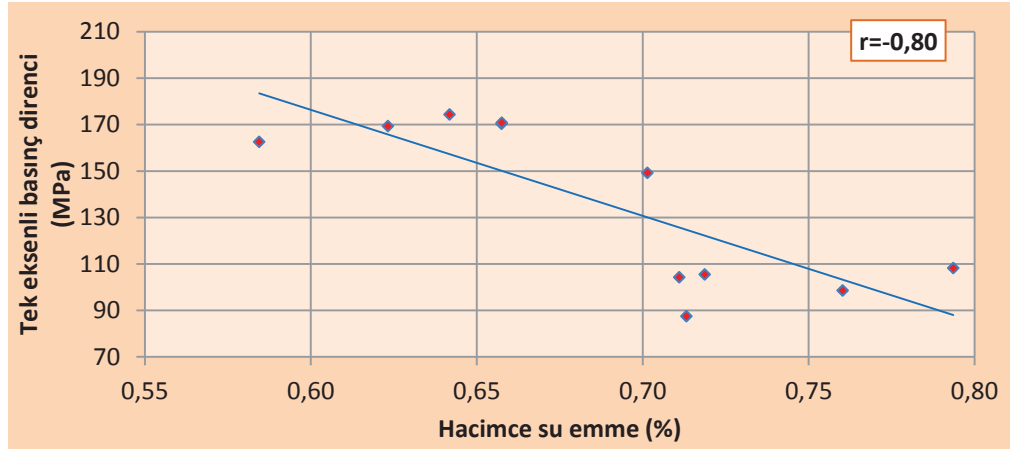
Şekil 46. B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



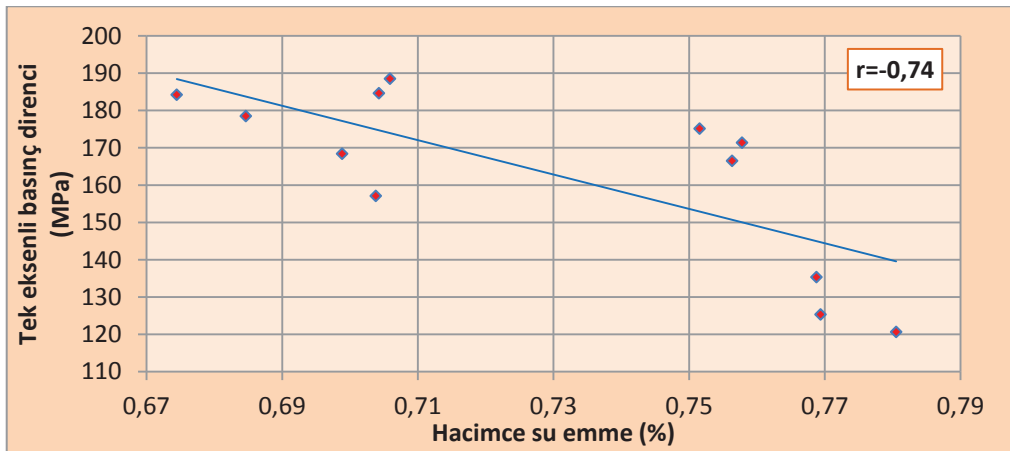
Şekil 47. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



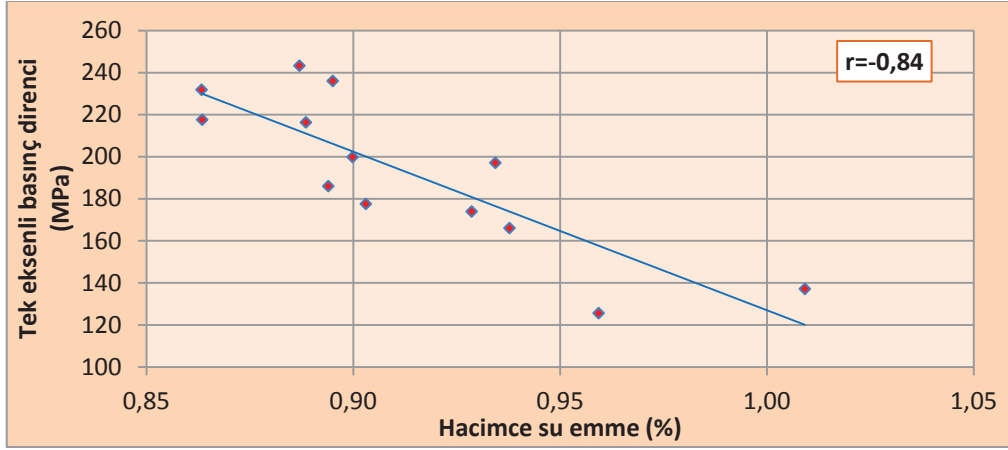
Şekil 48. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



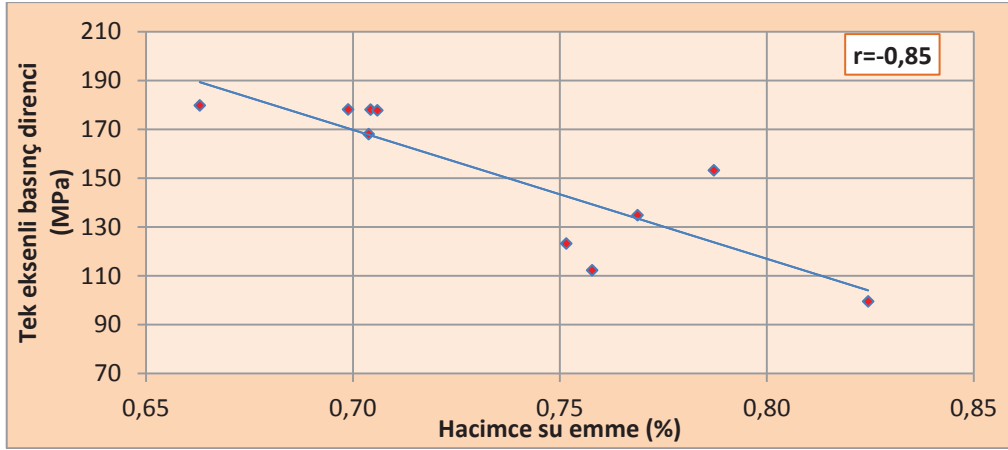
Şekil 49. D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



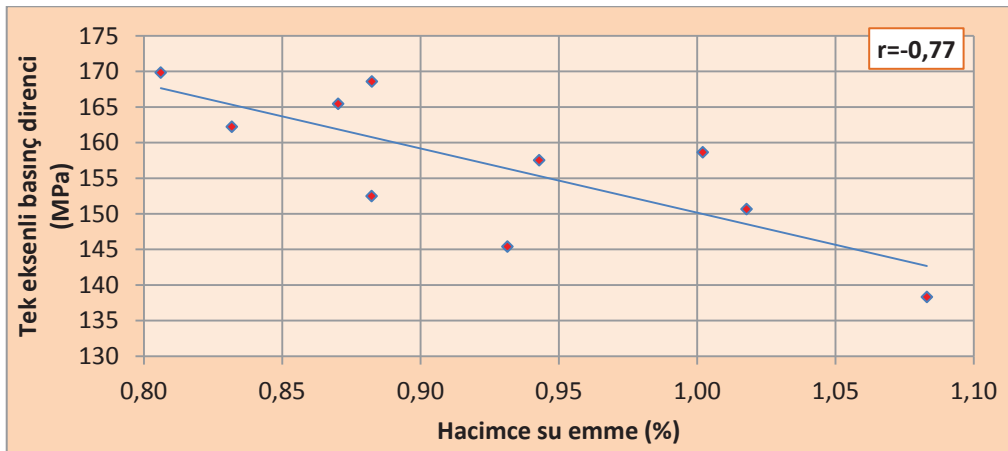
Şekil 50. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



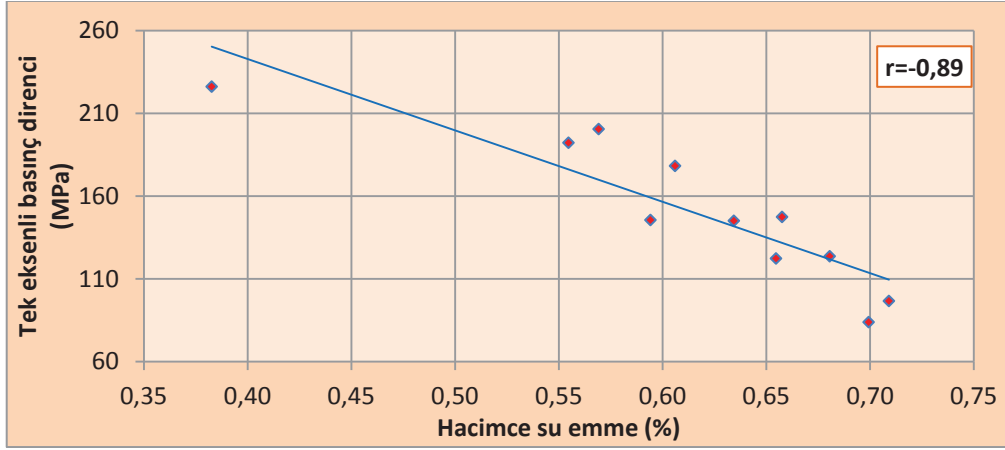
Şekil 51. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 52. İ3. kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki

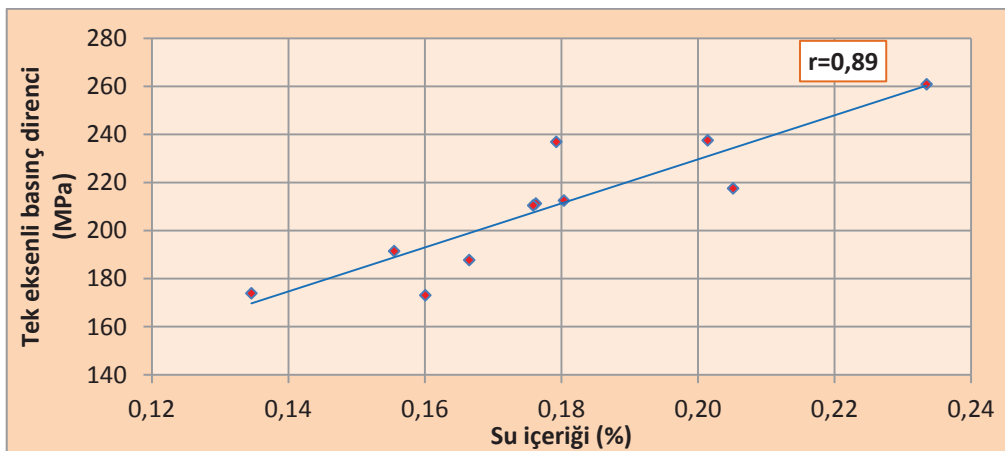


Şekil 53. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki

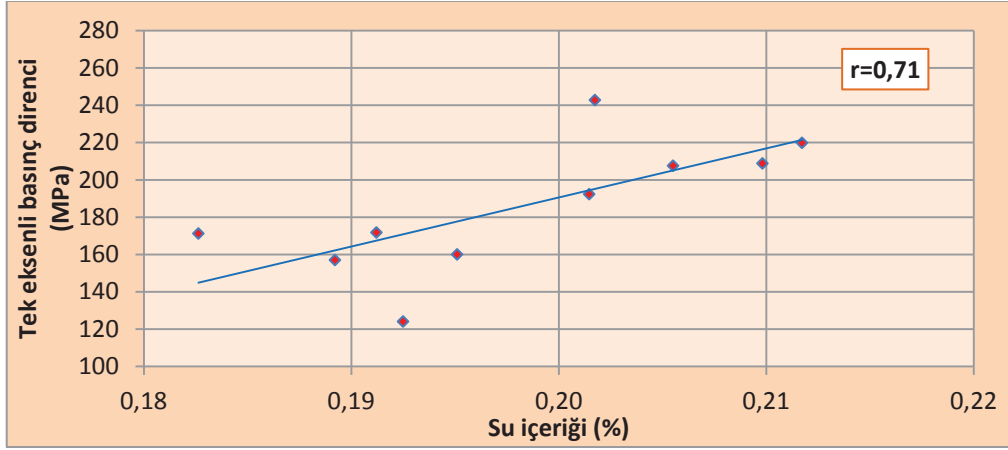


Şekil 54. S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki

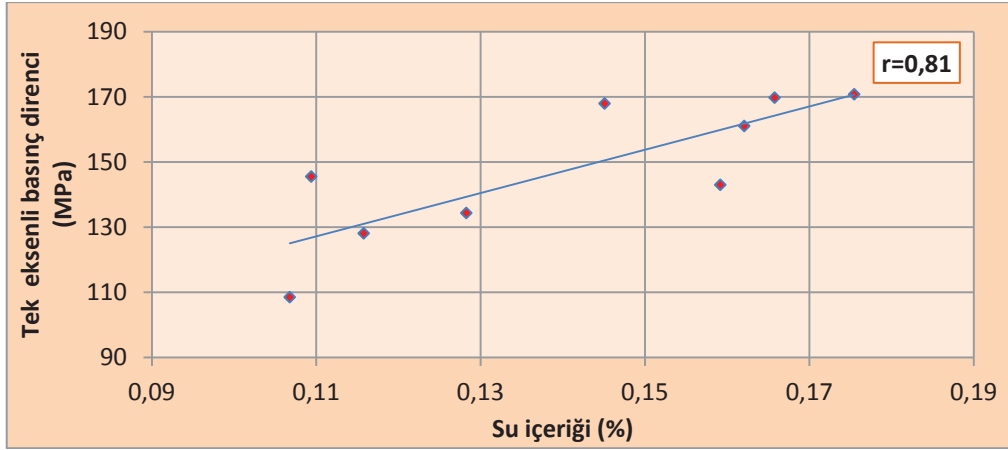
Basit regresyon analizinde tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri bağımlı değişken su içeriği değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 55-63). Test sonucunda tek eksenli basınç direnci ile su içeriği parametreleri arasında pozitif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (0,71)–(0,89) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 12). Fiziksel olarak kayaçlarda su içeriğinin artması kayacın içindeki boşluğu arttırdığından dolayı su içeriği değerinin artmasının dayanım parametresini düşürmesi beklenmektedir. Fakat bu çalışmada yapılan değerlendirmeler sonucu su içeriği arttıkça dayanımın arttığı gözlenmiştir. Bunun sebebi granitik kayaçlardaki boşluğun çok küçük değerlere sahip olmasıdır. Bu sebepten dolayı burada kayacın boşluğu değil içindeki su dayanım üzerinde etkili olmaktadır.



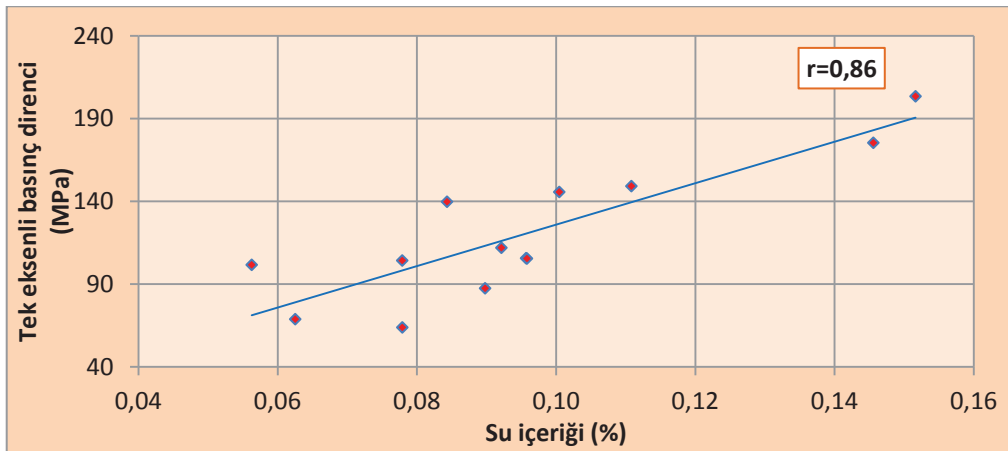
Şekil 55. B kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



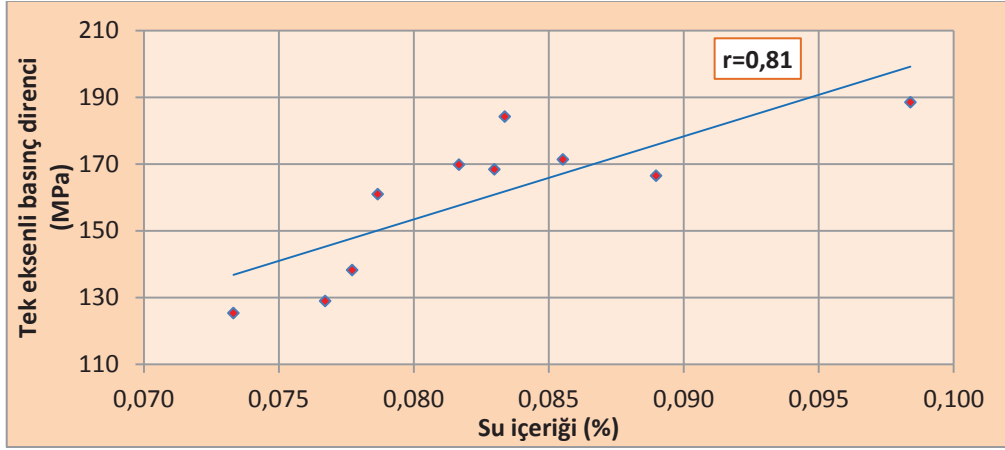
Şekil 56. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



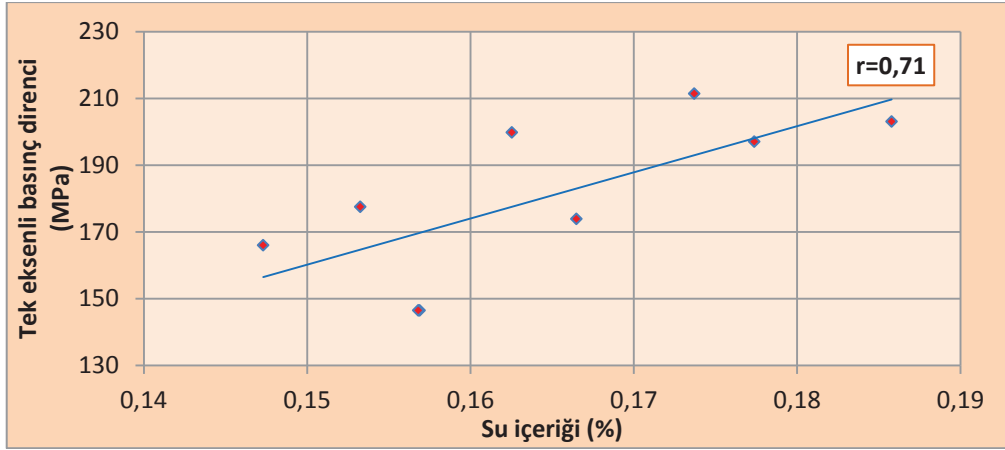
Şekil 57. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



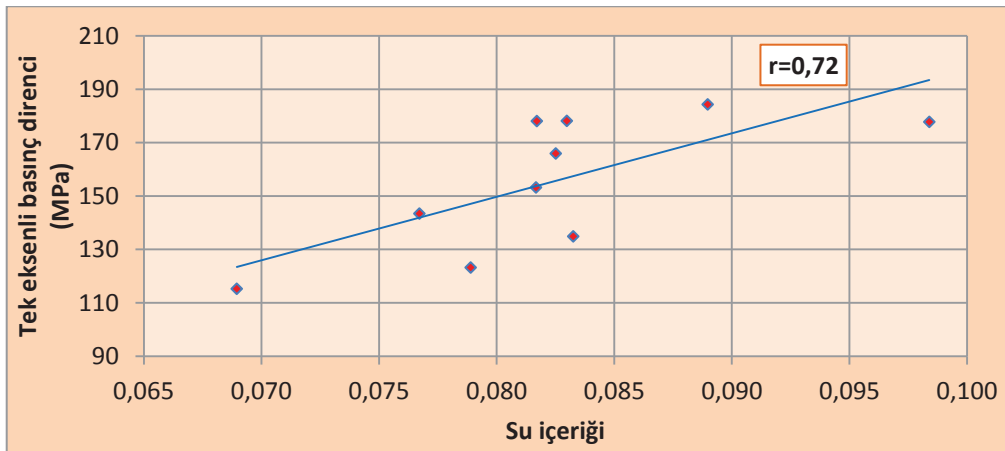
Şekil 58. D kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



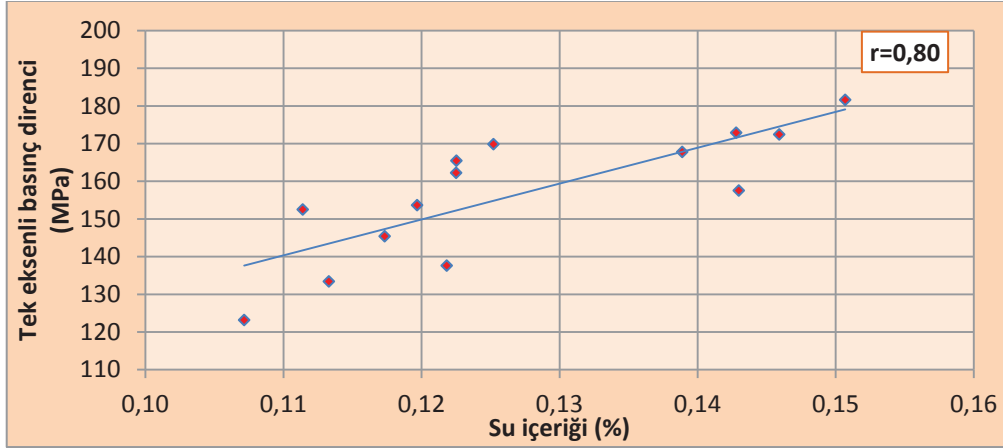
Şekil 59. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



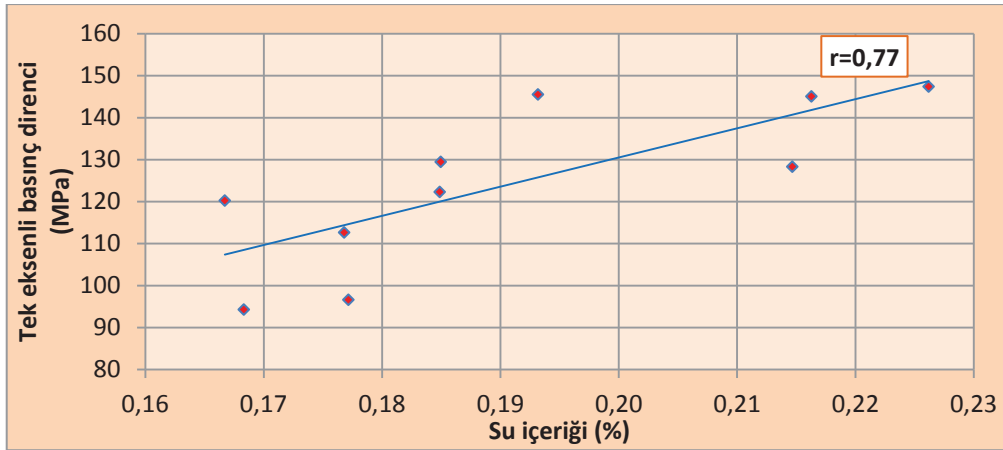
Şekil 60. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 61. İ3 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 62. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



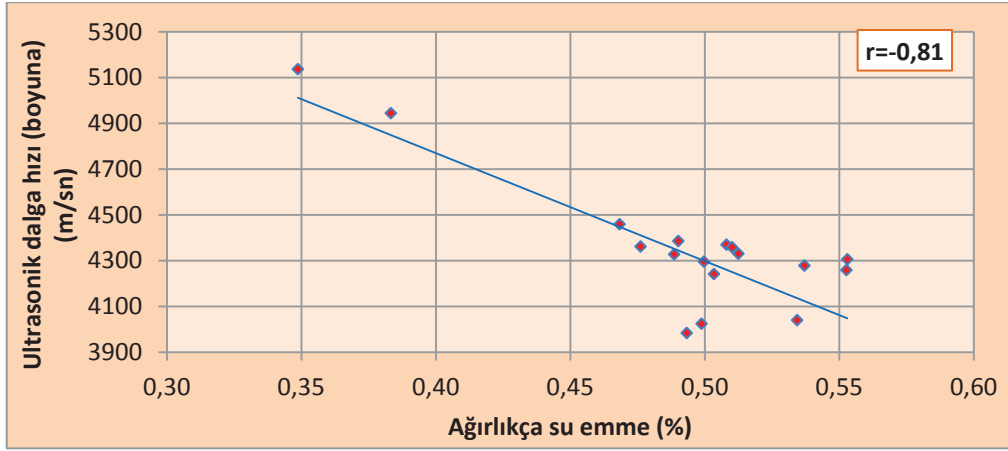
Şekil 63. S kayaç grubuna ait örneklerin tek eksenli basınç direnci (UCS) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki

Tablo 12. Tek eksenli basınç direnci ve indeks deneyler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

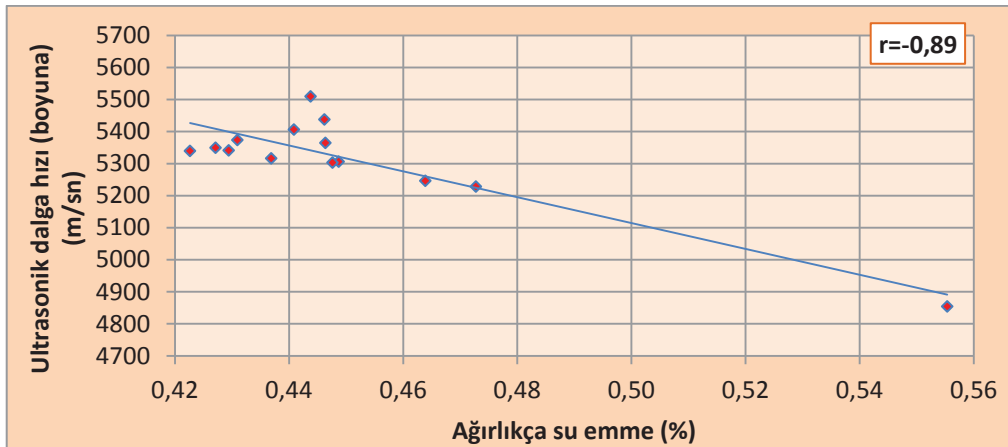
| Örnek Grubu | İLİŞİKİDE KULLANILAN PARAMETRELER | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | UCS-Ağırlıkça Su Emme | UCS- Hacimce Su Emme | UCS-Su İçeriği |
| | Korelasyon Katsayısı (r) | Korelasyon Katsayısı (r) | Korelasyon Katsayısı (r) |
| B | -0.73 | -0.90 | 0.89 |
| Ç1 | -0.86 | -0.87 | 0.71 |
| Ç2 | -0.81 | -0.81 | 0.81 |
| D | -0.81 | -0.80 | 0.86 |
| İ1 | -0.79 | -0.74 | 0.81 |
| İ2 | -0.83 | -0.84 | 0.71 |
| İ3 | -0.86 | -0.85 | 0.72 |
| İ4 | -0.85 | -0.77 | 0.80 |
| S | -0.90 | -0.89 | 0.77 |

Basit regresyon analizinde ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri bağımlı değişken, ağırlıkça su emme değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 64-72) . Test sonucunda ultrasonik dalga hızı (boyuna) ile ağırlıkça su emme verileri arasında negatif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (-0.70) – (-0.89) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13).

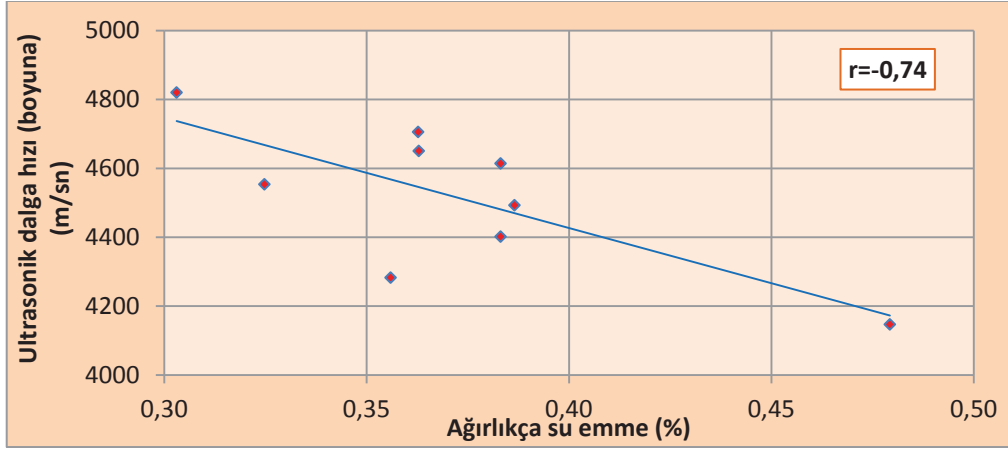
Özellikle boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme verileri arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.



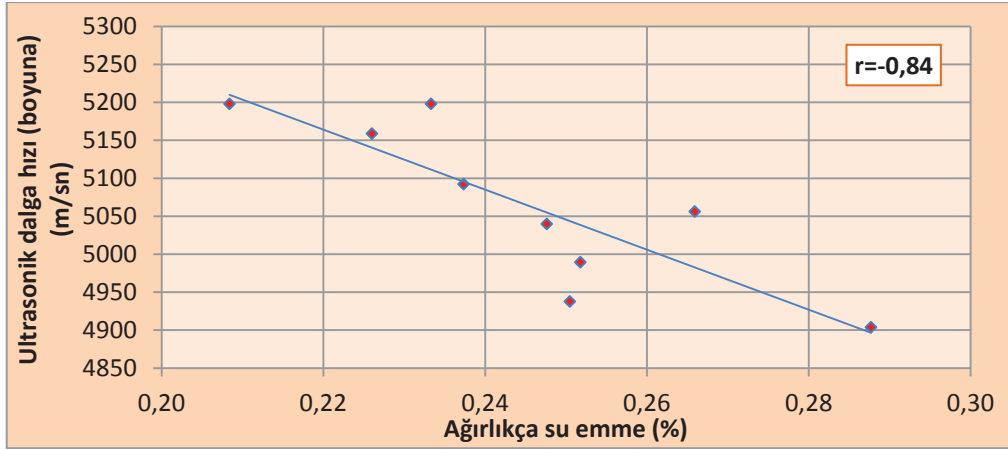
Şekil 64. B kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



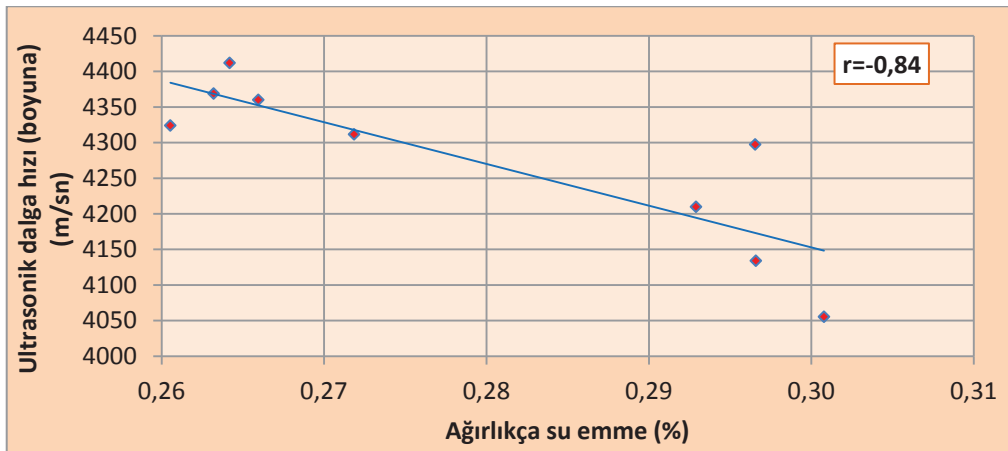
Şekil 65. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



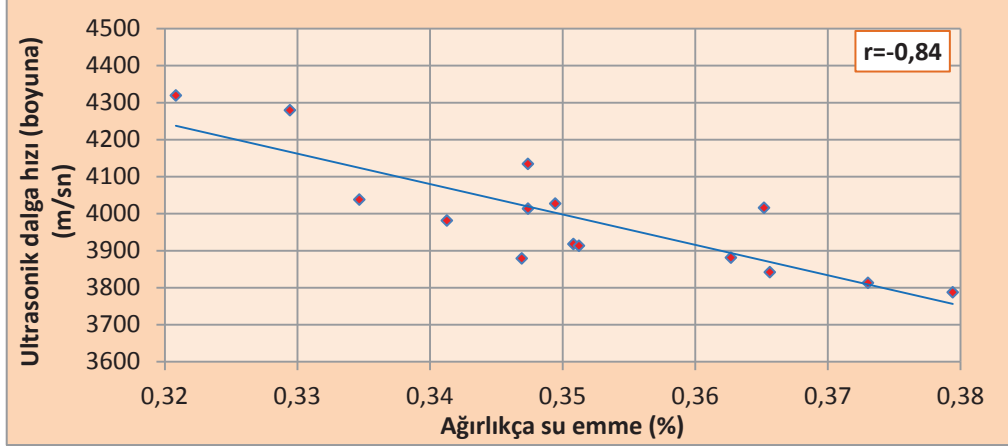
Şekil 66. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



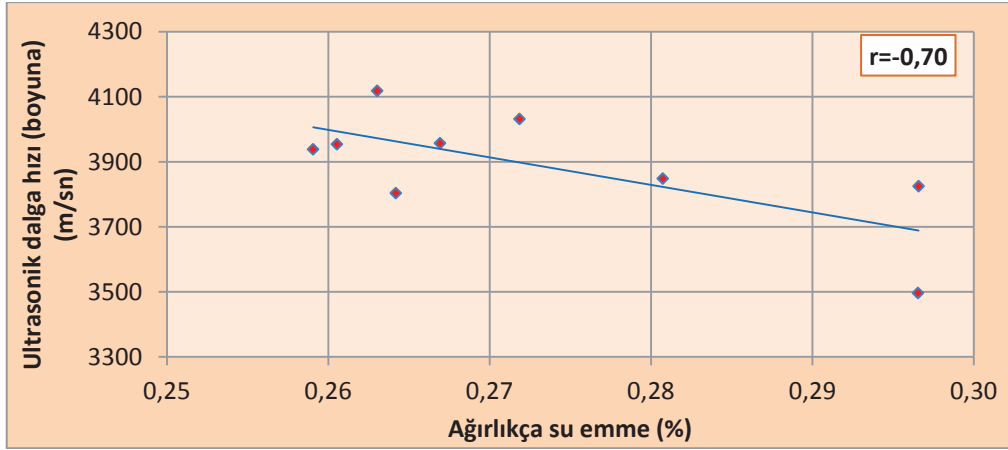
Şekil 67. D kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



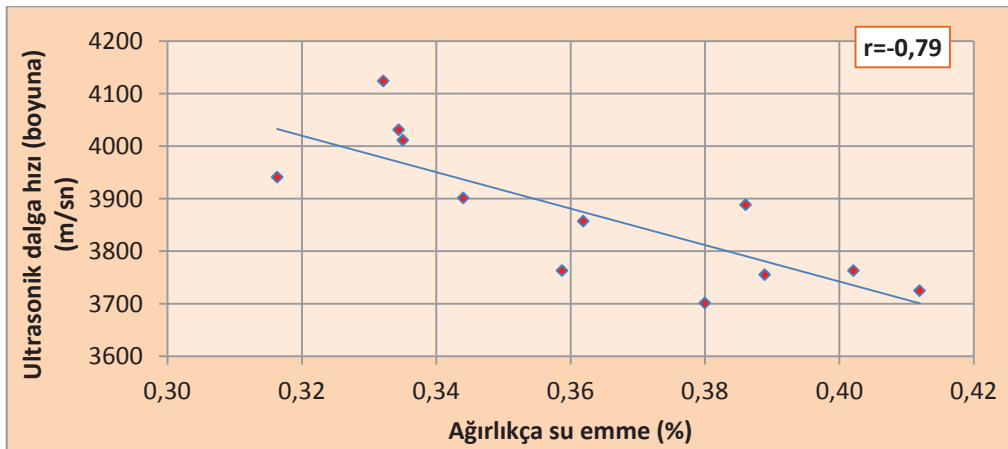
Şekil 68. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



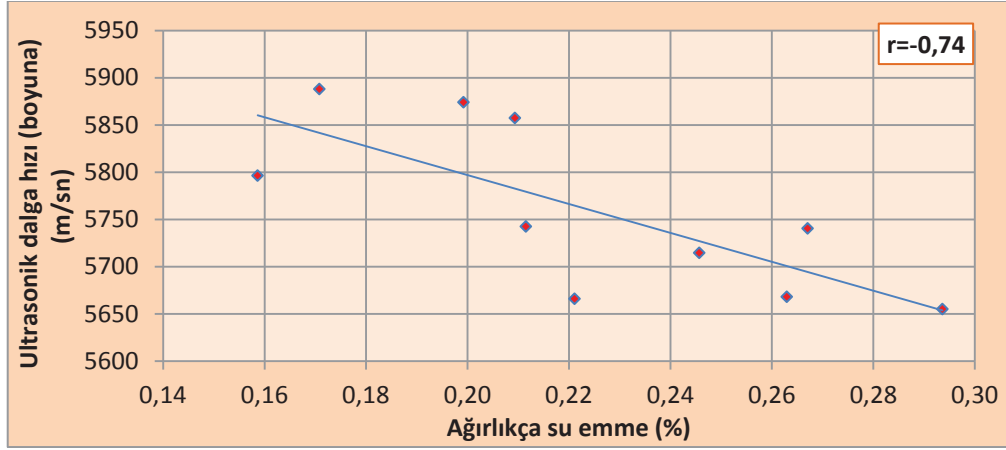
Şekil 69. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 70. İ3 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



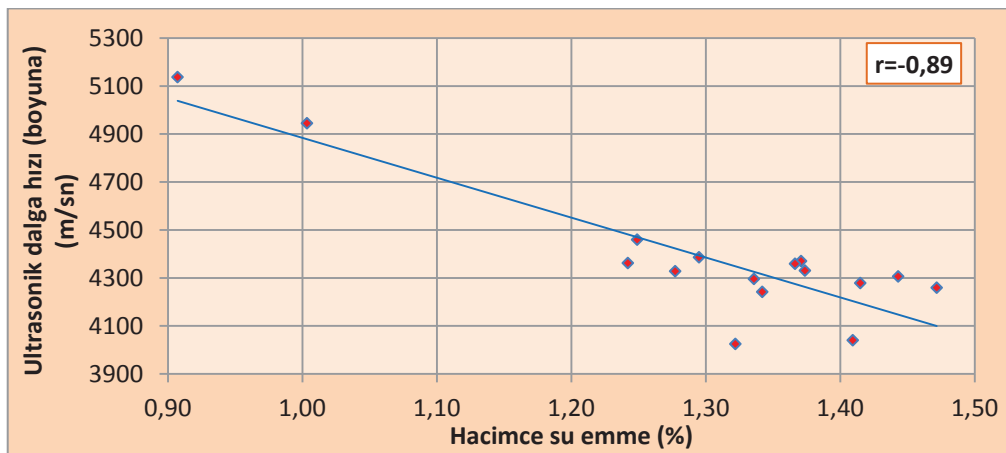
Şekil 71. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki



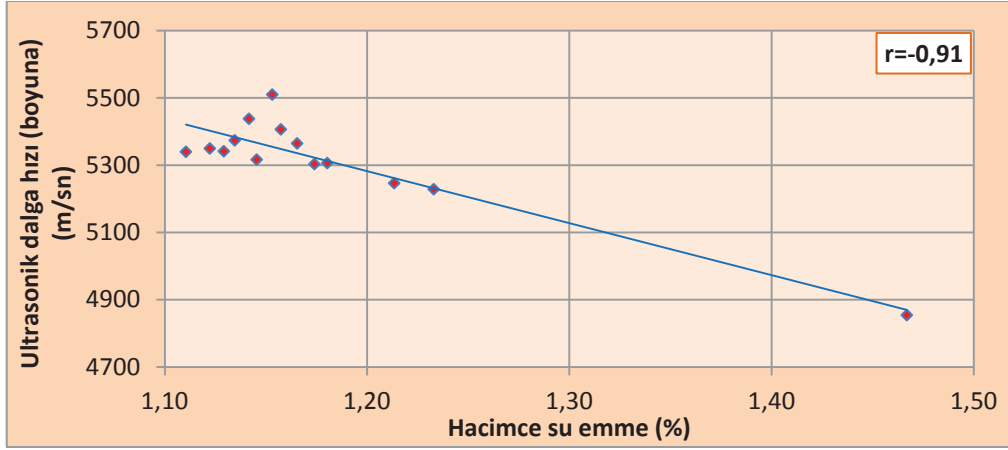
Şekil 72. S kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve ağırlıkça su emme parametreleri arasındaki ilişki

Basit regresyon analizinde ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri bağımlı değişken hacimce su emme değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 73-81). Test sonucunda ultrasonik dalga hızı (boyuna) ile hacimce su emme verileri arasında negatif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (-0.74) – (-0.91) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13).

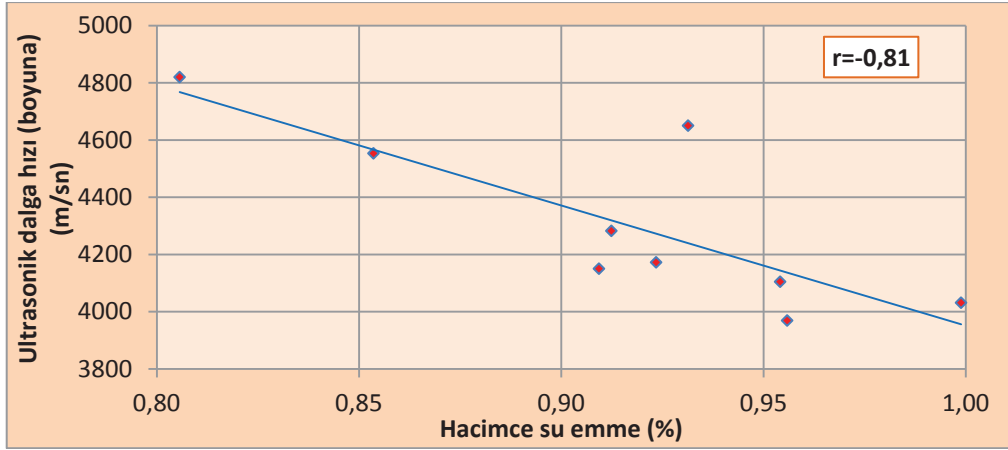
Özellikle boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme değerleri arasındaki yüksek korelasyon katsayısı, parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.



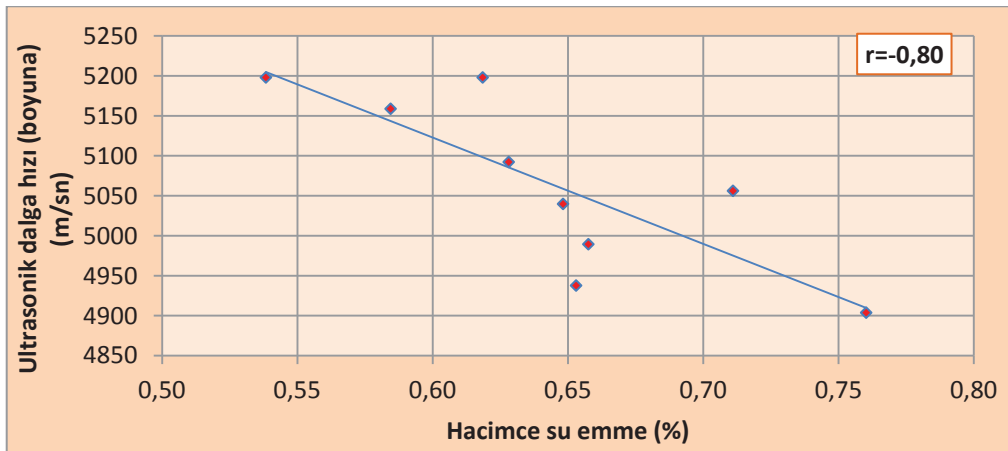
Şekil 73. B kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



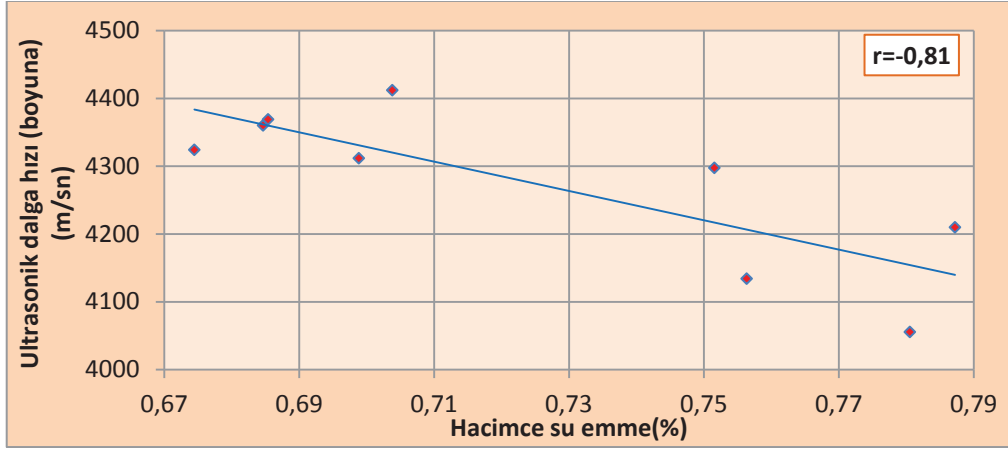
Şekil 74. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



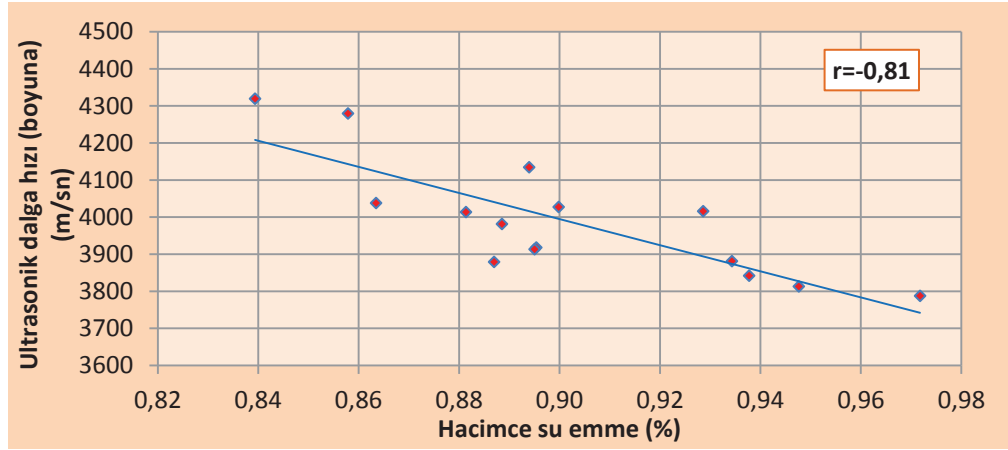
Şekil 75. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



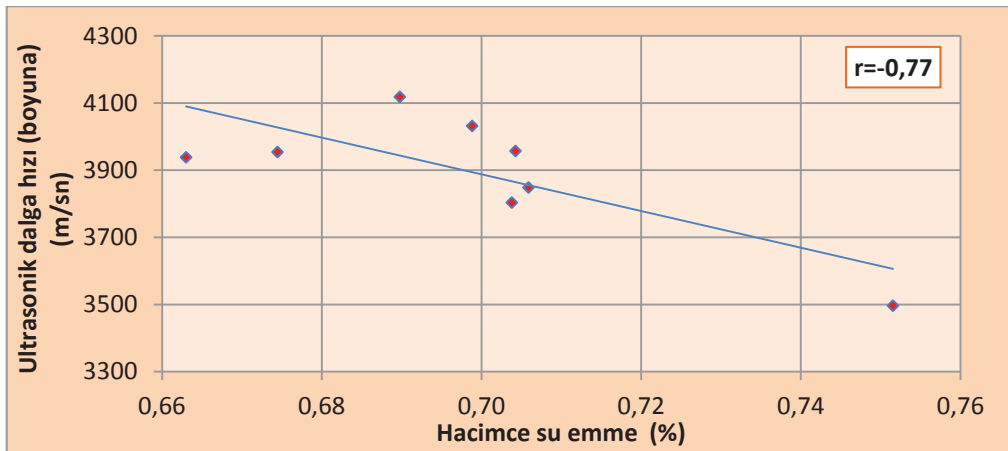
Şekil 76. D kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



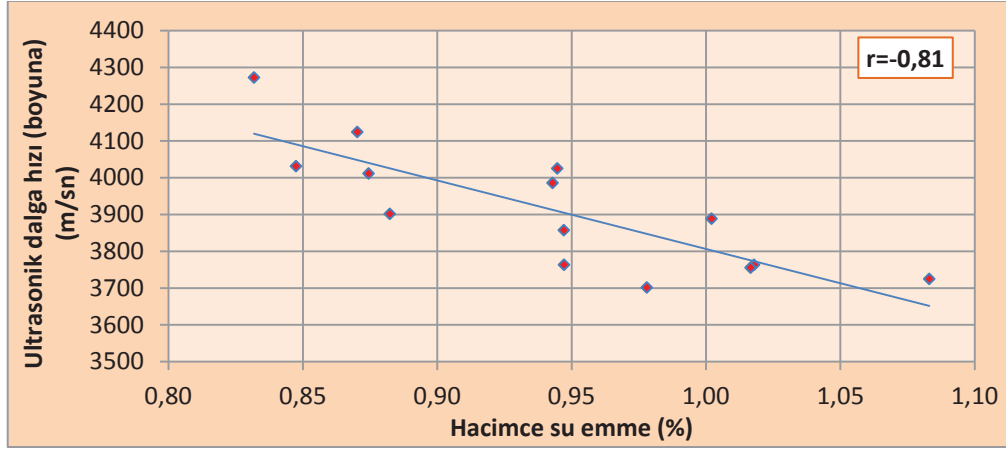
Şekil 77. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



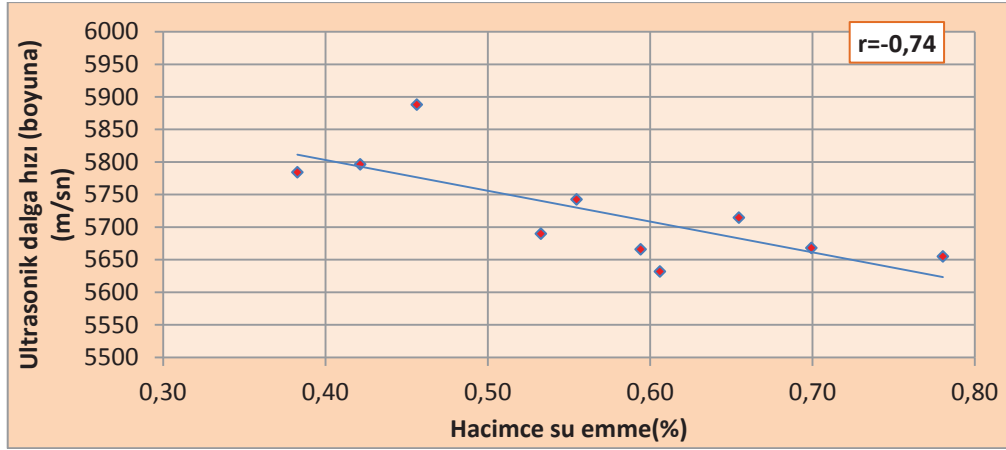
Şekil 78. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 79. İ3 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



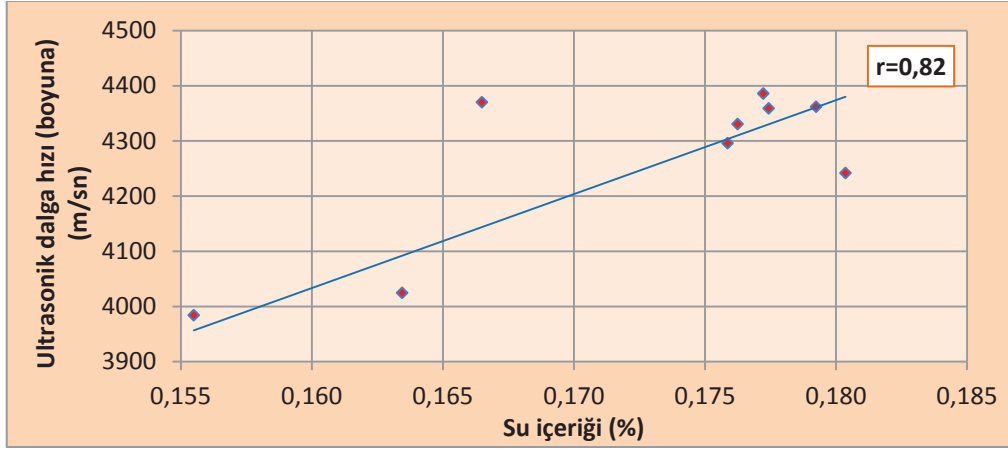
Şekil 80. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki



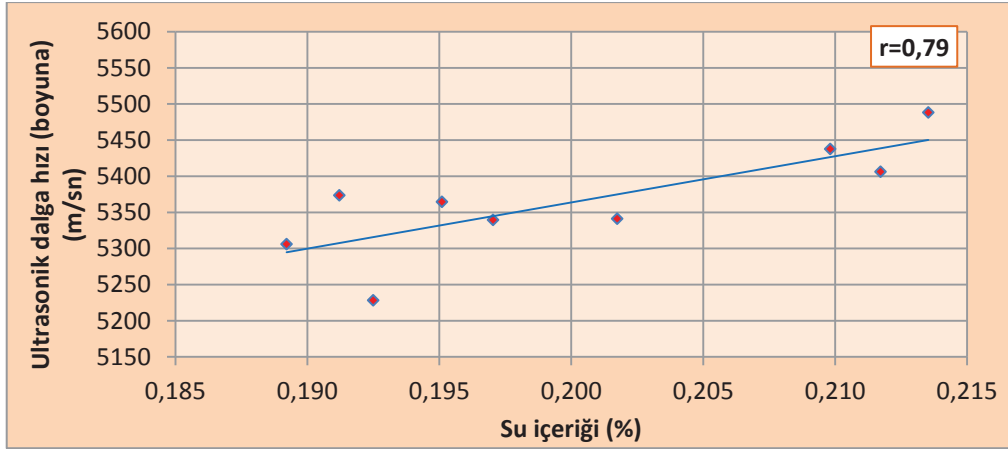
Şekil 81. S kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki

Basit regresyon analizinde ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri bağımlı değişken su içeriği değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır (Şekil 82-90). Test sonucunda ultrasonik dalga hızı (boyuna) ile su içeriği verileri arasında pozitif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (0,70)–(0,90) arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13).

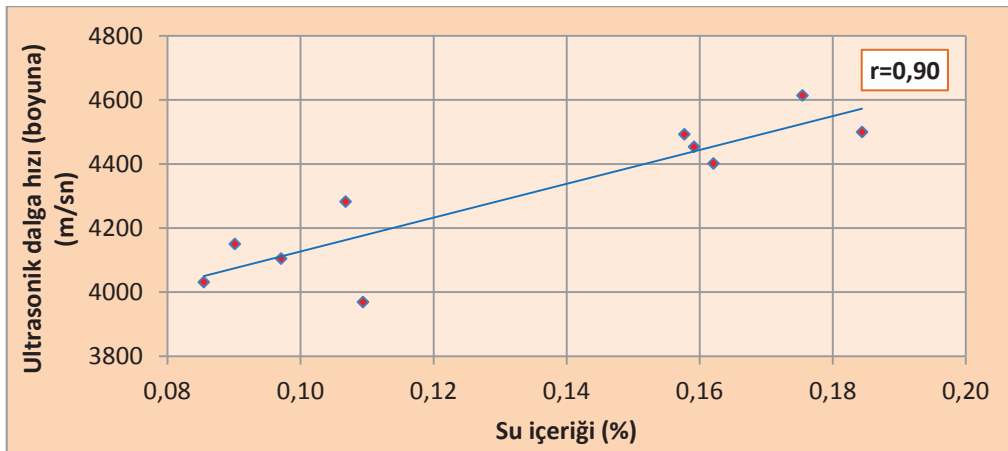
Özellikle boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği verileri arasındaki yüksek korelasyon katsayısı, parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.



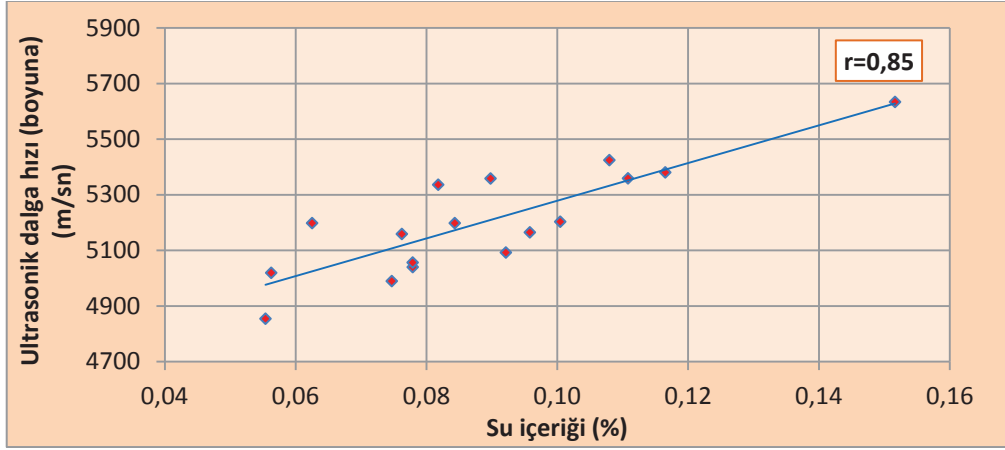
Şekil 82. B kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



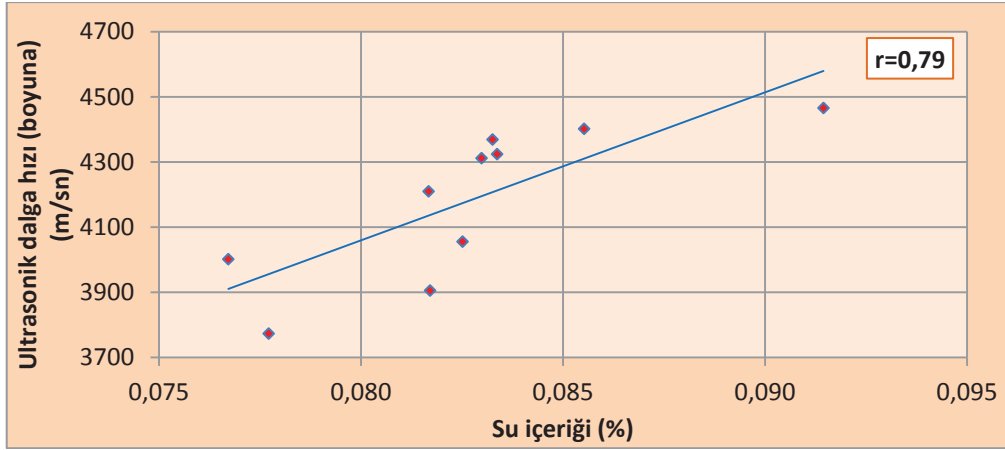
Şekil 83. Ç1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



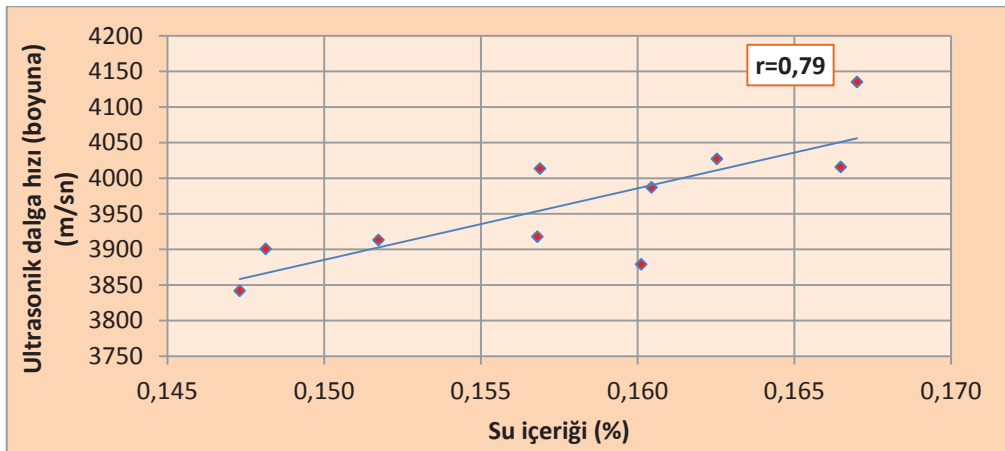
Şekil 84. Ç2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



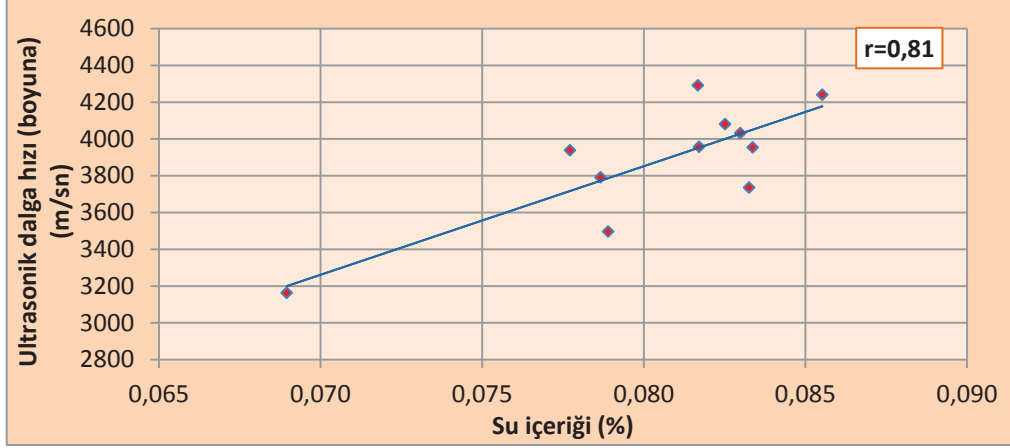
Şekil 85. D kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



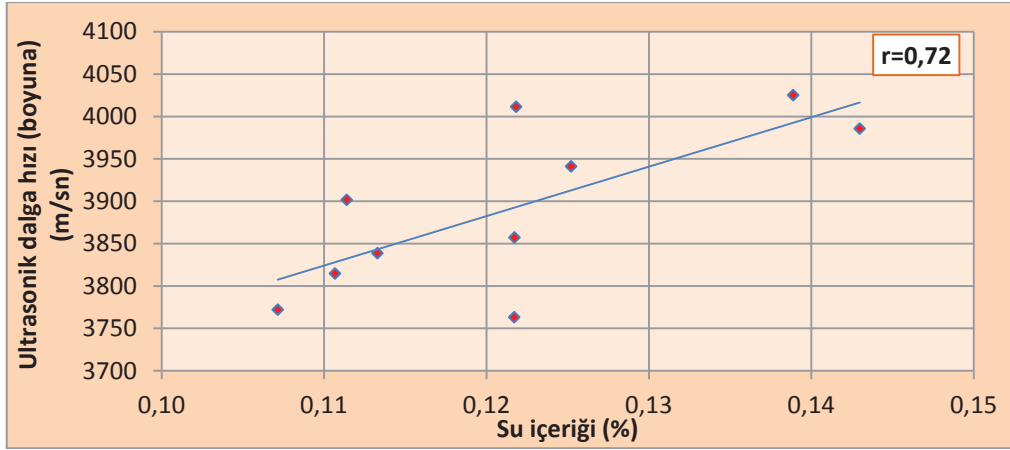
Şekil 86. İ1 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



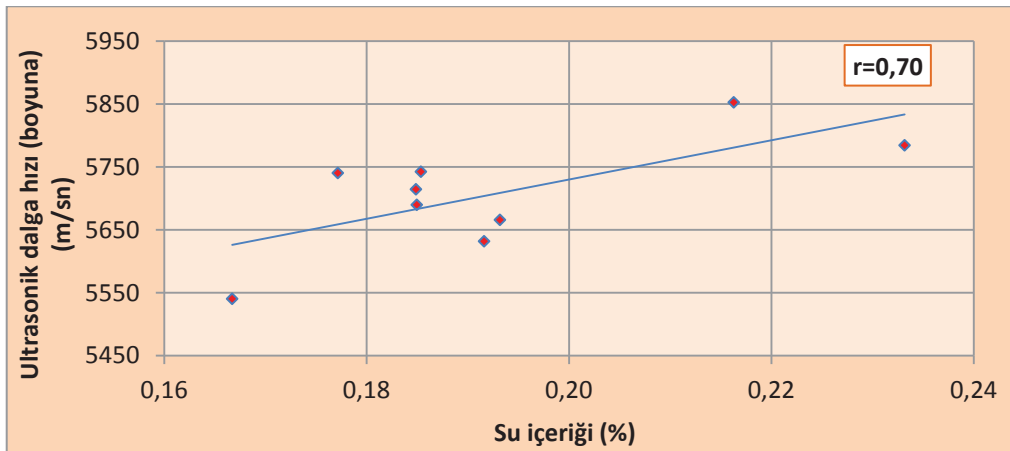
Şekil 87. İ2 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 88. İ3 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 89. İ4 kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki



Şekil 90. S kayaç grubuna ait örneklerin boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) ve su içeriği parametreleri arasındaki ilişki

Tablo 13. Ultrasonik dalga hızı (boyuna) ve indeks deneyler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

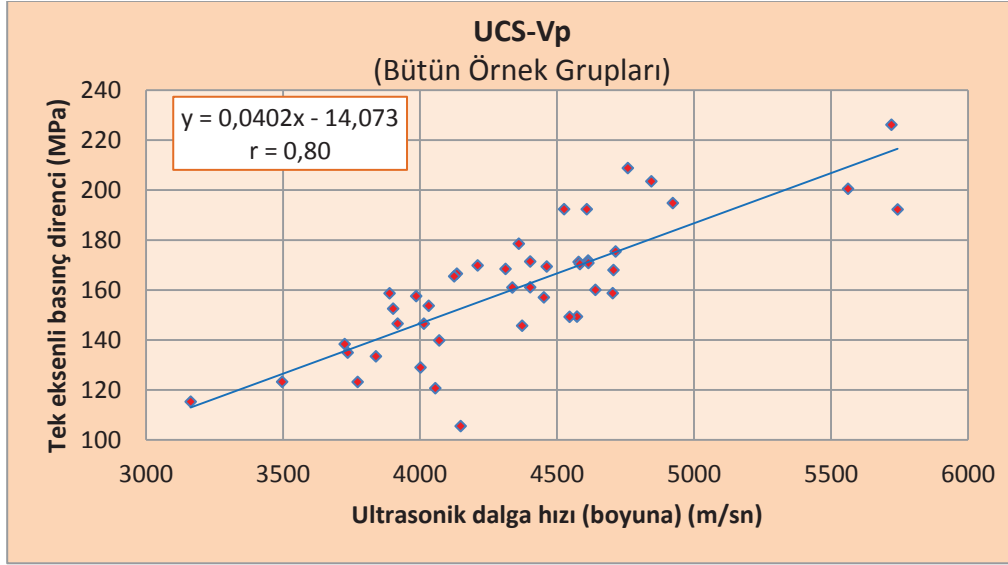
| Örnek Grubu | İLİŞİKİDE KULLANILAN PARAMETRELER | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Vp-Ağırlıkça Su Emme | Vp- Hacimce Su Emme | Vp-Su İçeriği |
| | Korelasyon Katsayısı (r) | Korelasyon Katsayısı (r) | Korelasyon Katsayısı (r) |
| B | -0.81 | -0.89 | 0.82 |
| Ç1 | -0.89 | -0.91 | 0.79 |
| Ç2 | -0.74 | -0.81 | 0.90 |
| D | -0.84 | -0.80 | 0.85 |
| İ1 | -0.84 | -0.81 | 0.79 |
| İ2 | -0.84 | -0.81 | 0.79 |
| İ3 | -0.70 | -0.77 | 0.81 |
| İ4 | -0.79 | --0.81 | 0.72 |
| S | -0.74 | -0.74 | 0.70 |

Bütün bu verilerden yola çıkarak farklı granitik kayaç grupları bir bütün olarak değerlendirilmiş ve kayaçların tek eksenli basınç dirençleri ile diğer indeks özellikleri arasında istatistiksel ilişkinin olup olmadığı regresyon analizleriyle belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda granitik kayaç gruplarının ayrı ayrı kendi içerisinde yapılan değerlendirmelere benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Şekil 91'de görüldüğü gibi basit regresyon analizinde tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri bağımlı değişken boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır. Bütün kayaç gruplarının verileri tek bir grup gibi değerlendirilmesi sonucunda tek eksenli basınç direnci ile ultrasonik dalga hızı (boyuna) arasında pozitif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) 0.80 olduğu tespit edilmiştir ve aralarında

$$UCS=0,0402Vp-14,073 \quad (14)$$

şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir (Tablo 14). Özellikle tek eksenli basınç direnci (UCS) ve boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, değerler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunun kanıtıdır.



Şekil 91. Tüm kayaç gruplarına ait tek eksenli basınç direnci parametreleri ve boyuna ultrasonik dalga hızı (Vp) parametreleri arasındaki ilişki.

Tek eksenli basınç direncinin tahmininde ultrasonik dalga hızının (boyuna) bağımsız değişken olarak alınması durumunda çok yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir.

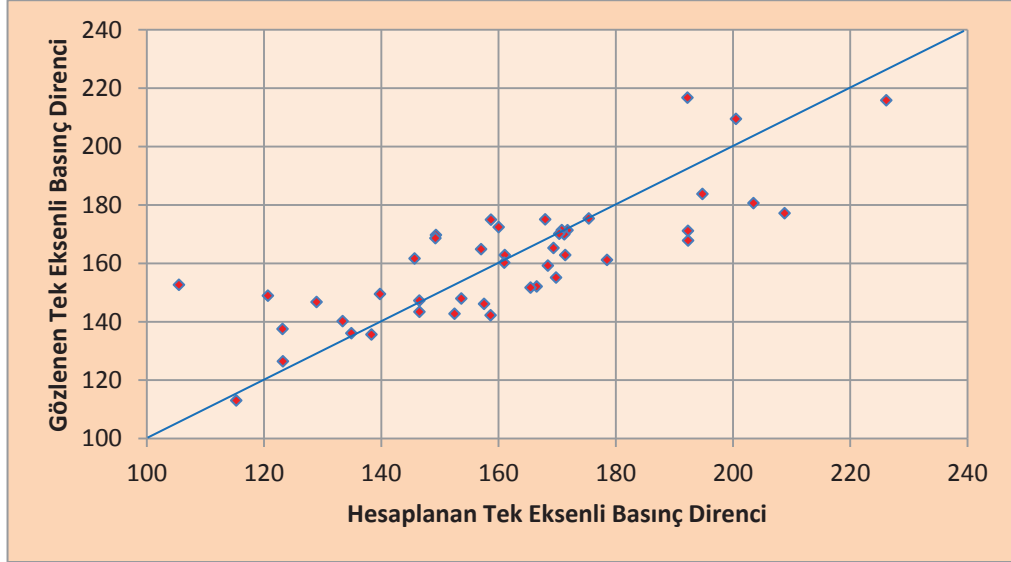
Regresyon analizinde belirlenen eşitliklerin doğruluğunu test etmek için gözlenen değer-hesaplanan değer grafikleri hazırlanmış ve $y=x$ doğrusuyla analiz sonucunda elde edilen doğru karşılaştırılmıştır (Şekil 92).

Çalışmada çizilmiş grafikler (Şekil 92) yorumlandığında analizler sonucunda çizilmiş doğruların regresyon katsayısı bir olan doğruya yaklaşık olarak paralel olduğu görülmüştür.

Şekil 93'de görüldüğü gibi basit regresyon analizinde tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri bağımlı değişken hacimce su emme değerleri bağımsız değişken olarak alınmıştır. Bütün kayaç gruplarının verilerinin tek bir grup gibi değerlendirilmesi sonucunda tek eksenli basınç direnci ile hacimce su emme değerleri arasında negatif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) 0.82 olduğu tespit edilmiştir ve aralarında

$$UCS = (-68.254)n_{HSE} + 225.45 \quad (15)$$

şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir (Tablo 14). Özellikle tek eksenli basınç direnci (UCS) ve hacimce su emme verileri arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, değerler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.

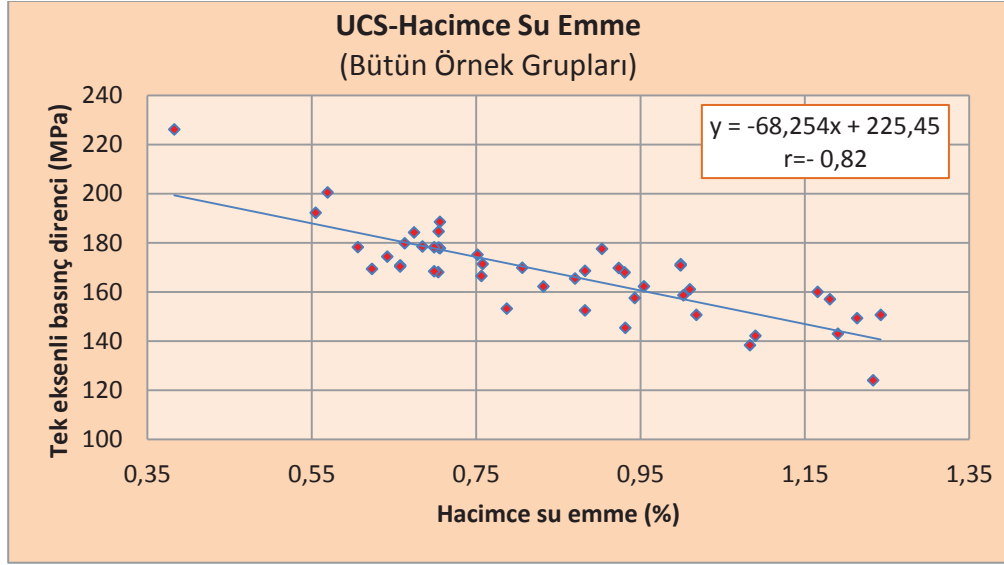


Şekil 92. Boyuna ultrasonik dalga hızı (V_p) verilerinden elde edilen gözlenen değer ve hesaplanan değer parametrelerinin $y=x$ doğrusu ile karşılaştırılması

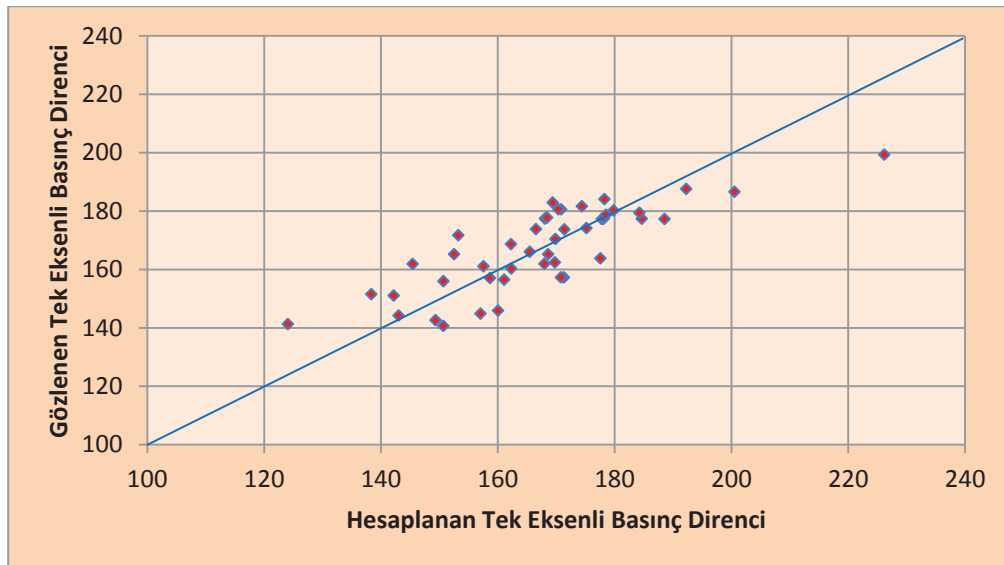
Tek eksenli basınç direncinin tahmininde hacimce su emmenin bağımsız değişken olarak alınması durumunda çok yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir.

Regresyon analizinde belirlenen eşitliklerin doğruluğunu test etmek için gözlenen değer-hesaplanan değer grafikleri hazırlanmış ve $y=x$ doğrusuyla analiz sonucunda elde edilen doğru karşılaştırılmıştır (Şekil 94).

Çalışmada çizilmiş grafikler (Şekil 94) yorumlandığında analizler sonucunda çizilmiş doğruların regresyon katsayısı bir olan doğruya yaklaşık olarak paralel olduğu görülmüştür.



Şekil 93. Tüm kayaç gruplarına ait tek eksenli basınç direnci parametreleri ve hacimce su emme parametreleri arasındaki ilişki.



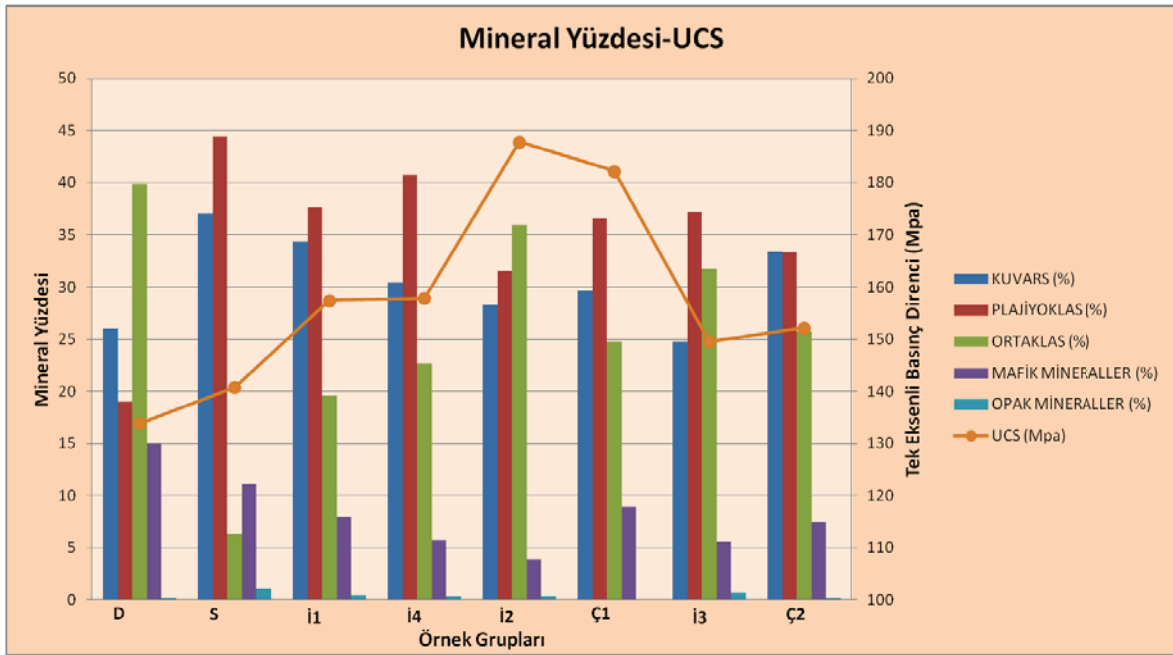
Şekil 94. Hacimce su emme verilerinden elde edilen gözlenen değer ve hesaplanan değer parametrelerinin $y=x$ doğrusu ile karşılaştırılması

Tablo 14. Tek eksenli basınç direnci-ultrasonik dalga hızı ve tek eksenli basınç direnci-hacimce su emme arasındaki bağıntılar ve korelasyon katsayıları

| İLŞİKİDE KULLANILAN PARAMETRELER | Korelasyon Katsayısı (r) | Bağıntı |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| UCS-Vp | 0.80 | $UCS=0,0402Vp(-14,073)$ |
| UCS- Hacimce Su Emme | -0.82 | $UCS=(-68.254)n_{HSE}+225.45$ |

3.4.1.2. Petrografik Parametreler ve Dayanım Parametreleri Arasında Basit Regresyon Analizleri

Kayaçların mekanik davranışları üzerinde etkili olan en önemli parametreler porozite, su içeriği ve su emme gibi kayaç dokusu ile ilişkili özelliklerdir. Bu nedenle literatürde mekanik özelliklerle indeks özellikler arasından birbirinden farklı birçok istatistiksel ilişki kurulmuştur. Ancak bu ilişkiler çoğunlukla belirli bir bölgeye ait kayaçların özelliklerini yansıtmaktadır ve genellikle mineral boyutu ve mineral yüzdesi gibi petrografik özellikler göz ardı edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada ilk olarak mineral yüzdesi ile tek eksenli basınç direnci değeri arasında istatistiksel ilişkiler aranmış ve mineral yüzdesi birbirine yakın olan kayaçlarda tek eksenli basınç direncinin arttığı görülmüştür (Şekil 95). İstatistiksel ilişkilerde kullanılan verilerin değerleri Tablo 15’de sunulmuştur. Bu verilerin detaylı hesaplamaları ve değerlerin tamamı ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 20-28).

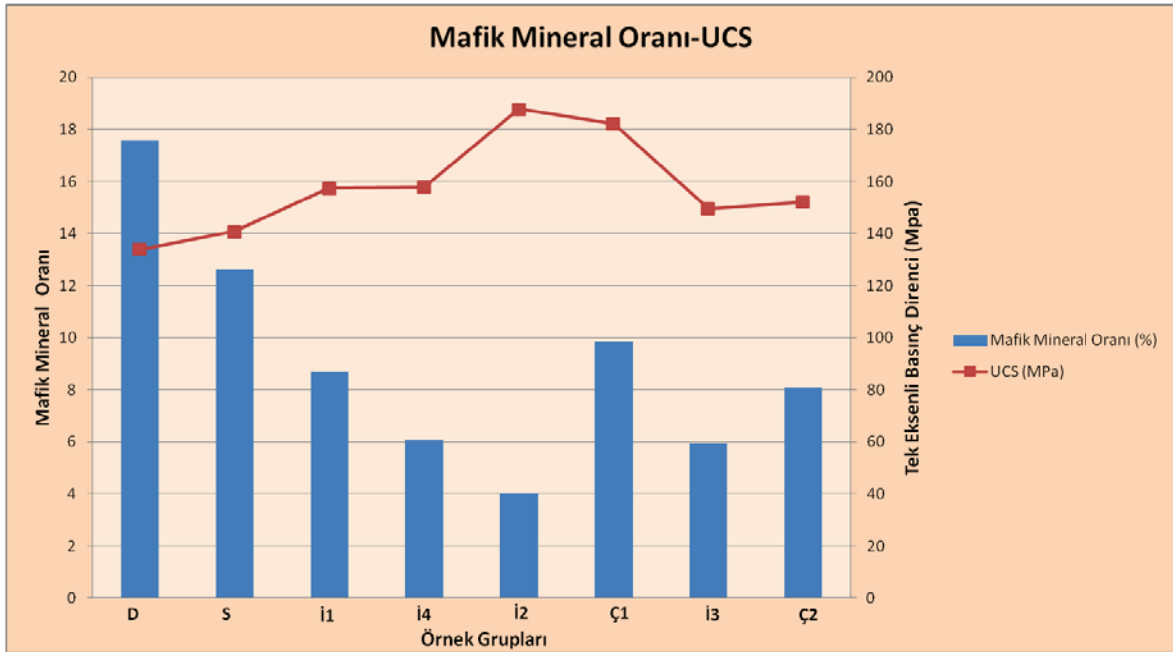


Şekil 95. Örnek gruplarının ortalama mineral yüzdeleriyle ortalama tek eksenli basınç direnci değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik

Tablo 15. Örnek gruplarının modal analiz ve tek eksenli basınç direnci özet tablosu

| | Mineral Yüzdesi | | | | | Mafik Mineral Oranı | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) |
|----|-----------------|-------------|----------|---------------|--------------|---------------------|----------------------------------|
| | Kuvars | Plajiyoklas | Ortoklas | Mafik Mineral | Opak Mineral | | |
| İ1 | 34.38 | 37.59 | 19.60 | 7.95 | 0.49 | 8.68 | 157.45 |
| İ2 | 28.26 | 31.56 | 35.94 | 3.87 | 0.38 | 4.04 | 187.81 |
| İ3 | 24.79 | 37.22 | 31.70 | 5.56 | 0.73 | 5.93 | 149.57 |
| İ4 | 30.44 | 40.75 | 22.69 | 5.71 | 0.42 | 6.08 | 157.90 |
| B | 29.25 | 39.88 | 19.15 | 11.13 | 0.59 | 12.52 | 210.70 |
| Ç1 | 29.64 | 36.62 | 24.77 | 8.97 | 0.00 | 9.85 | 182.26 |
| Ç2 | 33.43 | 33.28 | 25.69 | 7.47 | 0.14 | 8.08 | 152.16 |
| D | 26.02 | 19.02 | 39.86 | 14.92 | 0.17 | 17.57 | 133.90 |
| S | 37.06 | 44.45 | 6.33 | 11.09 | 1.08 | 12.63 | 140.81 |

Yapılan petrografik incelemeler sonucunda kayaçlarda genel olarak mafik mineral (biyotit ve hornblend) oranının %4.04-%17.57 arasında değiştiği görülmektedir. Mineral bileşimi homojen olan mineralli kayaçlarla heterojen olan kayaçların mekanik davranışı birbirinden farklı olacağından bu çalışmada mafik mineral yüzdesinin kuvars, plajiyoklas ve ortoklas yüzdesine oranının tek eksenli basınç dayanımı üzerinde etkisi araştırılmış ve düşük mafik mineral yüzdesine sahip kayaçların tek eksenli basınç dirençlerinin, mafik mineral oranı yüksek olan kayaçlara göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 96).

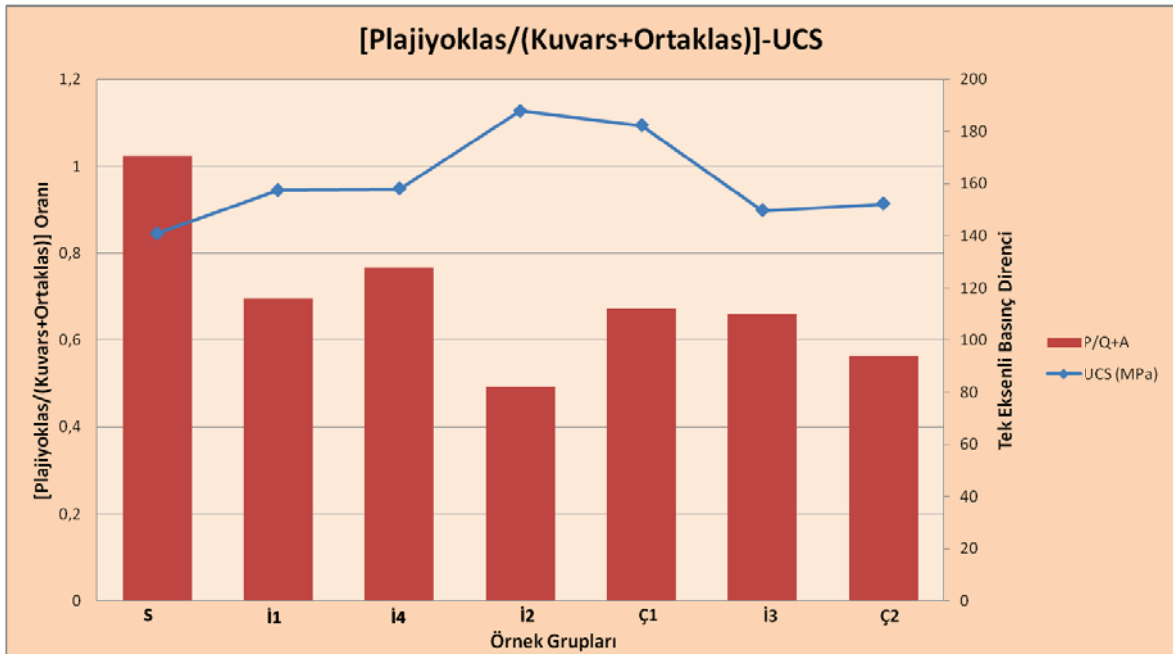


Şekil 96. Mafik mineral yüzdesinin tek eksenli basınç direnci parametresi üzerindeki etkisi

Bilindiği gibi ortoklas ve kuvars düşük sıcaklık mineralleri iken Ca'lu plajiyoklaslar yüksek Na'lu plajiyoklaslar düşük sıcaklık mineralleridir. Bu kriter dikkate alınarak plajiyoklas mineralleri diğer iki mineralden bağımsız tutulmuş ve tek eksenli basınç direnci değerleri arasında Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) oranı ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 97). Şekil 97 incelendiğinde genel olarak Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) oranı düşük olan kayaların tek eksenli basınç değerleri yüksek olduğu anlaşılmaktadır. İstatistiksel ilişkilerde kullanılan verilerin değerleri Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. Kayaç gruplarındaki Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) oranı ve ortalama tek eksenli basınç değerleri

| Örnek Grubu | Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) Oranı | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) |
|-------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| İ1 | 0.70 | 157.45 |
| İ2 | 0.49 | 187.81 |
| İ3 | 0.66 | 149.57 |
| İ4 | 0.77 | 157.90 |
| Ç1 | 0.67 | 182.26 |
| Ç2 | 0.56 | 152.16 |
| S | 1.02 | 140.81 |

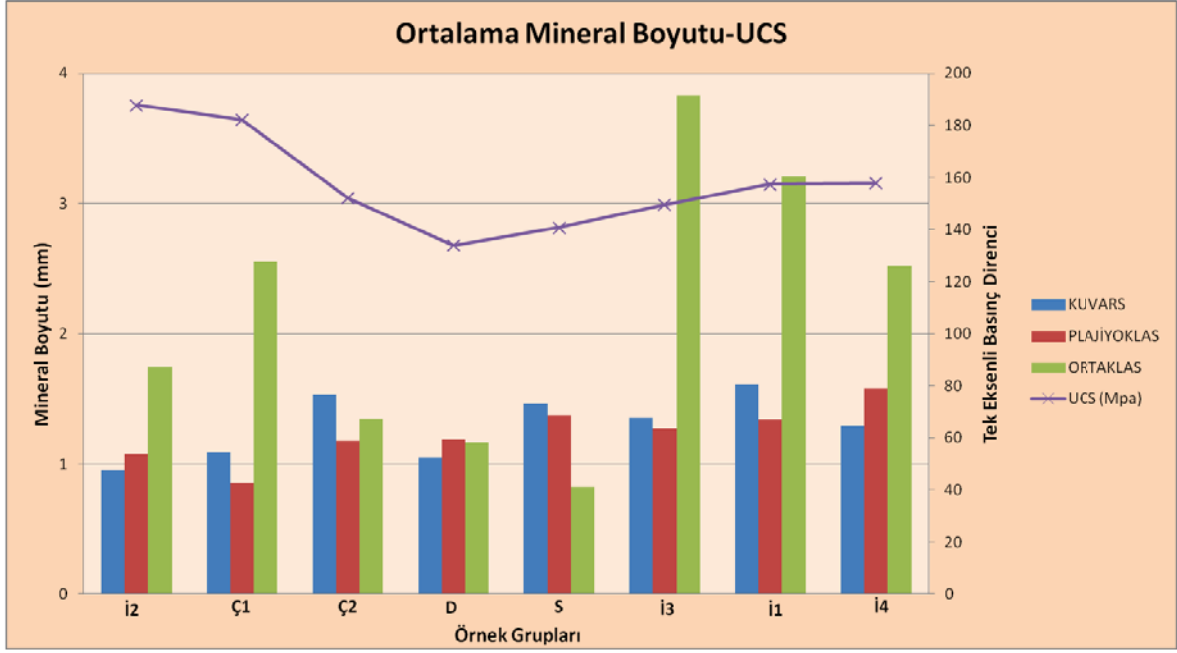


Şekil 97. Örnek gruplarının içerisindeki Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) oranının tek eksenli basınç direnci parametresi üzerindeki etkisi

Kayaçların mineralojik bileşimleri kadar kayaçalarda bulunan minerallerin boyutları da kayaçların mekanik davranışları üzerinde etkili bir parametredir. Çalışmada minerallerin ortalama tane boyutu ile tek eksenli basınç direnci arasında ilişkiler aranmıştır. Elde edilen veriler yorumlandığında granitik kayaçların dayanımının ortoklas boyutuna bağlı olduğu görülmüştür. Çalışmada bu sonucun çıkmasının sebebi ortoklas boyutunun diğer minerallere göre çok daha büyük olmasıdır (Şekil 98). Boyut analizi ve tek eksenli basınç direnci verilerinden çizdirilen grafik incelendiğinde genel olarak ortoklas boyutu küçüldüğünde tek eksenli basınç direncinin de düştüğü görülmektedir. Aslında tane boyutunun yaklaşık eşit olması tek eksenli basınç direncini arttıran bir özellik olabilir. Ancak incelenen kayaçlardaki ortoklasın ortalama tane boyutunun diğer minerallere göre yüksek olması (yer yer 1cm) çalışmada elde edilen sonucu doğrulamıştır (Şekil 98). İstatistiksel ilişkilerde kullanılan verilerin değerleri Tablo 17’de sunulmuştur. Bu verilerin detaylı hesaplamaları ve değerlerin tamamı ekler kısmında tablo şeklinde sunulmuştur (Ek Tablo 29-37).

Tablo 17. Kayaç gruplarının içerdikleri minerallerin boyut analizi özet tablosu

| Mineral | | Boyut Analizi (mm) | | | | | | | |
|---------------|----------|--------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | Örnek Grupları | | | | | | | |
| | | İ1 | İ2 | İ3 | İ4 | Ç1 | Ç2 | D | S |
| Kuvars | Ortalama | 1.61 | 0.96 | 1.36 | 1.29 | 1.53 | 2.00 | 1.09 | 1.46 |
| | Maksimum | 6.06 | 4.00 | 6.00 | 3.90 | 6.70 | 7.40 | 3.00 | 5.26 |
| | Minimum | 0.34 | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.30 | 0.60 | 0.30 | 0.40 |
| Plajiyoklas | Ortalama | 1.34 | 1.08 | 1.27 | 1.58 | 1.18 | 1.31 | 0.86 | 1.37 |
| | Maksimum | 3.30 | 3.40 | 4.00 | 5.50 | 3.00 | 3.00 | 1.80 | 2.90 |
| | Minimum | 0.36 | 0.36 | 0.32 | 0.56 | 0.30 | 0.40 | 0.30 | 0.40 |
| Ortoklas | Ortalama | 3.21 | 1.74 | 3.83 | 2.52 | 1.35 | 1.59 | 2.56 | 0.82 |
| | Maksimum | 9.20 | 13.00 | 11.80 | 18.20 | 5.20 | 6.40 | 8.50 | 1.40 |
| | Minimum | 0.60 | 0.40 | 0.48 | 0.52 | 0.34 | 0.50 | 0.68 | 0.30 |
| Mafik Mineral | Ortalama | 0.90 | 0.70 | 0.69 | 0.99 | 0.74 | 0.85 | 0.69 | 0.74 |
| | Maksimum | 1.62 | 1.64 | 1.40 | 2.04 | 2.00 | 2.56 | 1.80 | 2.20 |
| | Minimum | 0.12 | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.30 | 0.24 | 0.14 |
| Opak Mineral | Ortalama | 0.17 | 0.40 | 0.28 | 0.30 | 0.17 | 0.19 | 0.24 | 0.26 |
| | Maksimum | 0.24 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.26 | 0.30 | 0.50 | 0.40 |
| | Minimum | 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.12 | 0.10 | 0.10 |

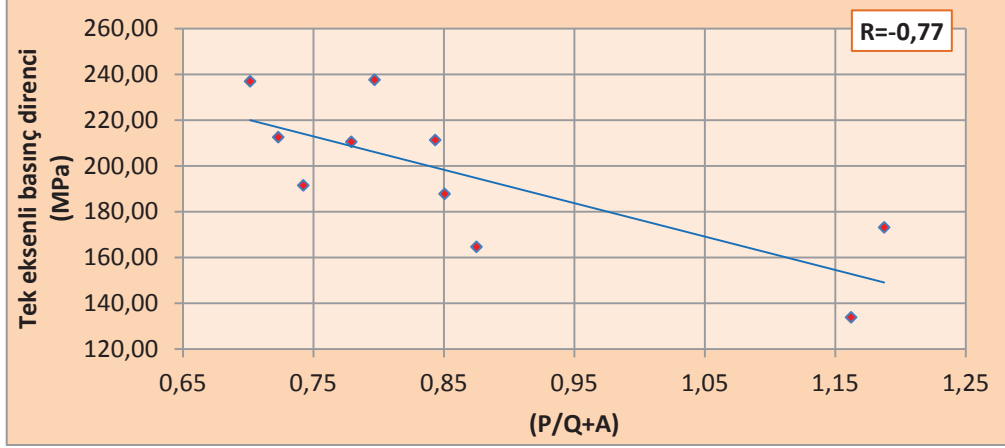


Şekil 98. Örnek gruplarının içerdikleri minerallerin boyutlarının tek eksenli basınç direnci parametresi üzerindeki etkisi

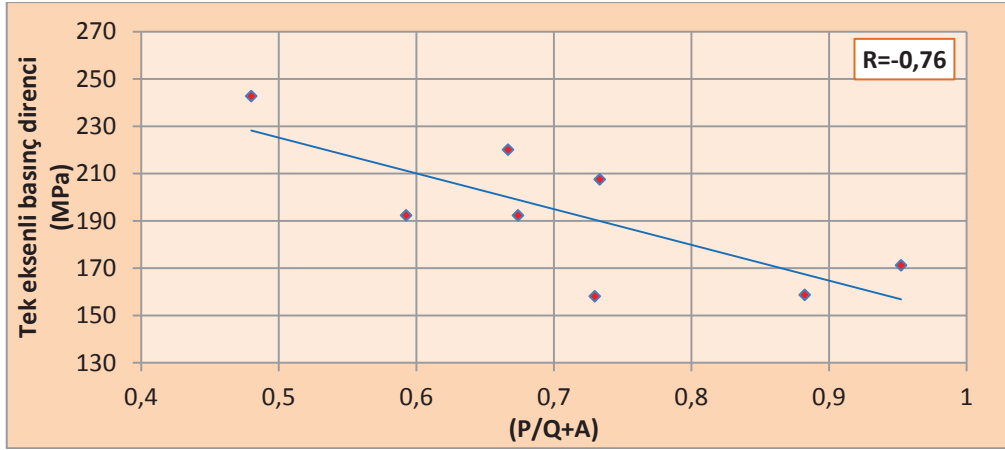
Basit regresyon analizinde her bir kayaç grubu için ayrı ayrı tek eksenli basınç direnci (UCS) değerleri bağımlı değişken, Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı bağımsız değişken olarak alınmıştır ve tek eksenli basınç direnci UCS ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Test sonucunda tek eksenli basınç direnci ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında negatif lineer bir ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (r) (-0.76)–(-0.91) arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 99-107) (Tablo 18). Özellikle tek eksenli basınç direnci (UCS) ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, değerler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.

Tablo 18. Tek eksenli basınç direnci (UCS) ve (P/Q+A) oranı arasında hesaplanan korelasyon katsayıları

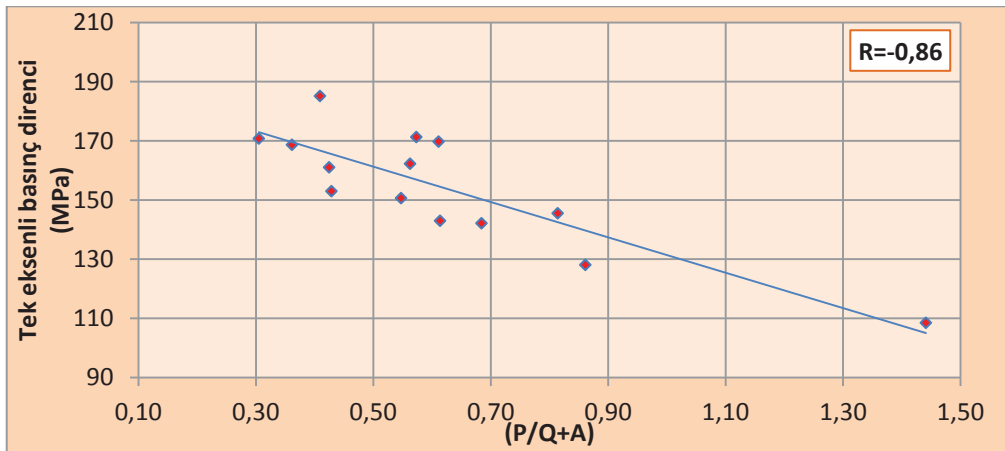
| İLİŞİKİDE KULLANILAN PARAMETRE UCS-(P/Q+A) | | | |
|---|--------------------------|-------------|--------------------------|
| Örnek Grubu | Korelasyon Katsayısı (r) | Örnek Grubu | Korelasyon Katsayısı (r) |
| B | -0.77 | İ2 | -0.81 |
| Ç1 | -0.76 | İ3 | -0.76 |
| Ç2 | -0.86 | İ4 | -0.81 |
| D | -0.82 | S | -0.91 |
| İ1 | -0.89 | Tüm Gruplar | -0.81 |



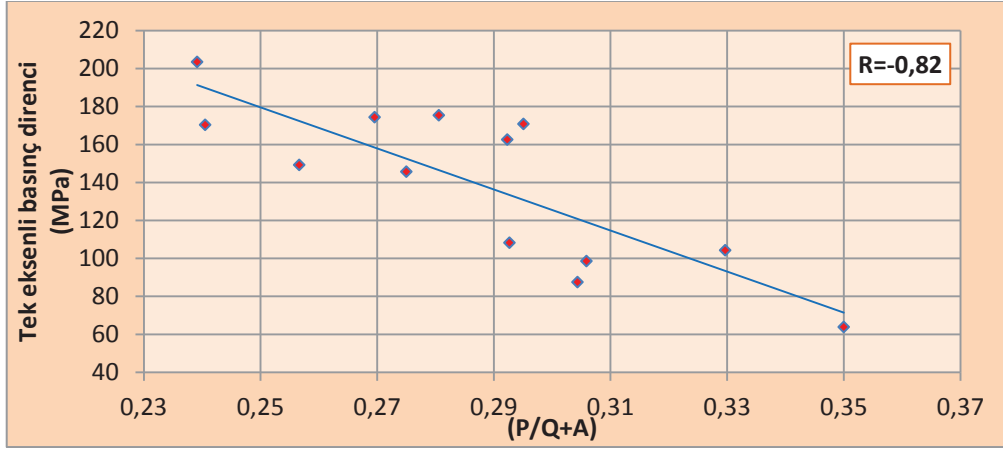
Şekil 99. B kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



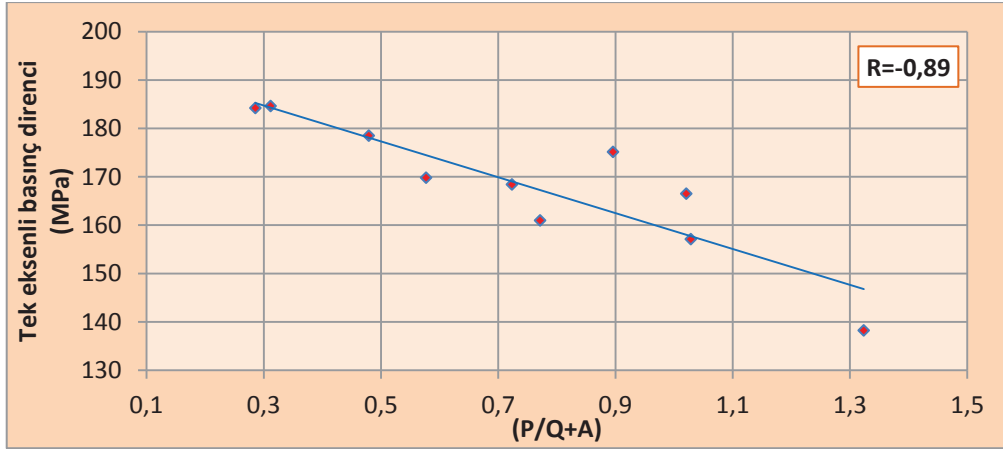
Şekil 100. Ç1 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



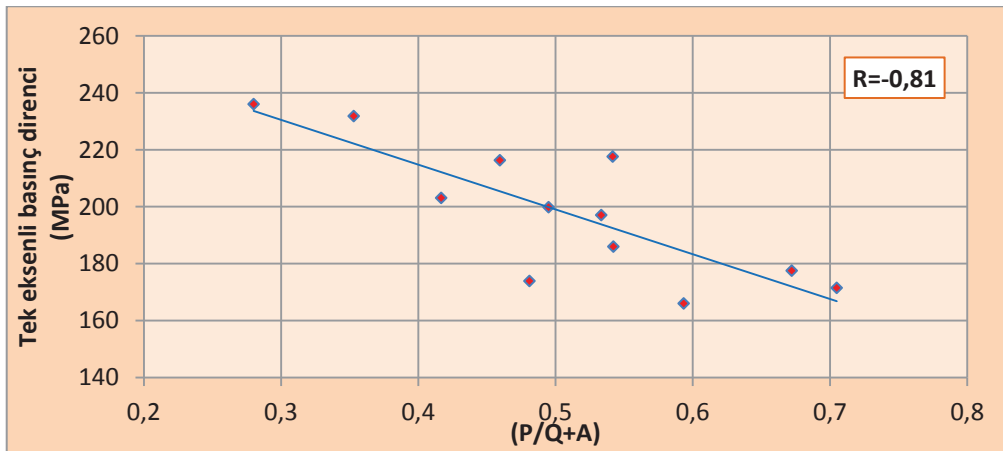
Şekil 101. Ç2 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



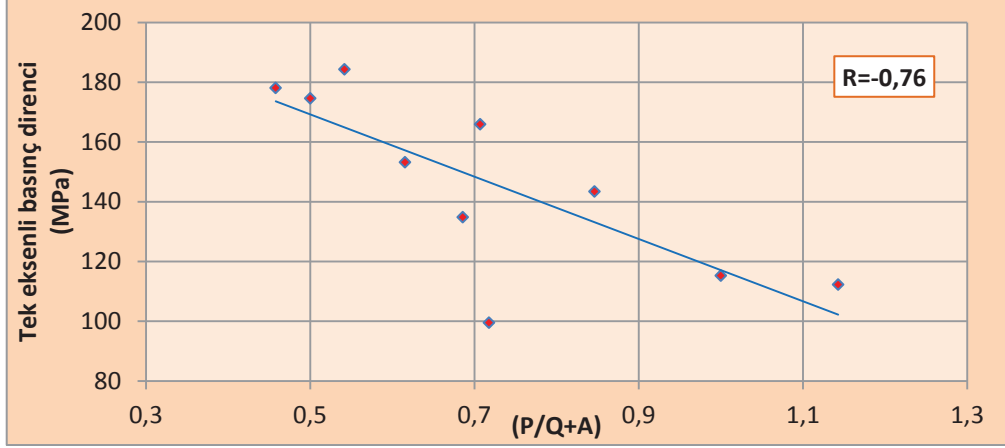
Şekil 102. D kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



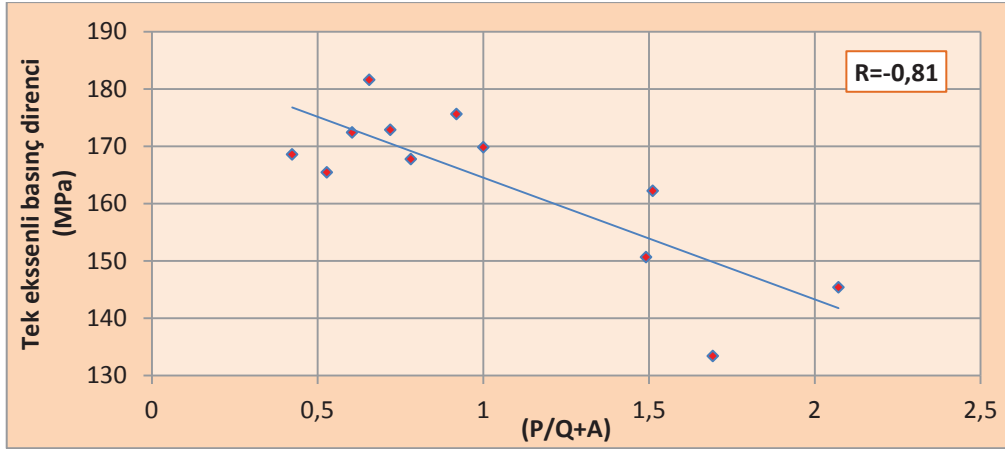
Şekil 103. İ1 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



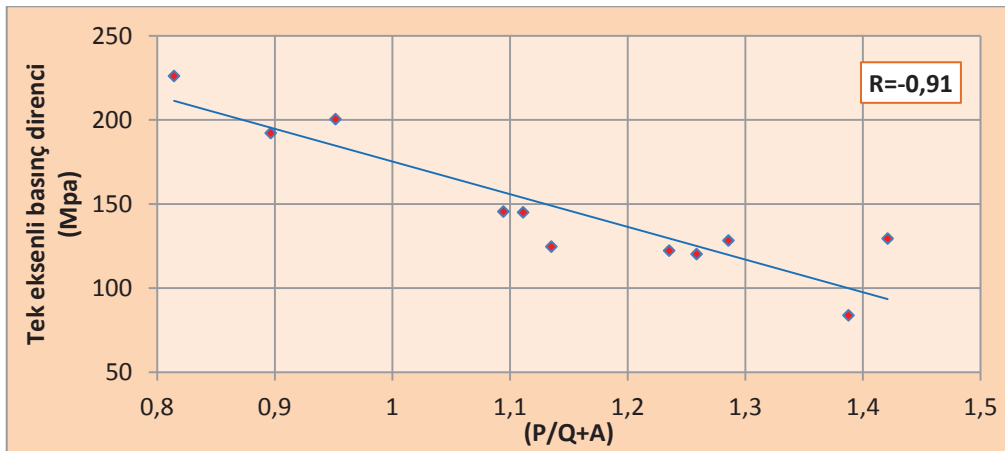
Şekil 104. İ2 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



Şekil 105. İ3 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



Şekil 106. İ4 kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.



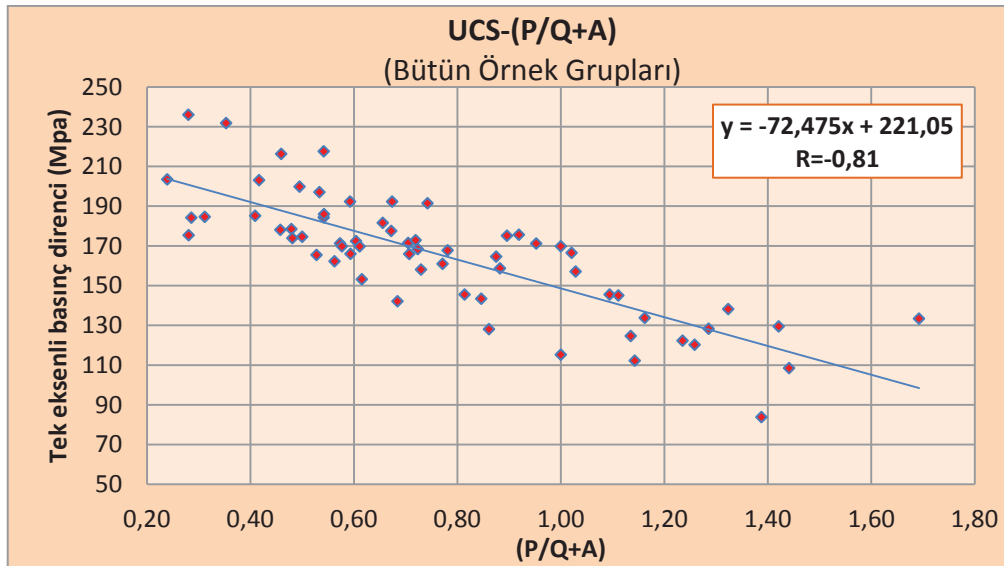
Şekil 107. S kayaç grubuna ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.

Şekil 108’de görüldüğü gibi kayaç grupları tek bir grup gibi düşünülerek UCS ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır ve gruplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde elde edilen sonuca benzer bir sonuç elde edilmiştir.

Bu değerlendirme sonucunda ve UCS ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında korelasyon katsayısı 0.81 olarak hesaplanmış ve aralarında;

$$UCS=(-72.475)(P/Q+A)+ 221 \quad (16)$$

şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir. Özellikle UCS-Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) arasındaki yüksek korelasyon katsayısı, değerler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlar.

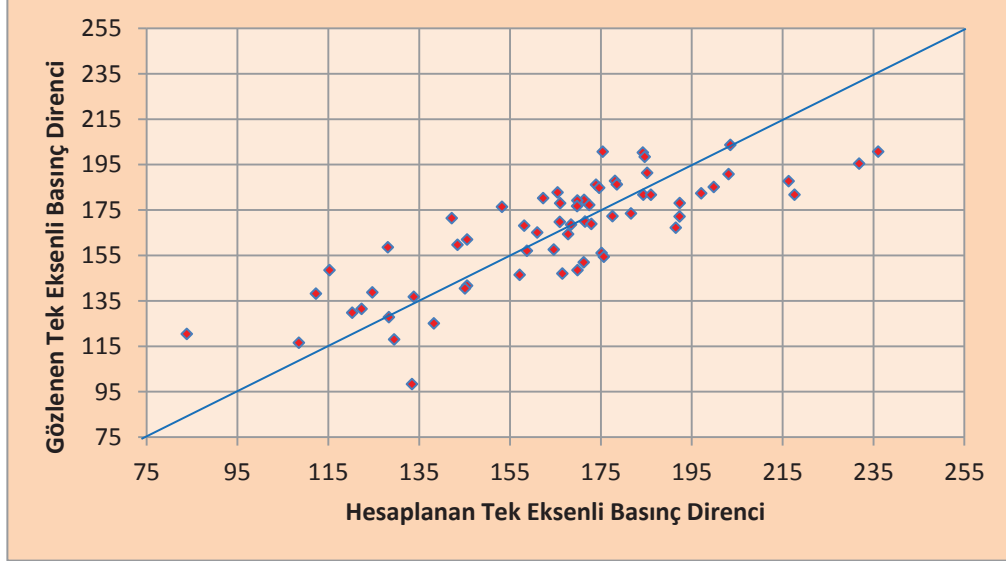


Şekil 108. Tüm kayaç gruplarına ait ortalama tek eksenli basınç direnci parametreleri ve Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı arasındaki ilişki.

Tek eksenli basınç direncinin tahmininde Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) parametresinin bağımsız değişken olarak alınması durumunda çok yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir.

Regresyon analizinde belirlenen eşitliklerin doğruluğunu test etmek için gözlenen değer-hesaplanan değer grafikleri hazırlanmış ve $y=x$ doğrusuyla analiz sonucunda elde edilen doğru karşılaştırılmıştır (Şekil 109).

Çalışmada çizilmiş grafikler (Şekil 109) yorumlandığında analizler sonucunda çizilmiş doğruların regresyon katsayısı bir olan doğruya yaklaşık olarak paralel olduğu görülmüştür.



Şekil 109. Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı verilerinden elde edilen gözlenen değer ve hesaplanan değer parametrelerinin $y=x$ doğrusu ile karşılaştırılması

4. TARTIŞMA

Kayaçların tek eksenli basınç dayanımı mühendislik tasarımlarında dikkate alınan en önemli girdi parametresi olup, gerek yer üstü gerekse de yeraltı mühendislik yapılarının projelendirilme aşamasında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yüzden tek eksenli basınç direncini hem farklı deneylerle bulabilmek hem de tek eksenli basınç direnci üzerinde etkili olan parametreleri ortaya koyabilmek amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda genel olarak indeks parametreler kullanılmış ve bu parametrelerin tek eksenli basınç direnci ile istatistiksel ilişkileri ortaya konmuştur. Bir kısım araştırmacıda petrografik verilerle indeks parametreleri bir arada kullanarak tek eksenli basınç direncini tahmin etmek ve ona etkiyen parametreleri ortaya koymak için çalışmalar yapmışlardır.

Mühendislik jeolojisi ve kaya mühendisliği uygulamalarının bir çoğunda en önemli kaya malzeme özelliklerinden biri olan tek eksenli basınç direncinin belirlenmesinde uygulanan genel prosedür bütün standartlar için benzer olmasına karşın örnek boyutlarında farklılıklar görülmektedir. ISRM (1981) en az 5 adet boyu çapının 2.5-3 katı olan silindirik, ASTM (C170/C170M) en az 5 adet ve 50 mm kenar uzunluğuna sahip küp, Türk Standartları ise 70 mm kenar uzunluğuna sahip küp örnekler üzerinde deney yapılmasını önermektedir. Bununla birlikte deney sayısı ne kadar arttırılırsa arttırılsın elde edilen minimum ve maksimum basınç direnci değerleri arasında çoğu kez 1.5 kattan fazla farklılıklar çıkmaktadır. Bu durum özellikle traverten gibi boşluklu ve tam tersine granit gibi çok sağlam kayaçlarda daha da artmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, 5 cm kenar uzunluğuna sahip toplam 450 küp örneği üzerinde basit indeks deneyler yapılmış, seçilmiş 250 adet örnek üzerinde petrografik incelemeler gerçekleştirilmiş ve bu örneklerin tek eksenli sıkışma dayanımları belirlenmiştir ve istatistiksel parametrelerde 162 adet örnek değerlendirmeye alınmıştır. Bu çalışmada amaç, indeks, petrografik ve dayanım parametreleri arasında istatistiksel ilişkilerin ortaya çıkarılmasından ziyade benzer indeks özelliklere sahip örneklerde farklı tek eksenli basınç direnci değeri elde edilmesinin nedenlerinin petrografik olarak ortaya koyulması olarak düşünülmüştür. Elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Çalışmada 9 farklı lokasyondan alınan granitik kayaçlar üzerinde hacimce su emme, ağırlıkça su emme, özgül ağırlık, birim hacim ağırlık, su içeriği ve ultrasonik dalga hızı gibi basit deneylerden elde edilen verilerle, kayaçlardan yapılan ince kesitler mikroskop

altında incelenerek elde edilen petrografik veriler kullanılmış ve bu verilerin kayaların tek eksenli basınç dayanımı ile arasında istatistiksel ilişkiler araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular maddeler halinde verilmiştir.

1. İnceleme alanı ve çevresinde yaşlıdan gence doğru Paleozoyik yaşlı metamorfik temel, Mesozoyik yaşlı Hamurkesen Formasyonu, Berdiga Formasyonu, Mescitli Formasyonu, Çatak Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu, Çağlayan Formasyonu, Çayırbağ Formasyonu, Bakırköy Formasyonu ve Kaçkar Granitoidleri, Senozoyik yaşlı Kabaköy Formasyonu ve Beşirli Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı taraça ve alüvyonların ve yamaç molozlarının yüzeyleme verdiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere araziden alınan blok numuneler Kaçkar Granitoidinden alınmıştır.

2. Laboratuarda yapılacak deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere araziden blok numuneler alınmıştır. Bu numunelerin alımı sırasında örneklerin sahayı tam olarak temsil etmesine ve çatlaklı olmamasına dikkat edilmiştir. Saha çalışmaları sırasında granitlerden alınan blok örnekler kullanılarak küp deney örnekleri (50x50x50 mm) hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde ISRM (2007), ASTM (1992a ve b; 1994) ve RILEM (1980) Standartlarında belirtilen deneyler yapılmış ve granitlerin fiziksel ve dayanım özellikleri belirlenmiştir.

3. Yapılan deneyler sonucu granit gruplarının su içeriği değerlerinin ortalamaları %0.08-%0.20 arasında, ağırlıkça su emme değerlerinin ortalamaları %0.22-%0.49 arasında, hacimce su emme değerlerinin ortalamaları %0.68-%1.30 olarak ölçülmüştür.

4. Yapılan deneyler sonucu granitlerin doğal birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamaları 25.28 kN/m³-26.16 kN/m³ değerleri arasında, granitlerin doygun birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamaları 25.33 g/cm³-26.17 kN/m³ değerleri arasında, granitlerin kuru birim hacim ağırlık değerlerinin ortalamaları 25.25 kN/m³-26.12 kN/m³ değerleri arasında olduğu bulunmuştur.

5. Bununla birlikte yapılan deneyler sonucu doğal haldeki granitlerin ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerlerinin ortalamaları 4175.69 m/sn-6067.87 m/sn, doygun haldeki granitlerin ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerlerinin ortalamaları 4407.30 m/sn-5720.93 m/sn arasında, kuru haldeki granitlerin ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerlerinin ortalamaları 3800.00 m/sn-5535.11 m/sn arasında olduğu tespit edilmiştir.

6. Yapılan deneyler sonucu granit gruplarının özgül ağırlık değerlerinin 2.60-2.71 arasında olduğu bulunmuştur.

7. Yapılan deneyler sonucu granit gruplarının tek eksenli basınç değerlerinin ortalamalarının 133,90 MPa-210.70 MPa arasında olduğu bulunmuştur.

8. Bununla birlikte bu çalışmada, ağırlıkça su emme, hacimce su emme, su içeriği, ultrasonik dalga hızı (boyuna) ve tek eksenli basınç direnci değerleri kullanılarak ağırlıkça su emme- tek eksenli-basınç direnci, hacimce su emme-tek eksenli basınç direnci, su içeriği-tek eksenli basınç direnci, ağırlıkça su emme-ultrasonik dalga hızı (boyuna), hacimce su emme-ultrasonik dalga hızı (boyuna), su içeriği-ultrasonik dalga hızı (boyuna) ve tek eksenli basınç direnci- ultrasonik dalga hızı (boyuna) parametreleri arasında istatistiksel ilişkiler aranmıştır. Bunlara ek olarak ise petrografik verilerden elde edilen mineral yüzdesi, mafik mineralin diğer minerallere oranı, [plajiyoklas/(kuvars+ortoklas)] oranı ve minerallerin ortalama boyutları ile tek eksenli basınç direnci arasında istatistiksel ilişkiler aranmıştır. Ayrıca bu çalışmada basit tek değişkenli regresyon analizleri uygulanmış analizler sonucunda değişkenler arasındaki ilişkiler grafikler ve korelasyon katsayılarıyla birlikte gösterilmiştir.

9. Bu çalışmada 9 farklı gruba ait granitik kayaçların değerleri ayrı ayrı olarak test edilmiştir. Granit gruplarına ait verilerin regresyon testi sonucunda tek eksenli basınç direnci ile ultrasonik dalga hızı (boyuna) arasında pozitif lineer ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayıları (R) 0.65-0.90 değerleri arasında hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının 0.90 değerine kadar çıkması UCS-hacimce su emme değerleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu kanıtlamıştır.

10. Çalışmada her bir kayaç grubu için ayrı ayrı ağırlıkça su emme ve tek eksenli basınç direnci değerleri arasında istatistiksel bir ilişki aranmış ve dağılım grafikleri çizilmiştir. Sonuç olarak UCS ve ağırlıkça su emme verileri için negatif lineer ilişki belirlenmiş ve 0.73-0.90 değerleri arasında korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Korelasyon katsayılarının UCS ile ağırlıkça su emme değerleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir.

11. Çalışmada her bir kayaç grubu için ayrı ayrı hacimce su emme ve tek eksenli basınç direnci verileri arasında dağılım grafikleri çizilerek aralarında bir ilişki aranmıştır ve bunun sonucunda hacimce su emme ve tek eksenli basınç direnci verileri arasında negatif lineer bir ilişki gözlenmiş ve 0.74-0.90 değerleri arasında korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bulunan korelasyon katsayılarının yüksek olmasından dolayı hacimce su emme ve tek eksenli basınç direnci arasındaki değerleri ilişkinin kuvvetli olduğu tespit edilmiştir.

12. Çalışmada, kayaç grupları için teker teker su içeriği ve tek eksenli basınç direnci değerleri arasında dağılım grafikleri çizilerek aralarındaki ilişki incelenmiştir ve bunun sonucunda su içeriği ve tek eksenli basınç direnci değerleri arasında pozitif lineer bir ilişki olduğu saptanmıştır ve 0.71-0.89 değerleri arasında korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Fiziksel olarak kayaçlarda su içeriğinin artması kayacın içindeki boşluğu arttırdığından dolayı su içeriği değerinin artmasının dayanım parametresini düşürmesi beklenmektedir. Fakat bu çalışmada yapılan değerlendirmeler sonucu su içeriği arttıkça dayanımın arttığı gözlenmiştir. Bunun sebebi granitik kayaçlardaki boşluğun çok küçük değerlere sahip olmasıdır. Bu sebepten dolayı burada kayacın boşluğu değil içindeki su dayanım üzerinde etkili olmaktadır. Korelasyon katsayılarında yola çıkarak su içeriği ve tek eksenli basınç direnci değerleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

13. Çalışmada ultrasonik dalga hızı (boyuna) ve ağırlıkça su emme değerleri için her bir kayaç grubunun kendi içerisinde dağılım grafikleri çizilerek bir ilişki aranmıştır. Bunun sonucunda ultrasonik dalga hızı (boyuna) ile ağırlıkça su emme verileri arasında negatif lineer bir ilişki gözlenmiştir ve bu ilişkinin 0.70-0.89 değerleri arasında korelasyon katsayılarının olduğu tespit edilmiştir. Korelasyon katsayıları incelenerek ultrasonik dalga hızı (boyuna) ve ağırlıkça su emme değerleri arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğu tespit edilmiştir.

14. Çalışmada her bir kayaç grubu için ayrı ayrı hacimce su emme ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) verileri arasında dağılım grafikleri çizilerek aralarında bir ilişki aranmıştır ve bunun sonucunda hacimce su emme ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) verileri arasında negatif lineer bir ilişki gözlenmiş ve 0.74-0.91 değerleri arasında korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Bulunan korelasyon katsayılarının yüksek olmasından dolayı hacimce su emme ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğu tespit edilmiştir.

15. Çalışmada, kayaç grupları için ayrı ayrı su içeriği ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında dağılım grafikleri çizilip aralarındaki ilişki incelenmiştir ve bu inceleme sonucunda su içeriği ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında pozitif lineer bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve 0.72-0.90 değerleri arasında korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Korelasyon katsayıları değerlendirildiğinde su içeriği ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

16. Çalışmada, kayaç grupları verileri tek bir grup gibi düşünülerek tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında dağılım grafiği çizilip

aralarındaki ilişki incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında kayaç gruplarınının teker teker değerlendirilmesinden elde edilen sonuca benzer bir sonuç elde edilmiştir. Değerlendirme sonucunda tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında pozitif lineer bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve korelasyon katsayısı 0.80 olarak hesaplanmış ve aralarında $UCS=0,0402Vp(-14,073)$ şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir.. Korelasyon katsayılarında yola çıkarak tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

17. Çalışmada, kayaç grupları verileri tek bir grup gibi düşünülerek tek eksenli basınç direnci ve hacimce su emme değerleri arasında dağılım grafiği çizilip aralarındaki ilişki incelenmiştir ve bu inceleme sonucunda tek eksenli basınç direnci ve hacimce su emme değerleri arasında grupların teker teker değerlendirilmesinden elde edilen sonuca benzer bir sonuç elde edilmiştir. Değerlendirme sonucunda tek eksenli basınç direnci ve hacimce su emme değerleri arasında negatif lineer bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve korelasyon katsayısı 0.82 olarak hesaplanmış ve aralarında $UCS=(-68,254)n_{hse}+225,45$ şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir. Korelasyon katsayılarında yola çıkarak tek eksenli basınç direnci ve ultrasonik dalga hızı (boyuna) değerleri arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

18. Çalışmada petrografik parametreler ve dayanım parametreleri arasında basit regresyon analizleri kullanılarak petrografik veriler ve tek eksenli basınç direnci arasında istatistiksel ilişkiler aranmış ve bunlar histogramlar üzerinde gösterilmiştir. İlk olarak bir kayaç grubu için petrografik çalışmalardan elde edilen mineral yüzdeleri ve tek eksenli basınç dirençleri histogram ve çizgi grafik olarak aynı grafikte çizilip incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda mineral yüzdesi birbirine yakın olan kayaçlarda tek eksenli basınç direncinin arttığı görülmüştür.

19. Çalışmada petrografik incelemeler sonucu elde edilen mafik mineral oranı ile tek eksenli basınç direnci arasında bir istatistiksel ilişki aranmış ve bu veriler histogram ve çizgi grafik şeklinde tek bir grafikte gösterilmiştir. Bu çalışma sonucunda düşük mafik mineral yüzdesine sahip kayaçların tek eksenli basınç dirençlerinin yüksek mafik mineral yüzdesine sahip kayaçlara göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

20. Çalışmada kayacın yaklaşık %85-90 nını oluşturan kuvars, plajiyoklas ve ortoklas ile tek eksenli basınç direnci arasında bir ilişki aranmıştır. Bu ilişki aranırken ortoklas ve kuvarsın düşük sıcaklık minerali olması fakat Ca'lu plajiyoklasların yüksek

Na'lu plajiyoklasların düşük sıcaklık mineralleri olması kriteri göz önüne alınmış ve plajiyoklas mineralleri diğer iki mineralden bağımsız tutulmuş ve tek eksenli basınç direnci değerleri arasında Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) oranı ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda Plajiyoklas/(Kuvars+Ortoklas) oranı arttıkça kayacın tek eksenli basınç direncinin düştüğü gözlenmiştir.

21. Çalışmada kayaçları oluşturan minerallerin boyutlarının tek eksenli basınç direnci üzerinde etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Petrografik incelemeler sonucunda kayacı oluşturan minerallerin ortalama boyutları ile tek eksenli basınç direnci histogram ve çizgi grafik olarak aynı grafikte gösterilmiştir ve bunun sonucunda granitik kayaçlarda ortoklasın mineral boyutunun dayanım üzerinde çok etkili olduğu görülmüştür. Genel olarak kayaçlardaki ortoklasın boyutu büyüdükçe tek eksenli basınç direnci değerlerinin arttığı görülmüştür. Genel kanı mineral boyutlarının birbirine yaklaşık eşit olması tek eksenli basınç direncini artırıyor olmasıdır. Fakat kayaçlardaki ortoklasın ortalama tane boyutunun diğer minerallere göre yüksek olması (yer yer 1cm) çalışmada elde edilen sonucu doğurmuştur.

22. Çalışmada her bir kayaç grubu için ayrı ayrı tek eksenli basınç direnci (UCS) bağımlı değişken Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) bağımsız değişken olarak alınmıştır ve UCS ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Test sonucunda tek eksenli basınç direnci ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında negatif lineer bir ilişki belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının (R) 0.76-0.91 arasında olduğu tespit edilmiştir. Özellikle UCS-boyuna su içeriği arasındaki yüksek korelasyon katsayısı, değerler arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunun kanıtıdır.

23. Çalışmada kayaç grupları tek bir grup gibi düşünülerek UCS ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır ve gruplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde elde edilen sonuca benzer bir sonuç elde edilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda ve UCS ile Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasında korelasyon katsayısı 0.81 olarak hesaplanmış ve aralarında $UCS = (-72.475)(P/Q+A) + 221$ şeklinde bir bağıntı elde edilmiştir. Özellikle UCS- Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) arasındaki yüksek korelasyon katsayısı, değerler arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunun kanıtıdır.

24. Çalışmada gözlenen değer-hesaplanan değer grafikleri çizilmiş grafikler yorumlandığında, Plajiyoklas/(kuvars+ortoklas) oranı, hacimce su emme ve ultrasonik dalga hızlarına (boyuna) ait deneysel ve istatistiksel sonuç dağılımının $y=x$ doğrusuna yaklaşık olarak paralel dizildiği görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğu Karadeniz Bölümünün 9 farklı bölgesinden temin edilen granitik kayaç blokları üzerinde yapılan jeomekanik deneyler ve petrografik incelemelerin bir arada değerlendirilmesinden aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkarılmıştır.

1. Sadece indeks özelliklerden yola çıkarak kayaçların tek eksenli basınç direnci değerlerinin istatistiksel olarak tahmin edilmesi; sonuçları doğruluktan uzaklaştırmaktadır. Bununla birlikte her ne kadar yüksek korelasyon katsayısına sahip istatistiksel ilişkiler belirlense de, benzer indeks özelliklere sahip birçok örneğin tek eksenli basınç dirençleri arasında büyük farklılıklar belirlenmiştir. Bu eksiklik mineralojik bileşim ve kayacın dokusal özelliklerinin belirlenmesi gerekliliğini açığa çıkarmış; tane boyutu ve mineral yüzdesi değerlerinden yola çıkarak kayaçların tek eksenli basınç direnci değerleri yorumlanmıştır. Bununla birlikte ince kesitlerin kırılma yüzeyleri boyunca yapılamamış olması araştırmayı olumsuz şekilde etkilemiştir.

2. Yapılan deneysel çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda bu tür istatistiksel ilişkilerin belirlenmesi için tek tip litolojide çalışmaların gerçekleştirilmesi yeterli sonuç vermemektedir. Bu nedenle özellikle mineral bileşimi düşünüldüğünde tek tip kayaç grubu ele alınmalı, bu kayaç grubunda mineral yüzdeleri ve tane boyutu aynı olmalı ve ince kesit boyutu düşünüldüğünde mineral boyutu 1-2 mm değerini geçmeyecek şekilde örnekler seçilmelidir.

3. Çalışmada benzer indeks ve petrografik özelliklere sahip kayaçlarda dahi farklı dayanım değerleri elde edilmiştir. Her ne kadar taze ve ayrışmamış granit örnekleri seçilse de özellikle bazı ince kesitlerde serisitleşme ve kaolenleşme izlerine rastlanmıştır. Bu durum da deney sonuçlarını etkilemektedir. Bu nedenle bu tür çalışmalarda ayrışma şekli ve derecesi mutlaka bir girdi parametresi olarak düşünülmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akın, H., 1978. Geologie, Magmatismus und Lager-Staettenbildung im Ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik, Geologische Rundschau, 68,253-283.
- Aliyazıcıoğlu, İ., 1999. Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alp, İ., Yılmaz, A.O., Arslan, M., Kolaylı, H. ve Er, M., 2005. Physical and Mechanical Properties of Gümüşhane and Bayburt (Turkey) Travertine and Onix Marble, Proceeding of 1st International Symposium on Travertine, Denizli, 224-230.
- Arslan, M., Kolaylı, H., Temizel, İ., Çiftçi, E., Alp, İ., Yılmaz, A.O. ve Er, M. 2005. Petrography, geochemistry and formation conditions of Gümüşhane and Bayburt area travertine and onyx deposits, NE Turkey, Proceeding of 1st International Symposium on Travertine, Denizli, Turkey, 171-176.
- Arslan, M. ve Aslan, Z., 2006. Mineralogy, Petrography and Whole-Rock Geochemistry of Tertiary Granitic Intrusion in the Eastern Pontides, Turkey, Journal of Asian Earth Sciences, 27, 177-193.
- Aslan, Z., Arslan, M. ve Şen, C., 1999. Doğu Pontid'lerin Kuzey ve Güney Zonlarında Yüzeyleyen Eosen Yaşlı Granitik Sokulumların Karşılaştırılmalı Jeolojik, Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Mayıs, Ankara, Bildiriler Kitabı: 223-230.
- ASTM 1984. American Society for Testing and Materials. Standard test method for unconfined compressive strength of intact core specimens. Soil and Rock, Building Stones: Annual Book of ASTM Standards 4.08. Philadelphia, Pennsylvania, ASTM, 1984.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1992a. Standard Test Method for Evaluation of Durability of Rock for Erosion Control Under Wetting and Drying Conditions (ASTM D5313-92), Annual Book of ASTM Standards, Construction: Soil and Rock, ASTM Publication, 189-190.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1992b. Standard Test Method for Evaluation of Durability of Rock for Erosion Control Under Freezing and Thawing Conditions (ASTM D5312-92), Annual Book of ASTM Standards, Construction: Soil and Rock, ASTM Publication, 1344-1346.

- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1994. Annual Book of ASTM Standarts-Construction, Soil and Rock, ASTM Publication, 04.08, 978.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 2013. Standart Test Method For Compressive Strength Of Dimension Stone. ASTM Publication, Designation: C170/C170M-09, United States.
- Aufmuth R.E., 1973. A Systematic Determination of Engineering Criteria for Rocks. Bull. Assoc. Eng. Geol. 11, 235– 245.
- Babacan, A. E., Gelişli, K. ve Ersoy, H., 2008. Ultrasonik Ölçümlerle Kayaçların Jeoteknik Özelliklerinin Belirlenmesi, Türkiye 18. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, Ekim, Antalya, Bildiriler Kitabı:1-4.
- Babacan, A. E., Ersoy, H. ve Gelişli, K., 2012. Kayaçların Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özelliklerinin Ultrasonik Hız Tekniği ve Zaman-Frekans Analiziyle Belirlenmesi: Bej Kireçtaşları (KD Türkiye) Üzerinde Örnek Bir Çalışma, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 36, 1.
- Başarır, H., Kumral, M. ve Özsan, A., 2004. Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımının Basit Deney Yöntemleriyle Tahmini, VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Ekim, Sivas, Bildiriler Kitabı:65-71.
- Baykal, A., F., 1952. Recherces Geologique Dans la Region de Kelkit-Şiran (NE de Anatolie), İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, 289-304.
- Bektaş, O., 1984. Pontidlerde Üst Kretase Yaşlı Şoşonitik Volkanizma ve Jeotektonik Önemi, KTÜ. Yerbilimleri Dergisi, 3, 1-2, 53-62.
- Bektaş, O., 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Back of Eastern Pontides, MTA Bulletin, 103-104, 1-15.
- Bektaş, O. ve Çapkinoğlu, Ş., 1997. Doğu Pontid magmatik arkında (KD Türkiye) neptüniyen dayklar ve blok tektoniği: Mesozoyik havzalarının kinematiki ile ilgili bulgular. Çukurova Univ. Jeoloji Eğitiminde 20 yıl Sempozyumu, Nisan, Adana, Bildiri Özetleri, 187-189.
- Beverly B.E., Schoenwolf D.A. and Brierly G.S., 1979. Correlations of Rock Index Values with Engineering Properties and The Classification of Intact Rock.
- Bieniawski, Z.T., 1974. Estimating The Strength of Rock Materials, Journal of South Africa Instutie Mining Metallurgie, 74, 312–320.
- Bieniawski Z.T., 1975. Point Load Test In Geotechnical Practice. Eng. Geol.: 9, 1, 1–11.
- Broch E. ve Franklin J.A. 1972. Point-Load Strength Test. Int J Rock Mech. Min. Sci. 9, 669–97.

- Boynukalın, S., 1990. Dereli (Giresun) Baraj Yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Boztuğ, D., Wagner, G., A., Erçin, A., İ., Göç, D., Yegingil, Z., İskenderoğlu, A., Kuruçelik, M.K., Kömür, İ. ve Güngör, Y., 2002. Sphene and Zircon Fission-Track Geochronology Unravelling Subduction and Collision-Related Magma Surges in the Composite Kaçkar Batholith, Eastern Black Sea Region, Turkey, 1st International Symposium of The Faculty of Mines (İTÜ) on Earth Sciences and Engineering, May, İstanbul, Turkey, Proceedings book:121 s.
- Cargill J.S. ve Shakoor A., 1990. Evaluation of Empirical Methods for Measuring The Uniaxial Compressive Strength, *Int J. Rock Mech. Min. Sci.* 27, 495–503.
- Chang, C., Zoback, M. D. ve Khaksar, A., 2006. Empirical Relations between Rock Strength and Physical Properties İn Sedimentary Rocks, *Journal of Petroleum and Engineering*, 51, 223-237.
- Chary, K.B., Sarma, L.P., Prasanna, K.J., Vijayakumar, N.A., Naga, V. ve Rao, S., 2006. Evaluation of Engineering Properties of Rock Using Ultrasonic Pulse Velocity and Uniaxial Compressive Strength, National Geophysical Research Institute, Indian Society for Non-Destructive Testing Hyderabad Chapter Proc. National Seminar on Non-Destructive Evaluation Dec., Hyderabad, 379-385.
- Chau K.T. ve Wong R.H.C. 1996. Uniaxial compressive strength and point load strength. *Int J Rock Mech Min Sci* ,33, 183–8.
- Chen, H. ve Hu, Z., 2003. Some factors affecting the uniaxial strength of weak sandstones, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 62, 323-332.
- Chayes, F., A., 1949. Simple point counter for thin-section analysis, *The American mineralogist : journal of the Mineralogical Society of America*, 1-11.
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İ.T.Ü., Maden Fakültesi, İstanbul.
- D'Andrea D.V., Fisher R.L. ve Fogelson D.E., 1964. Prediction of Compression Strength from Other Rock Properties. *Colo. Sch. Mines. Q.*, 59 4B., 623–40.
- Deere D.U. ve Miller R.P. 1966. Engineering Classification and Index Properties for Intact Rock.. Air Force Weapons Lab. Tech. Report, AFWL-TR 65-116, Kirtland Base, New Mexico.
- Dinçer, İ., Acar, A., Çobanoğlu, İ. ve Uras, Y., 2004. Correlation between Schmidt hardness, uniaxial compressive strength and Young's modulus for andesites, basalts and tuffs, *Bull. Eng. Geo. Env.*, 63, 141-148.

- Draper, N.R. ve Smith H. 1981. Applied Regression Analysis (Second Edition), John Wiley and Sons, Inc., 211.
- Eren, M., 1983. Gümüşhane- Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erguvanlı, K., 1952. Trabzon-Gümüşhane Arasının Jeolojisi, MTA, Ankara.
- Ersoy, H., 2001. Kalecik (Torul-Gümüşhane) Mineralli Sularının Hidrolojisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ersoy, H., Dilek, R., Gültekin, F. and Fırat Ersoy, A., 2005. Relationship Between Karstic Structures and Fault Systems in Kalecik (Torul-Gümüşhane), Proceeding of 1st International Symposium on Travertine, September, Denizli, Turkey, Bildiriler Kitabı: 116-121.
- Ersoy, H., Özdemir, A., Yalçınalp, B., 2009. Geology and geotechnical properties of kalecik (Gümüşhane) travertines. Proceedings of The 21st International Mining Congress and Exhibition of Turkey, May, Antalya, 639-648.
- Ersoy, H. ve Kanık, D., 2012. Multicriteria decision-making analysis based methodology for predicting carbonate rocks' uniaxial compressive strength, Earth Sciences Research Journal, 16, 1, 65–74.
- Forster I.R., 1983. The Influence of Core Sample Geometry on The Axial Point-Load Test. *Int J Rock Mech Min Sci*, 20, 291–295.
- Gattinger, T.E., 1962. 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Trabzon paftası, MTA, Ankara,
- Gaviglio P., 1989. Longitudinal Waves Propagation in a Limestone: The Relationship Between Velocity and Density. *Rock Mech Rock Eng*, 22, 299–306.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S., 1992. Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin Arasında (Doğu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Doğu Pontid'lerdeki Bölgesel Yayılımları, Türkiye Jeoloji Bülteni, 35, 15-38.
- Gedik, İ., Kırmacı, Z., Çapkinoğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi. K.T.Ü., Jeoloji Müh. Böl. 30. Yıl Dönümü, Trabzon, 654-667.
- Gedikoğlu, A., 1970. Etude Geologique de la Region de Gököy (Province D'Ordu-Turquie), PhD. Thesis, Faculte Des Sciences, DE l'Universite de Grenoble.
- Gedikoğlu, A., 1978. Harşit Granit Karmaşığı ve Çevre Kayaçları, Doçentlik Tezi, KTÜ, Yer Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979. The Main Lines of Geotectonic Development in the East Pontids in the Mesozoic Era, *Geocome*, 1, 555-580.

- Ghose A.K. and Chakraborti, S., 1986. Empirical Strength Indices of Indian Coals—An Investigation. Proceedings of 27th US Symp. on Rock Mechanics. Balkema, Rotterdam, 59–61.
- Gokceoglu C., 1996. Schmidt Sertlik Cekici Kullanilarak Tahmin Edilen Tek Eksenli Basinc Dayanimi Verilerinin Güvenilirliği Üzerine Bir Değerlendirme. Jeol. Mühendisligi, 48, 78 – 81. (In Turkish).
- Goktan R.M. 1988. Theoretical and Practical Analysis Of Rock Rippability. Ph.D. thesis, Istanbul Technical University.
- Grasso P., Xu S. ve Mahtab A., 1992. Problems and Promises of Index Testing of Rocks. In: Tillerson, Wawersik, editors. Rock Mechanics. Balkema, Rotterdam, ISBN 9054100451, 879–88.
- Gülibrahimoğlu, J., 1985. Maçka Güneyinin Jeolojik Etüd Raporu, Rap. No: 1328, MTA, Ankara.
- Gunsallus, KL ve Kulhawy FH., 1984. A Comparative Evaluation of Rock Strength Measures. Int J Rock Mech Min Sci, 21, 233–48.
- Güngör, Y., Boztuğ, D. ve Yılmaz, O., 1997. Kaçkar Batoliti Altıparmak Dağı-Soğanlı Dağı Arası (Çamlıhemşin-Rize) Kesiminin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrojenetik İncelenmesi, Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Nisan, Adana, Bildiriler Kitabı: 223-224.
- Güven, İ.H., 1993. Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250.000 Ölçekli Kompilasyonu, MTA Yayınları, Ankara.
- Haramy K.Y. ve DeMarco, M.J., 1985. Use of Schmidt Hammer for Rock and Coal Testing. 26th US Symp. on Rock Mechanics, June, Rapid City. Balkema, Rotterdam, 549–555.
- Hassani FP, Scoble MJ ve Whittaker BN. 1980. Application of Point Load Index Test to Strength Determination of Rock and Proposals for New Size-Correction Chart. In: Proceedings of the 21st US Symposium on Rock Mechanics, Rolla, 543– 564.
- Heidari M., Momeni A. A., Rafiei B., Khodabakhsh S., Torabi M. and Kaveh, 2012. Relationship Between Petrographic Characteristics and the Engineering Properties of Jurassic Sandstones, Hamedan, Iran, Rock Mechanics and Rock Engineering, 46, 1091-1101.
- Inoue M and Ohomi M., 1981. Relation Between Uniaxial Compressive Strength and Elastic Wave Velocity of Soft Rock. In: Akai K, Mayashi M, Nishimatsu Y, editors. Proceedings of the International Symposium on Weak Rock, Tokyo, 9–13.
- ISRM 1981. ISRM Suggested Methods, 1981. In: Brown, E.T., editor. Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods, New York, Pergamon Press, 211.

- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 2007. The complete ISRM suggested methods for rock characterization testing and monitoring. Eds: Ulusay, R., Hudson J.A, 628 p.
- Jhon, K. W., 1969. Civil engineering approach to evaluate strength and deformation of regularly jointed rock, Proc 11th Symp. Roc Mech., Berkeley, 69-80.
- JICA (Japan International Cooperation Agency), 1985. The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1, MetalMining Agency of Japan.
- Kahraman, S., 1996. The Reliability of Using Schmidt Hammer and Point Load Strength Test in Assessing Uniaxial Compressive Strength, In: Korkmaz S. ve Akcay, M. (Eds.), K.T.U. Department of Geological Engineering 30th Year Symposium Book. Trabzon, 362– 369.
- Kahraman, S., 2001. Evaluation of Simple Methods for Assessing The Uniaxial Compressive Strength of Rock. International Journal of Rock Mechanics ve Mining Sciences, 38, 38, 981–994.
- Kahraman, S. ve Yeken, T., 2008. Determination of physical properties of carbonate rocks from P-wave velocity. Bulletin of Engineering Geology and the Environment.
- Karakul, H. ve Ulusay, R., 2012. Kayaların Dayanım Özelliklerinin Farklı Doygunluk Koşullarında P-dalga Hızından Kestirimi ve P-Dalga Hızının Fiziksel Özelliklere Olan Duyarlılığı, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 33, 3, 239-268.
- Katz, O., Rechtes Z. ve Roegiers, J.C., 1999. Evaluation of Mechanical Rock Properties Using a Schmidt Hammer. International J. Of Rock Mech. Min. Sci., 37, 723-728.
- Katz, O., Rechez, Z. ve Roegiers, J.C., 2000. Evaluation of Mechanical Rok Properties Using a Schmidt Hammer, Rock Mech. Min. Sci., 37, 723-728.
- Kaygusuz, A., 2000. Torul ve Çevresinde Yüzeylenen Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ketin, I., 1951. Über die Geologie der Gegend Von Bayburt in Wordost Antatolin, Rev. Fac. Sci. Univ. İstanbul, B 16, 113-122.
- Ketin, I., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birliktelikleri, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 66, 23-34.
- Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul, 520 s.
- Kılıç, A. ve Teymen, A., 2007. Determination of mechanical properties of rocks using simple methods, Bulletin of Engineering Geology and the Environment.

- Kılıç, A. M., Keskin, M. Ö., Kılıç, Ö. ve Tutuş, M., 2008. Çukurova Yöresi'nde Bulunan Bazı Mermerlere ait Fiziksel Özelliklerin İstatistiksel Açından İlişkilerin Araştırılması, MERSEM Türkiye VI. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, Afyonkarahisar, 373-379.
- Kidybinski A., 1968. Rebound Number and The Quality of Mine Roof Strata. Int J Rock Mech Min Sci, 5, 283-92.
- Köprübaşı N., 1993. "Tirebolu-Harşit (Giresun) arası Jura-Kretase yaşlı magmatik kayaların petrolojisi ve jeokimyası", Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 139-150.
- Köprübaşı, N., Şen, C. ve Kaygusuz, A., 2000. Doğu Pontid Ada Yayılı Granitoidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, 1, 4, 111-120.
- Lashkaripor, G. R., 2002. Predicting mechanical properties of mudrock from index parameters, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 61, 73-77.
- Meng, Z., Zhang, J. ve Peng, S., 2006. Influence of sedimentary environments on mechanical properties of clastic rocks, Environmental Geology, 113-120.
- Moradian, Z. A. ve Behnia, M., 2009. Predicting the Uniaxial Compressive Strength and Static Young's Modulus of Intact Sedimentary Rocks Using the Ultrasonic Test, 2 Int. J. Geomech. 9, 14-19.
- NACS (North American Commission on Stratigraphy), 1983. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 67, 5, 841-875.
- O'Rourke J.E., 1989. Rock Index Properties for Geoengineering in Underground Development. Min. Eng., 106-110.
- Özçelik, Y.; Bayram, F. and Yaşitli, N.E., 2012. Prediction of engineering properties of rocks from microscopic data, Arabian Journal of Geosciences, 6:3651-3668 pp, 2012, DOI: 10.1007/s12517-012-0625-3
- Özdoğan, K., 1992. Karadağ (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi, Mineralojisi, Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Genetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özsayar, T., 1971. Paläontologie und Geologie des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolien), Gießen, Geologische Schriften, 165-183.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidlerde Kretase: KTÜ Yerbilimleri Derg., 1, 1, 1-65.
- Özsayar, T., Gedikoglu, A. ve Pelin, S. 1981. Artvin Yöresi Yastık Lavların Yaşına İlişkin Paleontolojik Veriler, K.T.Ü. Yerbilimleri Dergisi, 1, 1, 38-42.

- Read J.R.L., Thornten P.N. and Regan W.M., 1980. A Rational Approach To The Point Load Test. In: Proceedings Aust-N.Z. Geomechanics, 2, 35–9.
- Reik G. and Zacas M., 1978. Strength and deformation characteristics of jointed media in true triaxial compression. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. ve Geomech. Abstr.* 15, 295-303.
- RILEM, 1980. Recommended Tests to Measure The Deterioration of Stone and to Assess The Effectiveness of Treatment Methods. Commission 25-PEM, Material and Structures, 13, 175-253.
- Sachpazis C.I., 1990. Correlating Schmidt Hardness with Compressive Strength and Young's Modulus of Carbonate Rocks. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 42, 75– 83.
- Schöpfer, M. P. J., Abe, S., Childs, C. ve Walsh, J.J., 2009. The impact of porosity and crack density on the elasticity, strength and friction of cohesive granular materials: Insights from DEM modeling, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 250-261.
- Schultze-Westrum, H., H., 1961. Kuzeydoğu Anadolu'da Doğu Pontus Mineral Bölgesinin Jeolojisi ve Maden Yatakları ile İlgili Mütaalalar, MTA Dergisi, 57, 63-71.
- Shorey P.R., Barat D., Das M.N., Mukherjee K.P. ve Singh B., 1984. Schmidt Hammer Rebound Data for Estimation of Large Scale In-Situ Coal Strength (Technical Note). Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech., 21, 39–42.
- Singh R.N., Hassani F.P. ve Elkington, P.A.S., 1983. The Application of Strength and Deformation Index Testing to The Stability Assessment of Coal Measures Excavations. *Proc. 24th US Symp. On Rock Mech.*, Texas AveM Univ., AEG. Balkema, Rotterdam, 599– 609.
- Sonmez, H., Gokceoglu, C. and Ulusay, R., 2004. Indirect determination of the modulus of deformation of rock masses based on the GSI system *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 41 (5), 849-857.
- Şahin, S., Y., Güngör, Y. ve Boztug, D., 2004. Comparative petrogenetic Investigation of Composite Kaçkar Batholith Granitoids in Eastern Pontide Magmatic Arc, Northern Turkey, *Earth Planets Space*, 56, 429-446.
- Şarman, E., 1975. İsrail ve Eseli Güneyindeki G41-b1, b2, b3, b4, G42-a1, a4 Paftalarına ait Sahanın 1/10.000 Ölçekli Jeolojik Etüd Raporu, MTA, Etüd Rapor No:1259, Ankara.
- Teymen, A., 2005. Bazı Kayaçların Petrografik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, PhD. Thesis, University College, London.

- Topuz, G., Eyübođlu, Y. ve Dokuz, A., 2002. Petrology and Age of the Saraycık Granodiorite, Pulur Massive, Eastern Pontides, NE Turkey: Preliminary Results, 1st International Symposium of Istanbul Technical University the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, May, İstanbul, Turkey, Proceedings book: 120.
- Tokel, S., 1974. Stratigraphical Anol Volcanic History of the Gümüşhane Area, NE. Turkey.
- Tokel, S, 1983. Liyas volkanitlerinin Kuzey Anadolu'daki dağılımı, Jeokimyası ve Kuzey Tetis Ada yayı Sistemi evriminin açıklanmasındaki önemi: 37. Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultay Bildiri Özetleri Kitabı: 42-44.
- Tugrul A. ve Zarif, I.H., 1999. Correlation of Mineralogical and Textural Characteristics with Engineering Properties of Selected Granitic Rocks from Turkey. Engineering Geology, 51, 303-317.
- Türk-Japon Ekibi, 1985. The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1, 72 s.
- Tüdeş, Ş., 2001. Gümüşhane Kenti ve Yakın Çevresinin Yerleşime Uygunluk Açısından Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ulusay R. ve Sönmez, H., 2002. Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri (Engineering Properties of Rock Masses), Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No.:60, 243s.
- Xu S., Grasso P. ve Mahtab A., 1990. Use of Schmidt hammer For Estimating Mechanical Properties Of Weak Rock. 6th Int.IAEG Congress. Balkema, Rotterdam, 511 – 519.
- Yağız, S., 2008. Predicting uniaxial compressive strength, modulus of elasticity and index properties of rocks using the Schmidt hammer, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 68, 55-63.
- Yalçınalp, B., Ersoy, H., Ersoy, A. F. ve Keke, C., 2008. Bahçecik (Gümüşhane) Travertenlerinin Jeolojik Ve Jeoteknik Özellikleri, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 25-34.
- Yalçınlar, İ., 1981. İspir-Pazar-Arhavi ve Yusufeli Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, MTA, Rapor No: 2022, Ankara.
- Yaşar, E. ve Erdoğan, Y., 2002. Bazı Kayaçların Sertlik Değerleri ile Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin istatistiksel Analizi, KAYAMEK'2002-VI. Bölgesel Kaya Mekanik Sempozyumu, Ekim, Konya, Bildiriler Kitabı: 197-204.
- Yenice, H., 2002. Bazı Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımları ile Diğer Malzeme Özellikleri Arasındaki İlişkiler, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 4, 65-71.

- Yılmaz, C, 1997. Sedimentological records Cretaceous platform-basin transition Gümüşhane region (NE Turkey). *Geologie Mediterran.*, 24, 1-2, 125-135.
- Yılmaz I. and Sendir H. 2002. Correlation of Schmidt hardness with unconfined compressive strength and Young's modulus in gypsum from Sivas (Turkey). *Engineering Geology*, 66, 211– 219.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D., 1996. Space and Time Relations of Three Plutonic Phases in the Eastern Pontides, Turkey, *International Geology Review*, 38, 935-956.
- Yılmaz, Y., 1972. Petrology and Structure of the Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, PhD. Thesis, London University, London.
- Yılmaz, Y., 1974. Gümüşhane Granitinin Yerleşmesi, Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, TJK Yayını, Ankara, 485-490.
- Yılmaz, Y., 1976. Geochemical Study of the Gümüşhane Granite, İ.Ü., Fen Fakültesi, Mec. Seri B, 39, 3-4, 173-203.
- Zankl, H., 1961. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, NE Anatolien, *Geologische Rundschau*, 51, 218-239.
- Zankl, H., 1962. Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, Bayerische, Akademie der Wissenschaften, Abhandlungen, Neue Folge, München, Heft, 109, 61-91.
- Zorlu, K., Ulusay, R., Ocakoğlu, F., Gökçeoğlu, C. ve Sönmez, H., 2004. Predicting Intact Rock Properties of Selected Sandstones Using Petrographic Thin-Section Data, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 41, 3.

7. EKLER

Ek Tablo 1. İ1 grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) | |
|-----------------------|---------------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|--------|-------|-----------------------|---------------------|----------------|------|
| | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru | | | | |
| İ1-1 | 54,94 | 50,82 | 52,09 | 145,44 | 27,92 | 371,22 | 371,99 | 370,89 | 25,03 | 25,08 | 25,01 | 0,30 | 0,76 | 0,09 |
| İ1-2 | 51,81 | 53,83 | 51,91 | 144,77 | 27,89 | 376,00 | 376,82 | 375,69 | 25,47 | 25,52 | 25,45 | 0,30 | 0,78 | 0,08 |
| İ1-3 | 54,55 | 50,71 | 52,43 | 145,03 | 27,66 | 367,86 | 368,66 | 367,57 | 24,87 | 24,93 | 24,85 | 0,30 | 0,75 | 0,08 |
| İ1-4 | 55,98 | 54,77 | 51,45 | 157,75 | 30,66 | 406,37 | 407,17 | 406,09 | 25,26 | 25,31 | 25,25 | 0,27 | 0,68 | 0,07 |
| İ1-5 | 55,58 | 51,41 | 51,89 | 148,27 | 28,57 | 384,15 | 384,83 | 383,83 | 25,41 | 25,45 | 25,39 | 0,26 | 0,67 | 0,08 |
| İ1-6 | 54,05 | 52,92 | 47,98 | 137,24 | 28,60 | 351,08 | 351,82 | 350,78 | 25,09 | 25,14 | 25,07 | 0,30 | 0,76 | 0,09 |
| İ1-7 | 53,14 | 49,25 | 47,27 | 123,71 | 26,17 | 318,06 | 318,83 | 317,81 | 25,21 | 25,27 | 25,19 | 0,32 | 0,82 | 0,08 |
| İ1-8 | 51,57 | 50,29 | 50,94 | 132,11 | 25,93 | 355,36 | 356,11 | 355,07 | 26,38 | 26,43 | 26,36 | 0,29 | 0,79 | 0,08 |
| İ1-9 | 53,28 | 51,05 | 51,16 | 139,15 | 27,20 | 367,45 | 368,13 | 367,15 | 25,90 | 25,94 | 25,87 | 0,27 | 0,70 | 0,08 |
| İ1-14 | 52,26 | 50,12 | 48,63 | 127,38 | 26,19 | 341,24 | 341,97 | 340,99 | 26,27 | 26,33 | 26,25 | 0,29 | 0,77 | 0,07 |
| İ1-15 | 51,74 | 53,12 | 51,18 | 140,66 | 27,48 | 375,01 | 375,73 | 374,74 | 26,14 | 26,19 | 26,13 | 0,26 | 0,70 | 0,07 |
| İ1-16 | 55,60 | 52,09 | 49,37 | 142,99 | 28,96 | 372,65 | 373,32 | 372,34 | 25,56 | 25,60 | 25,54 | 0,26 | 0,69 | 0,08 |
| İ1-17 | 55,07 | 52,60 | 52,07 | 150,83 | 28,97 | 386,32 | 387,02 | 386,02 | 25,12 | 25,16 | 25,10 | 0,26 | 0,66 | 0,08 |
| İ1-18 | 52,75 | 50,97 | 52,25 | 140,48 | 26,89 | 372,13 | 372,87 | 371,79 | 25,98 | 26,03 | 25,95 | 0,29 | 0,77 | 0,09 |
| İ1-19 | 53,97 | 49,09 | 51,31 | 135,94 | 26,49 | 349,75 | 350,41 | 349,46 | 25,23 | 25,28 | 25,21 | 0,27 | 0,70 | 0,08 |
| İ1-20 | 53,57 | 50,33 | 51,62 | 139,18 | 26,96 | 365,26 | 365,94 | 364,98 | 25,74 | 25,78 | 25,72 | 0,26 | 0,69 | 0,08 |
| İ1-21 | 52,09 | 52,30 | 50,44 | 137,41 | 27,24 | 345,87 | 346,50 | 345,53 | 24,68 | 24,73 | 24,66 | 0,28 | 0,71 | 0,10 |
| Ortalama | | | | | | | | | | | 0,28 | 0,73 | 0,08 | |
| Maksimum | | | | | | | | | | | 0,32 | 0,82 | 0,10 | |
| Minimum | | | | | | | | | | | 0,26 | 0,66 | 0,07 | |
| Standart Sapma | | | | | | | | | | | 0,02 | 0,05 | 0,01 | |

Ek Tablo 2. İ2 grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|--------|-------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru | | | | | |
| İ2-1 | 50,88 | 53,30 | 51,40 | 139,39 | 27,12 | 365,15 | 365,85 | 364,68 | 25,69 | 25,74 | 25,66 | 0,32 | 0,84 | 0,13 | |
| İ2-2 | 50,45 | 53,53 | 50,07 | 135,22 | 27,01 | 352,57 | 353,28 | 352,12 | 25,57 | 25,62 | 25,54 | 0,33 | 0,86 | 0,13 | |
| İ2-3 | 52,02 | 55,64 | 50,60 | 146,46 | 28,94 | 373,03 | 373,77 | 372,41 | 24,98 | 25,03 | 24,94 | 0,37 | 0,93 | 0,17 | |
| İ2-4 | 55,08 | 50,63 | 49,57 | 138,24 | 27,89 | 351,79 | 352,49 | 351,18 | 24,96 | 25,01 | 24,91 | 0,37 | 0,95 | 0,17 | |
| İ2-5 | 53,80 | 50,10 | 50,71 | 136,68 | 26,95 | 358,32 | 358,97 | 357,79 | 25,71 | 25,76 | 25,67 | 0,33 | 0,86 | 0,15 | |
| İ2-6 | 55,78 | 51,55 | 51,89 | 149,21 | 28,75 | 382,87 | 383,61 | 382,16 | 25,16 | 25,21 | 25,12 | 0,38 | 0,97 | 0,19 | |
| İ2-7 | 51,59 | 55,06 | 51,62 | 146,63 | 28,41 | 378,40 | 379,10 | 377,73 | 25,31 | 25,35 | 25,26 | 0,36 | 0,93 | 0,18 | |
| İ2-8 | 54,32 | 49,83 | 50,45 | 136,56 | 27,07 | 353,88 | 354,60 | 353,29 | 25,41 | 25,47 | 25,37 | 0,37 | 0,96 | 0,17 | |
| İ2-9 | 50,77 | 53,52 | 51,36 | 139,56 | 27,17 | 363,88 | 364,59 | 363,35 | 25,57 | 25,62 | 25,53 | 0,34 | 0,89 | 0,15 | |
| İ2-10 | 54,12 | 50,53 | 52,09 | 142,45 | 27,35 | 368,04 | 368,76 | 367,53 | 25,34 | 25,39 | 25,30 | 0,33 | 0,86 | 0,14 | |
| İ2-11 | 52,12 | 54,64 | 50,34 | 143,36 | 28,48 | 369,76 | 370,45 | 369,16 | 25,29 | 25,34 | 25,25 | 0,35 | 0,90 | 0,16 | |
| İ2-12 | 51,05 | 55,57 | 52,25 | 148,23 | 28,37 | 380,73 | 381,56 | 380,17 | 25,19 | 25,24 | 25,15 | 0,37 | 0,94 | 0,15 | |
| İ2-13 | 50,13 | 55,94 | 50,17 | 140,69 | 28,04 | 357,51 | 358,19 | 356,95 | 24,92 | 24,97 | 24,88 | 0,35 | 0,88 | 0,16 | |
| İ2-14 | 54,35 | 52,23 | 50,44 | 143,18 | 28,39 | 369,04 | 369,75 | 368,47 | 25,28 | 25,32 | 25,24 | 0,35 | 0,89 | 0,15 | |
| İ2-15 | 51,60 | 54,42 | 52,50 | 147,42 | 28,08 | 376,86 | 377,59 | 376,27 | 25,07 | 25,12 | 25,03 | 0,35 | 0,90 | 0,16 | |
| İ2-16 | 55,67 | 50,65 | 51,98 | 146,57 | 28,20 | 375,33 | 376,03 | 374,73 | 25,11 | 25,16 | 25,07 | 0,35 | 0,89 | 0,16 | |
| İ2-18 | 53,64 | 51,15 | 49,84 | 136,75 | 27,44 | 362,08 | 362,88 | 361,50 | 25,97 | 26,02 | 25,92 | 0,38 | 1,01 | 0,16 | |
| İ2-19 | 50,52 | 55,19 | 50,09 | 139,66 | 27,88 | 356,43 | 357,14 | 355,89 | 25,03 | 25,08 | 24,99 | 0,35 | 0,90 | 0,15 | |
| İ2-20 | 51,09 | 55,96 | 52,29 | 149,50 | 28,59 | 379,05 | 379,82 | 378,47 | 24,86 | 24,92 | 24,83 | 0,36 | 0,90 | 0,15 | |
| | | | | | | | | | | | | | 0,91 | 0,16 | |
| | | | | | | | | | | | | | 0,35 | 0,91 | 0,16 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,38 | 1,01 | 0,19 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,32 | 0,84 | 0,13 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| | | | | | | | | | | | | | Ortalama | | |
| | | | | | | | | | | | | | Maksimum | | |
| | | | | | | | | | | | | | Minimum | | |
| | | | | | | | | | | | | | Standart Sapma | | |

Ek Tablo 3. İ3 grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) |
|----------|---------------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|--------|-------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | Doğal | Doğgun | Kuru | Doğal | Doğgun | Kuru | | | |
| İ3-1 | 52,02 | 50,80 | 132,71 | 26,43 | 352,55 | 353,46 | 352,23 | 26,05 | 26,12 | 26,03 | 0,35 | 0,93 | 0,09 |
| İ3-2 | 52,23 | 51,16 | 138,98 | 26,72 | 347,28 | 348,01 | 346,95 | 24,51 | 24,56 | 24,48 | 0,31 | 0,76 | 0,10 |
| İ3-3 | 49,65 | 50,41 | 126,79 | 25,03 | 331,86 | 332,48 | 331,54 | 25,67 | 25,71 | 25,64 | 0,28 | 0,74 | 0,10 |
| İ3-4 | 49,34 | 50,52 | 129,29 | 24,93 | 339,87 | 340,86 | 339,43 | 25,78 | 25,85 | 25,74 | 0,42 | 1,11 | 0,13 |
| İ3-5 | 49,03 | 48,06 | 114,45 | 23,56 | 298,23 | 298,96 | 297,91 | 25,55 | 25,62 | 25,53 | 0,35 | 0,92 | 0,11 |
| İ3-7 | 51,31 | 49,79 | 126,51 | 25,55 | 329,94 | 330,61 | 329,60 | 25,58 | 25,63 | 25,55 | 0,31 | 0,80 | 0,10 |
| İ3-8 | 51,56 | 48,59 | 121,96 | 25,05 | 316,06 | 316,89 | 315,71 | 25,41 | 25,48 | 25,39 | 0,37 | 0,97 | 0,11 |
| İ3-9 | 50,64 | 50,20 | 128,07 | 25,42 | 330,00 | 330,75 | 329,67 | 25,27 | 25,33 | 25,24 | 0,33 | 0,84 | 0,10 |
| İ3-10 | 51,84 | 52,38 | 134,57 | 27,15 | 349,33 | 350,19 | 349,05 | 25,46 | 25,52 | 25,44 | 0,33 | 0,85 | 0,08 |
| İ3-11 | 50,28 | 50,88 | 127,02 | 25,58 | 333,17 | 333,81 | 332,84 | 25,72 | 25,77 | 25,70 | 0,29 | 0,76 | 0,10 |
| İ3-12 | 51,73 | 52,05 | 135,03 | 26,93 | 350,50 | 351,41 | 350,17 | 25,46 | 25,52 | 25,43 | 0,35 | 0,92 | 0,09 |
| İ3-13 | 52,30 | 50,12 | 140,68 | 26,21 | 364,86 | 365,77 | 364,53 | 25,43 | 25,50 | 25,41 | 0,34 | 0,88 | 0,09 |
| İ3-16 | 49,23 | 51,22 | 125,80 | 25,22 | 332,11 | 332,72 | 331,72 | 25,89 | 25,94 | 25,86 | 0,30 | 0,79 | 0,12 |
| İ3-17 | 49,74 | 51,43 | 128,01 | 25,58 | 338,81 | 339,39 | 338,41 | 25,96 | 26,00 | 25,93 | 0,29 | 0,77 | 0,12 |
| İ3-18 | 50,80 | 50,89 | 127,76 | 25,85 | 337,31 | 337,93 | 336,95 | 25,89 | 25,94 | 25,86 | 0,29 | 0,77 | 0,11 |
| İ3-21 | 51,48 | 49,61 | 128,13 | 25,54 | 334,88 | 335,49 | 334,52 | 25,63 | 25,68 | 25,60 | 0,29 | 0,76 | 0,11 |
| İ3-22 | 50,03 | 49,94 | 121,93 | 24,98 | 321,79 | 322,35 | 321,47 | 25,88 | 25,93 | 25,86 | 0,27 | 0,72 | 0,10 |
| | | | | | | | | | | | 0,32 | 0,84 | 0,10 |
| | | | | | | | | | | | 0,42 | 1,11 | 0,13 |
| | | | | | | | | | | | 0,27 | 0,72 | 0,08 |
| | | | | | | | | | | | 0,04 | 0,10 | 0,01 |

Ek Tablo 4. İ4 grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) |
|----------|---------------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|-------|-------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | Doğal | Doğun | Kuru | Doğal | Doğun | Kuru | | | |
| İ4-1 | 50,13 | 48,44 | 47,83 | 116,15 | 304,34 | 305,07 | 303,97 | 25,70 | 25,76 | 25,67 | 0,36 | 0,95 | 0,12 |
| İ4-3 | 47,65 | 48,25 | 50,90 | 117,02 | 307,19 | 307,92 | 306,83 | 25,74 | 25,80 | 25,71 | 0,36 | 0,93 | 0,12 |
| İ4-4 | 48,80 | 49,78 | 50,94 | 123,75 | 321,71 | 322,45 | 321,21 | 25,49 | 25,55 | 25,46 | 0,39 | 1,00 | 0,16 |
| İ4-5 | 50,12 | 52,48 | 50,05 | 131,65 | 333,75 | 334,60 | 333,26 | 24,86 | 24,93 | 24,83 | 0,40 | 1,02 | 0,15 |
| İ4-7 | 49,69 | 49,51 | 49,54 | 121,88 | 320,96 | 321,76 | 320,44 | 25,83 | 25,89 | 25,78 | 0,41 | 1,08 | 0,16 |
| İ4-8 | 50,81 | 50,76 | 48,82 | 125,91 | 329,62 | 330,43 | 329,15 | 25,67 | 25,74 | 25,64 | 0,39 | 1,02 | 0,14 |
| İ4-9 | 49,03 | 51,27 | 47,04 | 118,25 | 312,60 | 313,34 | 312,22 | 25,92 | 25,99 | 25,89 | 0,36 | 0,95 | 0,12 |
| İ4-11 | 52,24 | 48,05 | 49,21 | 123,52 | 325,64 | 326,37 | 325,28 | 25,85 | 25,91 | 25,82 | 0,34 | 0,88 | 0,11 |
| İ4-12 | 50,07 | 50,71 | 50,34 | 127,82 | 329,45 | 330,22 | 328,97 | 25,28 | 25,34 | 25,24 | 0,38 | 0,98 | 0,15 |
| İ4-14 | 50,74 | 48,47 | 54,26 | 133,45 | 310,57 | 311,30 | 310,19 | 22,82 | 22,88 | 22,80 | 0,36 | 0,83 | 0,12 |
| İ4-15 | 50,80 | 48,42 | 48,38 | 119,00 | 305,56 | 306,27 | 305,22 | 25,18 | 25,24 | 25,15 | 0,34 | 0,88 | 0,11 |
| İ4-16 | 49,56 | 49,02 | 48,66 | 118,22 | 308,31 | 309,00 | 307,98 | 25,58 | 25,63 | 25,55 | 0,33 | 0,86 | 0,11 |
| İ4-17 | 48,01 | 48,74 | 51,12 | 119,62 | 310,04 | 310,74 | 309,61 | 25,42 | 25,47 | 25,38 | 0,36 | 0,94 | 0,14 |
| İ4-18 | 51,21 | 48,73 | 47,43 | 118,36 | 310,52 | 311,17 | 310,14 | 25,73 | 25,78 | 25,70 | 0,33 | 0,87 | 0,12 |
| İ4-19 | 50,78 | 47,99 | 48,87 | 119,09 | 303,87 | 304,45 | 303,49 | 25,02 | 25,07 | 24,99 | 0,32 | 0,81 | 0,13 |
| İ4-21 | 48,47 | 48,62 | 47,57 | 112,10 | 284,43 | 285,04 | 284,09 | 24,88 | 24,93 | 24,85 | 0,33 | 0,85 | 0,12 |
| İ4-22 | 48,43 | 51,71 | 47,60 | 119,21 | 309,30 | 309,97 | 308,95 | 25,45 | 25,50 | 25,42 | 0,33 | 0,86 | 0,11 |
| İ4-23 | 49,10 | 52,35 | 48,94 | 125,79 | 328,74 | 329,44 | 328,34 | 25,63 | 25,68 | 25,60 | 0,34 | 0,87 | 0,12 |
| İ4-25 | 51,61 | 50,33 | 50,22 | 130,45 | 336,19 | 336,94 | 335,71 | 25,27 | 25,33 | 25,24 | 0,37 | 0,94 | 0,14 |
| İ4-26 | 50,71 | 51,62 | 48,00 | 125,65 | 319,02 | 319,86 | 318,54 | 24,90 | 24,96 | 24,86 | 0,41 | 1,05 | 0,15 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Ortalama | | | 0,36 | 0,93 | 0,13 |
| | | | | | | | | Maksimum | | | 0,41 | 1,08 | 0,16 |
| | | | | | | | | Minimum | | | 0,32 | 0,81 | 0,11 |
| | | | | | | | | Standart Sapma | | | 0,03 | 0,08 | 0,02 |

Ek Tablo 5. Ç1 grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüze Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) |
|-----------------------|---------------|-------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|--------|--------|---|-------|-------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | Doğal | Doğun | Kuru | Doğal | Doğun | Kuru | | | |
| Ç1-1 | 52,21 | 51,28 | 52,53 | 140,64 | 370,66 | 371,62 | 369,96 | 25,85 | 25,91 | 25,80 | 0,45 | 1,18 | 0,19 |
| Ç1-2 | 51,12 | 53,46 | 53,88 | 147,25 | 389,86 | 391,10 | 388,94 | 25,96 | 26,05 | 25,90 | 0,56 | 1,47 | 0,24 |
| Ç1-4 | 51,95 | 48,94 | 50,82 | 129,21 | 340,11 | 340,94 | 339,49 | 25,81 | 25,88 | 25,77 | 0,43 | 1,12 | 0,18 |
| Ç1-8 | 51,45 | 52,90 | 48,90 | 133,09 | 351,07 | 351,91 | 350,40 | 25,87 | 25,93 | 25,82 | 0,43 | 1,13 | 0,19 |
| Ç1-9 | 51,36 | 49,27 | 51,90 | 131,33 | 345,52 | 346,31 | 344,79 | 25,80 | 25,86 | 25,75 | 0,44 | 1,16 | 0,21 |
| Ç1-10 | 53,69 | 51,94 | 50,69 | 141,36 | 368,05 | 368,94 | 367,31 | 25,53 | 25,60 | 25,48 | 0,44 | 1,15 | 0,20 |
| Ç1-11 | 52,95 | 51,58 | 51,59 | 140,90 | 366,06 | 367,01 | 365,28 | 25,48 | 25,54 | 25,42 | 0,47 | 1,23 | 0,21 |
| Ç1-13 | 51,15 | 50,95 | 51,97 | 135,44 | 355,95 | 356,81 | 355,22 | 25,77 | 25,84 | 25,72 | 0,45 | 1,17 | 0,21 |
| Ç1-14 | 51,28 | 51,03 | 51,76 | 135,45 | 353,94 | 354,93 | 353,26 | 25,63 | 25,70 | 25,58 | 0,47 | 1,23 | 0,19 |
| Ç1-18 | 53,58 | 51,54 | 53,29 | 147,16 | 377,31 | 378,20 | 376,52 | 25,14 | 25,20 | 25,09 | 0,45 | 1,14 | 0,21 |
| Ç1-19 | 50,86 | 51,24 | 48,91 | 127,46 | 334,91 | 335,66 | 334,20 | 25,77 | 25,82 | 25,71 | 0,44 | 1,15 | 0,21 |
| Ç1-20 | 50,38 | 51,61 | 51,26 | 133,28 | 350,88 | 351,67 | 350,19 | 25,82 | 25,88 | 25,77 | 0,42 | 1,11 | 0,20 |
| Ç1-22 | 50,98 | 49,35 | 51,50 | 129,57 | 338,95 | 339,80 | 338,29 | 25,65 | 25,72 | 25,60 | 0,45 | 1,17 | 0,20 |
| Ç1-23 | 51,61 | 49,35 | 51,81 | 131,96 | 347,68 | 348,47 | 346,98 | 25,84 | 25,90 | 25,79 | 0,43 | 1,13 | 0,20 |
| Ç1-24 | 51,83 | 52,64 | 49,84 | 135,98 | 356,48 | 357,35 | 355,70 | 25,71 | 25,77 | 25,65 | 0,46 | 1,21 | 0,22 |
| Ortalama | | | | | | | | | | | 0,45 | 1,18 | 0,20 |
| Maksimum | | | | | | | | | | | 0,56 | 1,47 | 0,24 |
| Minimum | | | | | | | | | | | 0,42 | 1,11 | 0,18 |
| Standart Sapma | | | | | | | | | | | 0,03 | 0,09 | 0,01 |

Ek Tablo 6. Ç2 grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|-------|-------|-----------------------|---------------------|----------------|-------------|-------------|
| | | | | | Doğal | Doğun | Kuru | Doğal | Doğun | Kuru | | | | | |
| Ç2-1 | 52,42 | 50,07 | 50,13 | 131,57 | 26,25 | 350,16 | 350,86 | 349,80 | 26,10 | 26,15 | 26,07 | 0,30 | 0,81 | 0,10 | |
| Ç2-2 | 48,40 | 51,31 | 48,78 | 121,14 | 24,83 | 327,94 | 328,87 | 327,66 | 26,55 | 26,62 | 26,52 | 0,37 | 1,00 | 0,09 | |
| Ç2-3 | 52,92 | 49,92 | 51,00 | 134,73 | 26,42 | 354,55 | 355,29 | 354,14 | 25,81 | 25,86 | 25,78 | 0,32 | 0,85 | 0,12 | |
| Ç2-4 | 50,03 | 50,42 | 51,88 | 130,87 | 25,23 | 344,29 | 345,17 | 343,98 | 25,80 | 25,87 | 25,78 | 0,35 | 0,91 | 0,09 | |
| Ç2-5 | 49,85 | 49,29 | 50,69 | 124,55 | 24,57 | 320,08 | 320,83 | 319,67 | 25,20 | 25,26 | 25,17 | 0,36 | 0,93 | 0,13 | |
| Ç2-8 | 51,88 | 52,76 | 51,31 | 140,45 | 27,37 | 371,21 | 372,19 | 370,85 | 25,92 | 25,99 | 25,89 | 0,36 | 0,95 | 0,10 | |
| Ç2-10 | 51,97 | 51,51 | 51,42 | 137,65 | 26,77 | 357,56 | 358,50 | 356,79 | 25,47 | 25,54 | 25,42 | 0,48 | 1,24 | 0,22 | |
| Ç2-11 | 48,75 | 50,71 | 49,15 | 121,50 | 24,72 | 317,19 | 317,95 | 317,10 | 25,60 | 25,66 | 25,59 | 0,27 | 0,70 | 0,03 | |
| Ç2-12 | 49,52 | 49,21 | 52,82 | 128,72 | 24,37 | 339,90 | 340,65 | 339,35 | 25,90 | 25,95 | 25,85 | 0,38 | 1,01 | 0,16 | |
| Ç2-13 | 50,31 | 49,86 | 50,85 | 127,56 | 25,08 | 336,82 | 337,59 | 336,20 | 25,90 | 25,95 | 25,85 | 0,41 | 1,09 | 0,18 | |
| Ç2-14 | 51,78 | 50,89 | 53,89 | 142,00 | 26,35 | 371,29 | 372,39 | 370,70 | 25,64 | 25,72 | 25,60 | 0,46 | 1,19 | 0,16 | |
| Ç2-15 | 49,80 | 50,07 | 50,32 | 125,47 | 24,93 | 323,91 | 324,65 | 323,40 | 25,32 | 25,37 | 25,28 | 0,39 | 1,00 | 0,16 | |
| Ç2-16 | 50,15 | 50,61 | 51,82 | 131,52 | 25,38 | 337,52 | 338,36 | 337,16 | 25,17 | 25,23 | 25,14 | 0,36 | 0,91 | 0,11 | |
| Ç2-17 | 52,52 | 51,73 | 51,60 | 140,19 | 27,17 | 366,08 | 367,02 | 365,68 | 25,61 | 25,67 | 25,58 | 0,37 | 0,96 | 0,11 | |
| Ç2-18 | 50,56 | 49,76 | 52,14 | 131,18 | 25,16 | 342,56 | 343,27 | 341,96 | 25,61 | 25,66 | 25,56 | 0,38 | 1,00 | 0,18 | |
| Ç2-19 | 51,63 | 50,07 | 49,88 | 128,95 | 25,85 | 331,32 | 332,04 | 330,84 | 25,20 | 25,25 | 25,16 | 0,36 | 0,93 | 0,15 | |
| Ç2-20 | 50,19 | 48,79 | 51,74 | 126,70 | 24,49 | 332,33 | 332,95 | 331,78 | 25,72 | 25,77 | 25,68 | 0,35 | 0,92 | 0,17 | |
| | | | | | | | | | | | | | 0,37 | 0,96 | 0,13 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,48 | 1,24 | 0,22 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,27 | 0,70 | 0,03 |
| | | | | | | | | | | | | | 0,05 | 0,13 | 0,05 |

Ek Tablo 7. B grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) |
|-----------------------|---------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|-------------|-------------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doğgun | Kuru | Doğal | Doğgun | Kuru | | | |
| B-1 | 52,29 | 133,71 | 49,50 | 133,71 | 27,01 | 357,14 | 358,28 | 356,61 | 26,19 | 26,28 | 26,15 | 0,47 | 1,25 | 0,15 |
| B-5 | 52,43 | 136,69 | 50,00 | 136,69 | 27,34 | 361,76 | 362,89 | 361,12 | 25,95 | 26,04 | 25,91 | 0,49 | 1,29 | 0,18 |
| B-9 | 51,72 | 129,12 | 49,82 | 129,12 | 25,92 | 348,95 | 350,14 | 348,37 | 26,50 | 26,59 | 26,46 | 0,51 | 1,37 | 0,17 |
| B-11 | 50,06 | 133,89 | 52,32 | 133,89 | 25,59 | 355,44 | 356,63 | 354,86 | 26,03 | 26,12 | 25,99 | 0,50 | 1,32 | 0,16 |
| B-12 | 49,60 | 130,56 | 52,91 | 130,56 | 24,68 | 342,26 | 343,11 | 341,80 | 25,71 | 25,77 | 25,67 | 0,38 | 1,00 | 0,13 |
| B-13 | 50,31 | 137,59 | 52,40 | 137,59 | 26,26 | 369,45 | 370,69 | 368,80 | 26,33 | 26,42 | 26,29 | 0,51 | 1,37 | 0,18 |
| B-14 | 50,77 | 133,39 | 52,40 | 133,39 | 25,46 | 347,48 | 348,24 | 347,03 | 25,55 | 25,60 | 25,51 | 0,35 | 0,91 | 0,13 |
| B-15 | 52,38 | 134,66 | 51,00 | 134,66 | 26,40 | 361,34 | 362,54 | 360,70 | 26,31 | 26,40 | 26,27 | 0,51 | 1,37 | 0,18 |
| B-16 | 52,22 | 134,00 | 51,55 | 134,00 | 26,00 | 358,86 | 360,02 | 358,23 | 26,26 | 26,35 | 26,22 | 0,50 | 1,34 | 0,18 |
| B-17 | 55,09 | 144,28 | 52,59 | 144,28 | 27,43 | 373,59 | 374,85 | 373,01 | 25,39 | 25,48 | 25,35 | 0,49 | 1,28 | 0,16 |
| B-18 | 52,42 | 137,28 | 50,16 | 137,28 | 27,37 | 356,20 | 357,44 | 355,63 | 25,45 | 25,53 | 25,40 | 0,51 | 1,32 | 0,16 |
| B-19 | 52,02 | 136,23 | 51,07 | 136,23 | 26,68 | 356,69 | 357,86 | 356,12 | 25,68 | 25,76 | 25,63 | 0,49 | 1,28 | 0,16 |
| B-20 | 53,31 | 136,87 | 49,29 | 136,87 | 27,77 | 357,70 | 358,76 | 357,06 | 25,63 | 25,70 | 25,58 | 0,48 | 1,24 | 0,18 |
| B-21 | 52,86 | 139,35 | 51,75 | 139,35 | 26,93 | 372,14 | 373,34 | 371,47 | 26,19 | 26,27 | 26,14 | 0,50 | 1,34 | 0,18 |
| B-22 | 52,16 | 135,53 | 51,31 | 135,53 | 26,41 | 358,18 | 359,37 | 357,46 | 25,92 | 26,00 | 25,87 | 0,53 | 1,41 | 0,20 |
| B-23 | 51,43 | 128,89 | 49,52 | 128,89 | 26,03 | 337,04 | 338,21 | 336,35 | 25,64 | 25,73 | 25,59 | 0,55 | 1,44 | 0,21 |
| B-24 | 51,35 | 130,05 | 47,92 | 130,05 | 27,14 | 343,42 | 344,46 | 342,62 | 25,90 | 25,98 | 25,84 | 0,54 | 1,41 | 0,23 |
| B-26 | 49,05 | 124,34 | 51,11 | 124,34 | 24,33 | 331,85 | 332,96 | 331,13 | 26,17 | 26,26 | 26,12 | 0,55 | 1,47 | 0,22 |
| Ortalama | | | | | | | | | | 0,49 | 1,30 | 130,05 | | |
| Maksimum | | | | | | | | | | 0,55 | 1,47 | 124,34 | | |
| Minimum | | | | | | | | | | 0,35 | 0,91 | 0,13 | | |
| Standart Sapma | | | | | | | | | | 0,05 | 0,14 | 0,03 | | |

Ek Tablo 8. D grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüzey Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıkça Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) |
|-----------------------|---------------|-------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------|---|--------|-------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru | | | |
| D-1 | 50,00 | 52,08 | 52,34 | 136,29 | 355,68 | 356,23 | 355,34 | 25,59 | 25,63 | 25,57 | 0,25 | 0,65 | 0,10 |
| D-3 | 49,11 | 52,05 | 52,50 | 134,20 | 356,06 | 356,59 | 355,76 | 26,02 | 26,06 | 26,00 | 0,23 | 0,62 | 0,08 |
| D-5 | 53,85 | 53,09 | 51,98 | 148,61 | 384,14 | 384,70 | 383,90 | 25,35 | 25,39 | 25,33 | 0,21 | 0,54 | 0,06 |
| D-6 | 50,95 | 50,64 | 52,45 | 135,33 | 358,48 | 359,00 | 358,15 | 25,98 | 26,02 | 25,95 | 0,24 | 0,63 | 0,09 |
| D-7 | 53,70 | 53,65 | 52,03 | 149,90 | 388,63 | 389,39 | 388,24 | 25,42 | 25,47 | 25,40 | 0,30 | 0,77 | 0,10 |
| D-9 | 51,73 | 51,57 | 52,68 | 140,54 | 365,67 | 366,33 | 365,32 | 25,52 | 25,56 | 25,49 | 0,28 | 0,72 | 0,10 |
| D-10 | 53,75 | 49,21 | 51,91 | 137,30 | 359,71 | 360,32 | 359,43 | 25,69 | 25,74 | 25,67 | 0,25 | 0,65 | 0,08 |
| D-11 | 53,87 | 51,69 | 51,49 | 143,38 | 379,29 | 379,97 | 378,88 | 25,94 | 25,99 | 25,91 | 0,29 | 0,76 | 0,11 |
| D-14 | 52,02 | 51,30 | 54,12 | 144,43 | 378,97 | 379,66 | 378,63 | 25,73 | 25,78 | 25,71 | 0,27 | 0,71 | 0,09 |
| D-17 | 51,57 | 51,97 | 52,19 | 139,87 | 369,49 | 370,17 | 369,06 | 25,91 | 25,95 | 25,88 | 0,30 | 0,79 | 0,12 |
| D-18 | 51,60 | 51,80 | 51,83 | 138,54 | 363,25 | 363,92 | 362,70 | 25,71 | 25,76 | 25,67 | 0,34 | 0,88 | 0,15 |
| D-19 | 52,61 | 51,30 | 52,62 | 142,02 | 367,54 | 368,09 | 367,26 | 25,38 | 25,42 | 25,36 | 0,23 | 0,58 | 0,08 |
| D-20 | 52,15 | 51,85 | 52,20 | 141,15 | 373,44 | 374,01 | 373,23 | 25,95 | 25,99 | 25,93 | 0,21 | 0,55 | 0,06 |
| D-21 | 51,96 | 51,74 | 50,91 | 136,87 | 361,37 | 361,93 | 360,97 | 25,89 | 25,93 | 25,86 | 0,27 | 0,70 | 0,11 |
| D-22 | 50,95 | 50,50 | 51,76 | 133,18 | 354,83 | 355,37 | 354,54 | 26,13 | 26,17 | 26,11 | 0,23 | 0,62 | 0,08 |
| D-24 | 51,97 | 51,99 | 51,79 | 139,93 | 370,96 | 371,56 | 370,64 | 26,00 | 26,04 | 25,97 | 0,25 | 0,66 | 0,09 |
| D-26 | 51,40 | 54,64 | 52,79 | 148,26 | 398,99 | 399,55 | 398,41 | 26,39 | 26,43 | 26,35 | 0,29 | 0,77 | 0,15 |
| D-27 | 49,74 | 52,47 | 51,94 | 135,56 | 361,29 | 361,96 | 361,09 | 26,14 | 26,19 | 26,12 | 0,24 | 0,64 | 0,06 |
| D-28 | 50,84 | 52,46 | 51,89 | 138,39 | 361,72 | 362,36 | 361,45 | 25,63 | 25,68 | 25,61 | 0,25 | 0,66 | 0,07 |
| D-29 | 49,88 | 52,58 | 53,09 | 139,24 | 372,60 | 373,30 | 372,31 | 26,24 | 26,29 | 26,22 | 0,27 | 0,71 | 0,08 |
| D-30 | 49,58 | 51,07 | 53,16 | 134,60 | 361,62 | 362,23 | 361,23 | 26,35 | 26,39 | 26,32 | 0,28 | 0,74 | 0,11 |
| Ortalama | | | | | | | | | | | 0,26 | 0,68 | 0,09 |
| Maksimum | | | | | | | | | | | 0,34 | 0,88 | 0,15 |
| Minimum | | | | | | | | | | | 0,21 | 0,54 | 0,06 |
| Standart Sapma | | | | | | | | | | | 0,03 | 0,08 | 0,03 |

Ek Tablo 9. S grubu örneklerinin fiziksel özellikleri ve indeks parametreleri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Hacim (cm ³) | Yüze Alanı (cm ²) | Ağırlıklar (gr) | | | Birim Hacim Ağırlıklar (kN/m ³) | | | Ağırlıca Su Emme (%) | Hacimce Su Emme (%) | Su İçeriği (%) |
|----------|---------------|-------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|--------|--------|---|-------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | Doğal | Doğun | Kuru | Doğal | Doğun | Kuru | | | |
| S-1 | 53,25 | 55,47 | 48,22 | 142,43 | 378,88 | 379,22 | 378,21 | 26,09 | 26,11 | 26,04 | 0,27 | 0,71 | 0,18 |
| S-2 | 55,30 | 54,30 | 49,31 | 148,07 | 396,57 | 396,74 | 395,91 | 26,27 | 26,28 | 26,22 | 0,21 | 0,56 | 0,17 |
| S-3 | 55,20 | 54,95 | 50,86 | 154,27 | 411,86 | 412,11 | 411,10 | 26,18 | 26,20 | 26,13 | 0,25 | 0,65 | 0,18 |
| S-4 | 54,62 | 55,47 | 50,33 | 152,49 | 406,15 | 406,47 | 405,28 | 26,12 | 26,14 | 26,06 | 0,29 | 0,78 | 0,21 |
| S-5 | 54,32 | 52,79 | 52,94 | 151,81 | 407,87 | 408,01 | 407,09 | 26,35 | 26,36 | 26,30 | 0,23 | 0,61 | 0,19 |
| S-6 | 52,73 | 49,62 | 55,06 | 144,06 | 392,44 | 392,53 | 391,71 | 26,71 | 26,72 | 26,66 | 0,21 | 0,57 | 0,19 |
| S-10 | 52,88 | 55,30 | 48,69 | 142,38 | 378,82 | 378,89 | 378,29 | 26,09 | 26,10 | 26,05 | 0,16 | 0,42 | 0,14 |
| S-11 | 55,58 | 55,36 | 50,64 | 155,81 | 417,09 | 417,15 | 416,32 | 26,25 | 26,25 | 26,20 | 0,20 | 0,53 | 0,18 |
| S-12 | 56,15 | 55,20 | 48,08 | 149,02 | 398,80 | 398,88 | 397,90 | 26,24 | 26,25 | 26,18 | 0,25 | 0,66 | 0,23 |
| S-13 | 56,33 | 54,26 | 52,09 | 159,21 | 421,66 | 421,76 | 420,75 | 25,97 | 25,98 | 25,92 | 0,24 | 0,63 | 0,22 |
| S-15 | 54,09 | 55,50 | 53,26 | 159,89 | 430,50 | 430,62 | 429,67 | 26,40 | 26,41 | 26,35 | 0,22 | 0,59 | 0,19 |
| S-16 | 53,57 | 55,32 | 48,59 | 144,00 | 382,59 | 382,68 | 381,70 | 26,06 | 26,06 | 26,00 | 0,26 | 0,68 | 0,23 |
| S-17 | 54,89 | 54,87 | 49,93 | 150,38 | 402,31 | 402,40 | 401,60 | 26,24 | 26,24 | 26,19 | 0,20 | 0,53 | 0,18 |
| S-18 | 56,64 | 52,48 | 53,98 | 160,45 | 421,58 | 421,69 | 420,80 | 25,77 | 25,77 | 25,72 | 0,21 | 0,55 | 0,19 |
| S-19 | 53,31 | 54,37 | 53,28 | 154,43 | 411,67 | 411,82 | 410,74 | 26,14 | 26,15 | 26,08 | 0,26 | 0,70 | 0,23 |
| S-21 | 55,98 | 54,62 | 49,46 | 151,23 | 404,69 | 404,70 | 404,01 | 26,24 | 26,24 | 26,20 | 0,17 | 0,46 | 0,17 |
| S-22 | 56,18 | 51,50 | 51,48 | 148,95 | 396,45 | 396,51 | 395,94 | 26,10 | 26,11 | 26,07 | 0,14 | 0,38 | 0,13 |
| S-23 | 52,05 | 50,69 | 56,31 | 148,57 | 389,95 | 390,01 | 389,43 | 25,74 | 25,74 | 25,71 | 0,15 | 0,39 | 0,13 |
| | | | | | | | | | | Ortalama | 0,22 | 0,58 | 0,19 |
| | | | | | | | | | | Maksimum | 0,29 | 0,78 | 0,23 |
| | | | | | | | | | | Minimum | 0,14 | 0,38 | 0,13 |
| | | | | | | | | | | Standart Sapma | 0,04 | 0,11 | 0,03 |

Ek Tablo 10. Örnek gruplarının özgül ağırlık verileri

| | HESAPLANAN VERİLER | | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| | İ1 | İ2 | İ3 | İ4 | Ç1 | Ç2 | B | D | S | |
| PIKNOMETRE DENEYİ | | | | | | | | | | |
| <i>Piknometre Kütleli (W₁) (gr) (49)</i> | 48,42 | 48,64 | 48,42 | 48,64 | 48,42 | 48,64 | 48,42 | 48,64 | 48,42 | |
| <i>Pik. Küt. + K. Zem. Küt. (W₂) (gr) (49)</i> | 56,67 | 56,87 | 56,63 | 56,89 | 56,65 | 56,90 | 56,66 | 56,90 | 56,66 | |
| <i>Pik. Küt. + K. Zem. Küt. + Su Küt. (W₃) (gr) (49)</i> | 153,29 | 154,39 | 153,31 | 154,41 | 153,32 | 154,47 | 153,40 | 154,46 | 153,38 | |
| <i>Pik. Küt. + Su Küt. (W₄) (gr) (49)</i> | 148,23 | 149,34 | 148,23 | 149,34 | 148,23 | 149,34 | 148,23 | 149,34 | 148,23 | |
| <i>Özgül Ağırlık (Gs) (gr)</i> | 2,59 | 2,59 | 2,62 | 2,59 | 2,62 | 2,64 | 2,68 | 2,63 | 2,67 | |
| <i>Piknometre Kütleli (W₁) (gr) (66)</i> | 49,09 | 48,53 | 49,09 | 48,53 | 49,09 | 48,53 | 49,09 | 48,53 | 49,09 | |
| <i>Pik. Küt. + K. Zem. Küt. (W₂) (gr) (66)</i> | 57,31 | 56,78 | 57,32 | 56,77 | 57,35 | 56,77 | 57,29 | 56,82 | 57,32 | |
| <i>Pik. Küt. + K. Zem. Küt. + Su Küt. (W₃) (gr) (66)</i> | 155,55 | 153,23 | 155,60 | 153,23 | 155,60 | 153,28 | 155,63 | 153,31 | 155,62 | |
| <i>Pik. Küt. + Su Küt. (W₄) (gr) (66)</i> | 150,43 | 148,13 | 150,43 | 148,13 | 150,43 | 148,13 | 150,43 | 148,13 | 150,43 | |
| <i>Özgül Ağırlık (Gs)</i> | 2,65 | 2,62 | 2,69 | 2,62 | 2,67 | 2,67 | 2,73 | 2,67 | 2,71 | |
| <i>Piknometre Kütleli (W₁) (gr) (89)</i> | 48,88 | 48,65 | 48,88 | 48,65 | 48,88 | 48,65 | 48,88 | 48,65 | 48,88 | |
| <i>Pik. Küt. + K. Zem. Küt. (W₂) (gr) (89)</i> | 57,12 | 56,89 | 57,12 | 56,91 | 57,14 | 56,91 | 57,12 | 56,91 | 57,11 | |
| <i>Pik. Küt. + K. Zem. Küt. + Su Küt. (W₃) (gr) (89)</i> | 154,37 | 154,12 | 154,46 | 154,15 | 154,45 | 154,20 | 154,54 | 154,21 | 154,47 | |
| <i>Pik. Küt. + Su Küt. (W₄) (gr) (89)</i> | 149,33 | 149,05 | 149,33 | 149,05 | 149,33 | 149,05 | 149,33 | 149,05 | 149,33 | |
| <i>Özgül Ağırlık (Gs) (gr)</i> | 2,57 | 2,60 | 2,65 | 2,61 | 2,63 | 2,66 | 2,72 | 2,66 | 2,66 | |
| Ortalama Özgül Ağırlık (Gs) | 2,60 | 2,60 | 2,65 | 2,61 | 2,64 | 2,65 | 2,71 | 2,65 | 2,68 | |

Ek Tablo 11. İ1 grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| İ1-1 | 54,94 | 50,82 | 52,09 | 464,9 | 166,51 | 11,8 | 10,1 | 12,6 | 4414,4 | 5157,4 | 4134,1 |
| İ1-2 | 51,81 | 53,83 | 51,91 | 336,5 | 120,66 | 12,0 | 10,5 | 12,8 | 4325,8 | 4943,8 | 4055,5 |
| İ1-3 | 54,55 | 50,71 | 52,43 | 484,5 | 175,15 | 11,8 | 10,0 | 12,2 | 4443,2 | 5243,0 | 4297,5 |
| İ1-4 | 55,98 | 54,77 | 51,45 | 547,3 | 178,50 | 11,1 | 9,8 | 11,8 | 4635,1 | 5250,0 | 4360,2 |
| İ1-5 | 55,58 | 51,41 | 51,89 | 526,4 | 184,23 | 11,1 | 9,9 | 12,0 | 4674,8 | 5241,4 | 4324,2 |
| İ1-6 | 54,05 | 52,92 | 47,98 | 490,2 | 171,38 | 9,8 | 8,9 | 10,9 | 4895,9 | 5391,0 | 4401,8 |
| İ1-7 | 53,14 | 49,25 | 47,27 | 421,3 | 160,98 | 10,4 | 8,8 | 10,9 | 4545,2 | 5371,6 | 4336,7 |
| İ1-8 | 51,57 | 50,29 | 50,94 | 440,4 | 169,81 | 11,2 | 9,7 | 12,1 | 4548,2 | 5251,5 | 4209,9 |
| İ1-9 | 53,28 | 51,05 | 51,16 | 502,2 | 184,64 | 11,9 | 10,3 | 13,1 | 4299,2 | 4967,0 | 3905,3 |
| İ1-14 | 52,26 | 50,12 | 48,63 | 328,3 | 125,34 | 10,4 | 8,9 | 10,6 | 4676,0 | 5464,0 | 4587,7 |
| İ1-15 | 51,74 | 53,12 | 51,18 | 431,8 | 157,11 | 11,2 | 9,9 | 11,6 | 4569,6 | 5169,7 | 4412,1 |
| İ1-16 | 55,60 | 52,09 | 49,37 | 355,8 | 122,85 | 10,5 | 10,0 | 11,3 | 4701,9 | 4937,0 | 4369,0 |
| İ1-17 | 55,07 | 52,60 | 52,07 | 400,4 | 138,23 | 12,7 | 11,4 | 13,8 | 4100,0 | 4567,5 | 3773,2 |
| İ1-18 | 52,75 | 50,97 | 52,25 | 363,9 | 135,35 | 11,2 | 10,0 | 11,7 | 4665,2 | 5225,0 | 4465,8 |
| İ1-19 | 53,97 | 49,09 | 51,31 | 446,2 | 168,42 | 11,3 | 10,1 | 11,9 | 4540,7 | 5080,2 | 4311,8 |
| İ1-20 | 53,57 | 50,33 | 51,62 | 347,7 | 128,96 | 11,8 | 10,8 | 12,9 | 4374,6 | 4779,6 | 4001,6 |
| İ1-21 | 52,09 | 52,30 | 50,44 | 513,6 | 188,53 | 12,0 | 10,5 | 12,7 | 4203,3 | 4803,8 | 3971,7 |
| | | | Ortalama | 435,38 | 157,45 | 11,31 | 9,98 | 12,05 | 4506,66 | 5108,45 | 4230,47 |
| | | | Maksimum | 547,30 | 188,53 | 12,70 | 11,40 | 13,80 | 4895,92 | 5464,04 | 4587,74 |
| | | | Minimum | 328,30 | 120,66 | 9,80 | 8,80 | 10,60 | 4100,00 | 4567,54 | 3773,19 |
| | | | Standart Sapma | 70,55 | 23,71 | 0,74 | 0,67 | 0,86 | 203,05 | 242,69 | 221,80 |

Ek Tablo 12. İ2 grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| İ2-1 | 50,88 | 53,30 | 51,40 | 465,1 | 171,5 | 11,6 | 10,4 | 11,9 | 4431,0 | 4942,3 | 4319,3 |
| İ2-2 | 50,45 | 53,53 | 50,07 | 489,4 | 181,2 | 11,4 | 10,2 | 11,7 | 4392,1 | 4908,8 | 4279,5 |
| İ2-3 | 52,02 | 55,64 | 50,60 | 503,4 | 173,9 | 11,5 | 10,2 | 12,6 | 4400,0 | 4960,8 | 4015,9 |
| İ2-4 | 55,08 | 50,63 | 49,57 | 589,7 | 211,5 | 11,4 | 10,1 | 13,0 | 4348,2 | 4907,9 | 3813,1 |
| İ2-5 | 53,80 | 50,10 | 50,71 | 624,9 | 231,8 | 11,6 | 10,4 | 13,0 | 4371,6 | 4876,0 | 3900,8 |
| İ2-6 | 55,78 | 51,55 | 51,89 | 584,0 | 203,1 | 12,3 | 10,9 | 13,7 | 4218,7 | 4760,6 | 3787,6 |
| İ2-7 | 51,59 | 55,06 | 51,62 | 559,8 | 197,1 | 12,0 | 10,6 | 13,3 | 4301,7 | 4869,8 | 3881,2 |
| İ2-8 | 54,32 | 49,83 | 50,45 | 339,9 | 125,6 | 10,9 | 9,8 | 12,2 | 4628,4 | 5148,0 | 4135,2 |
| İ2-9 | 50,77 | 53,52 | 51,36 | 587,8 | 216,3 | 11,8 | 10,5 | 12,9 | 4352,5 | 4891,4 | 3981,4 |
| İ2-10 | 54,12 | 50,53 | 52,09 | 595,1 | 217,6 | 11,9 | 10,7 | 12,9 | 4377,3 | 4868,2 | 4038,0 |
| İ2-11 | 52,12 | 54,64 | 50,34 | 569,1 | 199,8 | 12,0 | 10,6 | 12,5 | 4195,0 | 4749,1 | 4027,2 |
| İ2-12 | 51,05 | 55,57 | 52,25 | 471,0 | 166,0 | 12,4 | 10,9 | 13,6 | 4213,7 | 4793,6 | 3841,9 |
| İ2-13 | 50,13 | 55,94 | 50,17 | 410,8 | 146,5 | 11,8 | 10,7 | 12,5 | 4251,7 | 4688,8 | 4013,6 |
| İ2-14 | 54,35 | 52,23 | 50,44 | 528,0 | 186,0 | 11,6 | 10,2 | 12,2 | 4348,3 | 4945,1 | 4134,4 |
| İ2-15 | 51,60 | 54,42 | 52,50 | 411,4 | 146,5 | 12,1 | 10,9 | 13,4 | 4338,8 | 4816,5 | 3917,9 |
| İ2-16 | 55,67 | 50,65 | 51,98 | 686,0 | 243,3 | 12,6 | 10,9 | 13,4 | 4125,4 | 4768,8 | 3879,1 |
| İ2-18 | 53,64 | 51,15 | 49,84 | 376,2 | 137,1 | 11,5 | 10,3 | 12,5 | 4333,9 | 4838,8 | 3987,2 |
| İ2-19 | 50,52 | 55,19 | 50,09 | 658,1 | 236,0 | 11,9 | 10,3 | 12,8 | 4209,2 | 4863,1 | 3913,3 |
| İ2-20 | 51,09 | 55,96 | 52,29 | 507,6 | 177,5 | 13,0 | 11,5 | 14,1 | 4022,3 | 4547,0 | 3708,5 |
| | | | | Ortalama | 187,81 | 11,86 | 10,53 | 12,85 | 4308,42 | 4849,71 | 3977,64 |
| | | | | Maksimum | 243,29 | 13,00 | 11,50 | 14,10 | 4628,44 | 5147,96 | 4319,33 |
| | | | | Minimum | 125,57 | 10,90 | 9,80 | 11,70 | 4022,31 | 4546,96 | 3708,51 |
| | | | | Standart Sapma | 34,16 | 0,49 | 0,39 | 0,63 | 130,51 | 123,77 | 158,63 |

Ek Tablo 13. İ3 grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| İ3-1 | 52,02 | 50,80 | 50,22 | 487,1 | 184,3 | 12,1 | 11,5 | 13,6 | 4150,4 | 4367,0 | 3825,0 |
| İ3-2 | 52,23 | 51,16 | 52,01 | 443,4 | 165,9 | 12,0 | 11,1 | 12,8 | 4334,2 | 4685,6 | 4080,5 |
| İ3-3 | 49,65 | 50,41 | 50,66 | 308,4 | 123,2 | 13,0 | 11,6 | 14,2 | 3896,9 | 4367,2 | 3496,5 |
| İ3-4 | 49,34 | 50,52 | 51,87 | 287,3 | 115,3 | 14,6 | 13,8 | 15,6 | 3552,7 | 3758,7 | 3162,8 |
| İ3-5 | 49,03 | 48,06 | 48,57 | 281,1 | 119,3 | 11,4 | 10,9 | 12,4 | 4260,5 | 4456,0 | 3954,0 |
| İ3-7 | 51,31 | 49,79 | 49,52 | 286,8 | 112,3 | 11,2 | 10,4 | 12,1 | 4421,4 | 4761,5 | 4240,5 |
| İ3-8 | 51,56 | 48,59 | 48,68 | 249,3 | 99,5 | 12,4 | 11,7 | 13,6 | 3925,8 | 4160,7 | 3791,2 |
| İ3-9 | 50,64 | 50,20 | 50,38 | 389,5 | 153,2 | 11,0 | 10,3 | 11,8 | 4580,0 | 4891,3 | 4291,5 |
| İ3-10 | 51,84 | 52,38 | 49,56 | 483,6 | 178,1 | 12,3 | 11,6 | 13,1 | 4029,3 | 4272,4 | 3957,3 |
| İ3-11 | 50,28 | 50,88 | 49,65 | 446,7 | 174,6 | 11,3 | 10,7 | 12,2 | 4393,8 | 4640,2 | 4121,3 |
| İ3-12 | 51,73 | 52,05 | 50,15 | 452,5 | 168,1 | 12,3 | 11,5 | 13,6 | 4077,2 | 4360,9 | 3803,7 |
| İ3-13 | 52,30 | 50,12 | 53,67 | 353,6 | 134,9 | 13,0 | 12,4 | 14,0 | 4128,5 | 4328,2 | 3735,7 |
| İ3-16 | 49,23 | 51,22 | 49,89 | 453,4 | 179,8 | 11,4 | 11,0 | 12,5 | 4376,3 | 4535,5 | 3938,4 |
| İ3-17 | 49,74 | 51,43 | 50,04 | 344,9 | 134,8 | 11,9 | 11,2 | 12,4 | 4205,0 | 4467,9 | 4011,3 |
| İ3-18 | 50,80 | 50,89 | 49,42 | 460,6 | 178,2 | 11,9 | 11,6 | 12,6 | 4152,9 | 4260,3 | 4031,7 |
| İ3-21 | 51,48 | 49,61 | 50,17 | 366,3 | 143,4 | 11,4 | 11,3 | 12,5 | 4400,9 | 4439,8 | 4118,4 |
| İ3-22 | 50,03 | 49,94 | 48,8 | 444,2 | 177,8 | 11,9 | 11,7 | 13 | 4100,8 | 4170,9 | 3848,5 |
| | | | | 384,63 | 149,57 | 12,06 | 11,43 | 13,06 | 4175,69 | 4407,30 | 3906,37 |
| | | | | 487,10 | 184,32 | 14,60 | 13,80 | 15,60 | 4580,00 | 4891,26 | 4291,53 |
| | | | | 249,30 | 99,51 | 11,00 | 10,30 | 11,80 | 3552,74 | 3758,70 | 3162,82 |
| | | | | 80,25 | 28,46 | 0,88 | 0,80 | 0,95 | 245,45 | 262,64 | 273,62 |

Ek Tablo 14. İ4 grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| İ4-1 | 50,13 | 48,44 | 47,83 | 24,28 | 175,64 | 10,9 | 9,5 | 12,4 | 4388,1 | 5034,7 | 3857,3 |
| İ4-3 | 47,65 | 48,25 | 50,90 | 22,99 | 145,40 | 12,3 | 10,3 | 13,8 | 4138,2 | 4941,7 | 3688,4 |
| İ4-4 | 48,80 | 49,78 | 50,94 | 24,29 | 158,65 | 11,7 | 10,0 | 13,1 | 4353,8 | 5094,0 | 3888,5 |
| İ4-5 | 50,12 | 52,48 | 50,05 | 26,30 | 150,67 | 11,9 | 10,1 | 13,3 | 4205,9 | 4955,4 | 3763,2 |
| İ4-7 | 49,69 | 49,51 | 49,54 | 24,60 | 138,32 | 11,4 | 10,0 | 13,3 | 4345,6 | 4954,0 | 3724,8 |
| İ4-8 | 50,81 | 50,76 | 48,82 | 25,79 | 172,89 | 11,8 | 9,9 | 13,0 | 4137,3 | 4931,3 | 3755,4 |
| İ4-9 | 49,03 | 51,27 | 47,04 | 25,14 | 170,54 | 11,1 | 9,2 | 12,5 | 4237,8 | 5113,0 | 3763,2 |
| İ4-11 | 52,24 | 48,05 | 49,21 | 25,10 | 168,60 | 11,5 | 10,0 | 12,9 | 4279,1 | 4921,0 | 3814,7 |
| İ4-12 | 50,07 | 50,71 | 50,34 | 25,39 | 172,43 | 12,0 | 10,2 | 13,6 | 4195,0 | 4935,3 | 3701,5 |
| İ4-14 | 50,74 | 48,47 | 54,26 | 24,59 | 162,24 | 11,3 | 10,3 | 12,7 | 4801,8 | 5268,0 | 4272,4 |
| İ4-15 | 50,80 | 48,42 | 48,38 | 24,60 | 152,50 | 11,2 | 10,2 | 12,4 | 4319,6 | 4743,1 | 3901,6 |
| İ4-16 | 49,56 | 49,02 | 48,66 | 24,29 | 123,16 | 11,3 | 10,7 | 12,9 | 4306,2 | 4547,7 | 3772,1 |
| İ4-17 | 48,01 | 48,74 | 51,12 | 23,40 | 167,78 | 11,7 | 10,2 | 12,7 | 4369,2 | 5011,8 | 4025,2 |
| İ4-18 | 51,21 | 48,73 | 47,43 | 24,95 | 165,46 | 10,1 | 9,2 | 11,5 | 4696,0 | 5155,4 | 4124,3 |
| İ4-19 | 50,78 | 47,99 | 48,87 | 24,37 | 169,84 | 11,0 | 10,0 | 12,4 | 4442,7 | 4887,0 | 3941,1 |
| İ4-21 | 48,47 | 48,62 | 47,57 | 23,57 | 153,65 | 10,8 | 9,5 | 11,8 | 4404,6 | 5007,4 | 4031,4 |
| İ4-22 | 48,43 | 51,71 | 47,60 | 25,04 | 133,41 | 11,4 | 9,6 | 12,4 | 4175,4 | 4958,3 | 3838,7 |
| İ4-23 | 49,10 | 52,35 | 48,94 | 25,70 | 137,61 | 10,9 | 9,5 | 12,2 | 4489,9 | 5151,6 | 4011,5 |
| İ4-25 | 51,61 | 50,33 | 50,22 | 25,98 | 157,53 | 11,7 | 10,2 | 12,6 | 4292,3 | 4923,5 | 3985,7 |
| İ4-26 | 50,71 | 51,62 | 48,00 | 26,18 | 181,61 | 11,1 | 9,8 | 12,3 | 4324,3 | 4898,0 | 3902,4 |
| | | | | Ortalama | 157,90 | 11,36 | 9,92 | 12,69 | 4345,15 | 4971,62 | 3888,17 |
| | | | | Maksimum | 181,61 | 12,30 | 10,70 | 13,80 | 4801,77 | 5267,96 | 4272,44 |
| | | | | Minimum | 123,16 | 10,10 | 9,20 | 11,50 | 4137,29 | 4547,66 | 3688,41 |
| | | | | Standart Sapma | 15,83 | 0,50 | 0,39 | 0,57 | 169,55 | 153,87 | 152,73 |

Ek Tablo 15. Ç1 grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| Ç1-1 | 52,21 | 51,28 | 52,53 | 420,4 | 157,0 | 10,9 | 9,9 | 11,8 | 4819,3 | 5306,1 | 4451,7 |
| Ç1-2 | 51,12 | 53,46 | 53,88 | 432,1 | 158,1 | 12,0 | 11,1 | 12,4 | 4490,0 | 4854,1 | 4345,2 |
| Ç1-4 | 51,95 | 48,94 | 50,82 | 435,3 | 171,2 | 10,6 | 9,5 | 11,1 | 4794,3 | 5349,5 | 4578,4 |
| Ç1-8 | 51,45 | 52,90 | 48,90 | 467,5 | 171,8 | 10,8 | 9,1 | 10,6 | 4527,8 | 5373,6 | 4613,2 |
| Ç1-9 | 51,36 | 49,27 | 51,90 | 556,3 | 219,8 | 10,7 | 9,6 | 11,4 | 4850,5 | 5406,3 | 4552,6 |
| Ç1-10 | 53,69 | 51,94 | 50,69 | 536,3 | 192,3 | 10,4 | 9,2 | 11,0 | 4874,0 | 5509,8 | 4608,2 |
| Ç1-11 | 52,95 | 51,58 | 51,59 | 525,3 | 192,3 | 10,7 | 9,4 | 11,4 | 4821,5 | 5488,3 | 4525,4 |
| Ç1-13 | 51,15 | 50,95 | 51,97 | 540,9 | 207,6 | 10,5 | 9,8 | 11,2 | 4949,5 | 5303,1 | 4640,2 |
| Ç1-14 | 51,28 | 51,03 | 51,76 | 324,6 | 124,0 | 11,0 | 9,9 | 11,5 | 4705,5 | 5228,3 | 4500,9 |
| Ç1-18 | 53,58 | 51,54 | 53,29 | 576,6 | 208,8 | 10,6 | 9,8 | 11,2 | 5027,4 | 5437,8 | 4758,0 |
| Ç1-19 | 50,86 | 51,24 | 48,91 | 413,6 | 158,7 | 9,9 | 9,2 | 10,4 | 4940,4 | 5316,3 | 4702,9 |
| Ç1-20 | 50,38 | 51,61 | 51,26 | 572,3 | 220,1 | 10,6 | 9,6 | 11,1 | 4835,8 | 5339,6 | 4618,0 |
| Ç1-22 | 50,98 | 49,35 | 51,50 | 402,6 | 160,0 | 10,5 | 9,6 | 11,1 | 4904,8 | 5364,6 | 4639,6 |
| Ç1-23 | 51,61 | 49,35 | 51,81 | 618,3 | 242,8 | 10,4 | 9,7 | 11,1 | 4981,7 | 5341,2 | 4667,6 |
| Ç1-24 | 51,83 | 52,64 | 49,84 | 407,4 | 149,3 | 10,3 | 9,5 | 10,9 | 4838,8 | 5246,3 | 4572,5 |
| | | | | 481,97 | 182,26 | 10,66 | 9,66 | 11,21 | 4824,09 | 5324,31 | 4584,96 |
| | | | | 618,30 | 242,76 | 12,00 | 11,10 | 12,40 | 5027,36 | 5509,78 | 4758,04 |
| | | | | 324,60 | 124,04 | 9,90 | 9,10 | 10,40 | 4490,00 | 4854,05 | 4345,16 |
| | | | | 84,30 | 32,76 | 0,45 | 0,47 | 0,47 | 151,16 | 151,98 | 102,22 |
| | | | | Ortalama | | | | | | | |
| | | | | Maksimum | | | | | | | |
| | | | | Minimum | | | | | | | |
| | | | | Standart Sapma | | | | | | | |

Ek Tablo 16. Ç2 grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| Ç2-1 | 52,42 | 50,07 | 50,13 | 401,6 | 153,01 | 9,9 | 9,2 | 10,4 | 5063,6 | 5448,9 | 4820,2 |
| Ç2-2 | 48,40 | 51,31 | 48,78 | 425,4 | 171,30 | 11,4 | 10,0 | 12,1 | 4278,9 | 4878,0 | 4031,4 |
| Ç2-3 | 52,92 | 49,92 | 51,00 | 338,4 | 128,10 | 10,2 | 9,8 | 11,2 | 5000,0 | 5204,1 | 4553,6 |
| Ç2-4 | 50,03 | 50,42 | 51,88 | 467,1 | 185,17 | 11,8 | 10,6 | 12,5 | 4396,6 | 4894,3 | 4150,4 |
| Ç2-5 | 49,85 | 49,29 | 50,69 | 330,1 | 134,35 | 10,3 | 9,6 | 10,9 | 4921,4 | 5280,2 | 4650,5 |
| Ç2-8 | 51,88 | 52,76 | 51,31 | 444,2 | 162,28 | 11,6 | 10,7 | 12,5 | 4423,3 | 4795,3 | 4104,8 |
| Ç2-10 | 51,97 | 51,51 | 51,42 | 403,3 | 150,66 | 11,0 | 10,1 | 12,4 | 4674,5 | 5091,1 | 4146,8 |
| Ç2-11 | 48,75 | 50,71 | 49,15 | 417,0 | 168,68 | 10,2 | 9,5 | 11,4 | 4818,6 | 5173,7 | 4311,4 |
| Ç2-12 | 49,52 | 49,21 | 52,82 | 392,5 | 161,07 | 10,6 | 9,8 | 12,0 | 4983,0 | 5389,8 | 4401,7 |
| Ç2-13 | 50,31 | 49,86 | 50,85 | 356,6 | 142,16 | 10,2 | 9,4 | 11,3 | 4985,3 | 5409,6 | 4500,0 |
| Ç2-14 | 51,78 | 50,89 | 53,89 | 376,8 | 142,99 | 11,0 | 10,3 | 12,1 | 4899,1 | 5232,0 | 4453,7 |
| Ç2-15 | 49,80 | 50,07 | 50,32 | 310,4 | 124,48 | 10,4 | 9,6 | 11,2 | 4838,5 | 5241,7 | 4492,9 |
| Ç2-16 | 50,15 | 50,61 | 51,82 | 275,4 | 108,51 | 11,1 | 10,5 | 12,1 | 4668,5 | 4935,2 | 4282,6 |
| Ç2-17 | 52,52 | 51,73 | 51,60 | 395,4 | 145,54 | 11,9 | 10,8 | 13,0 | 4336,1 | 4777,8 | 3969,2 |
| Ç2-18 | 50,56 | 49,76 | 52,14 | 429,7 | 170,80 | 10,3 | 9,8 | 11,3 | 5062,1 | 5320,4 | 4614,2 |
| Ç2-19 | 51,63 | 50,07 | 49,88 | 434,2 | 167,96 | 9,6 | 9,2 | 10,6 | 5195,8 | 5421,7 | 4705,7 |
| Ç2-20 | 50,19 | 48,79 | 51,74 | 415,7 | 169,76 | 11,3 | 10,7 | 12,4 | 4578,8 | 4835,5 | 4172,6 |
| | | | | Ortalama | 152,16 | 10,75 | 9,98 | 11,73 | 4772,01 | 5137,02 | 4374,21 |
| | | | | Maksimum | 185,17 | 11,90 | 10,80 | 13,00 | 5195,83 | 5448,91 | 4820,19 |
| | | | | Minimum | 108,51 | 9,60 | 9,20 | 10,40 | 4278,95 | 4777,78 | 3969,23 |
| | | | | Standart Sapma | 20,34 | 0,69 | 0,54 | 0,75 | 283,84 | 237,43 | 252,57 |

Ek Tablo 17. B grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreleri (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|-----------------------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| B-1 | 52,29 | 51,66 | 49,50 | 684,0 | 253,2 | 11,1 | 9,9 | 11,4 | 4459,5 | 5000,0 | 4342,1 |
| B-5 | 52,43 | 52,14 | 50,00 | 365,8 | 133,8 | 11,4 | 10,0 | 11,5 | 4386,0 | 5000,0 | 4347,8 |
| B-9 | 51,72 | 50,11 | 49,82 | 486,6 | 187,8 | 11,4 | 9,6 | 11,6 | 4370,2 | 5189,6 | 4294,8 |
| B-11 | 50,06 | 51,12 | 52,32 | 588,5 | 230,0 | 13,0 | 11,4 | 13,4 | 4024,6 | 4589,5 | 3904,5 |
| B-12 | 49,60 | 49,75 | 52,91 | 429,2 | 173,9 | 10,7 | 10,9 | 11,4 | 4944,9 | 4854,1 | 4641,2 |
| B-13 | 50,31 | 52,19 | 52,40 | 554,8 | 211,3 | 12,1 | 10,8 | 12,5 | 4330,6 | 4851,9 | 4192,0 |
| B-14 | 50,77 | 50,14 | 52,40 | 508,0 | 199,6 | 10,2 | 9,9 | 11,0 | 5137,3 | 5292,9 | 4763,6 |
| B-15 | 52,38 | 50,41 | 51,00 | 659,3 | 249,7 | 11,7 | 10,8 | 12,1 | 4359,0 | 4722,2 | 4214,9 |
| B-16 | 52,22 | 49,78 | 51,55 | 547,2 | 210,5 | 12,0 | 10,9 | 12,3 | 4295,8 | 4729,4 | 4191,1 |
| B-17 | 55,09 | 49,80 | 52,59 | 525,3 | 191,5 | 13,2 | 11,5 | 13,4 | 3984,1 | 4573,0 | 3924,6 |
| B-18 | 52,42 | 52,21 | 50,16 | 679,1 | 248,1 | 12,9 | 11,2 | 13,2 | 3888,4 | 4478,6 | 3800,0 |
| B-19 | 52,02 | 51,28 | 51,07 | 461,8 | 173,1 | 11,8 | 10,6 | 11,9 | 4328,0 | 4817,9 | 4291,6 |
| B-20 | 53,31 | 52,09 | 49,29 | 658,0 | 237,0 | 11,3 | 10,5 | 11,5 | 4361,9 | 4694,3 | 4286,1 |
| B-21 | 52,86 | 50,94 | 51,75 | 572,3 | 212,5 | 12,2 | 11,2 | 12,5 | 4241,8 | 4620,5 | 4140,0 |
| B-22 | 52,16 | 50,64 | 51,31 | 627,6 | 237,6 | 12,7 | 11,4 | 13,2 | 4040,2 | 4500,9 | 3887,1 |
| B-23 | 51,43 | 50,61 | 49,52 | 566,4 | 217,6 | 11,5 | 10,4 | 11,7 | 4306,1 | 4761,5 | 4232,5 |
| B-24 | 51,35 | 52,85 | 47,92 | 708,1 | 260,9 | 11,2 | 10,1 | 11,4 | 4278,6 | 4744,6 | 4203,5 |
| B-26 | 49,05 | 49,60 | 51,11 | 400,5 | 164,6 | 12,0 | 10,2 | 12,6 | 4259,2 | 5010,8 | 4056,3 |
| Ortalama | | | | 556,81 | 210,70 | 11,80 | 10,63 | 12,14 | 4333,10 | 4801,76 | 4206,32 |
| Maksimum | | | | 708,10 | 260,92 | 13,20 | 11,50 | 13,40 | 5137,25 | 5292,93 | 4763,64 |
| Minimum | | | | 365,80 | 133,81 | 10,20 | 9,60 | 11,00 | 3888,37 | 4478,57 | 3800,00 |
| Standart Sapma | | | | 101,67 | 35,07 | 0,81 | 0,59 | 0,78 | 303,13 | 226,57 | 245,57 |

Ek Tablo 18. D grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kurulma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreler (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| D-1 | 50,00 | 52,08 | 52,34 | 275,20 | 105,68 | 11,3 | 10,6 | 12,7 | 4631,9 | 4937,7 | 4121,3 |
| D-3 | 49,11 | 52,05 | 52,50 | 357,30 | 139,78 | 12,3 | 10,1 | 12,9 | 4268,3 | 5198,0 | 4069,8 |
| D-5 | 53,85 | 53,09 | 51,98 | 196,80 | 68,84 | 11,8 | 10,0 | 11,8 | 4405,1 | 5198,0 | 4405,1 |
| D-6 | 50,95 | 50,64 | 52,45 | 288,90 | 111,97 | 11,7 | 10,3 | 12,5 | 4482,9 | 5092,2 | 4196,0 |
| D-7 | 53,70 | 53,65 | 52,03 | 419,70 | 145,68 | 11,5 | 10,0 | 11,9 | 4524,3 | 5203,0 | 4372,3 |
| D-9 | 51,73 | 51,57 | 52,68 | 281,40 | 105,48 | 11,6 | 10,2 | 12,7 | 4541,4 | 5164,7 | 4148,0 |
| D-10 | 53,75 | 49,21 | 51,91 | 168,90 | 63,86 | 11,5 | 10,3 | 12,2 | 4513,9 | 5039,8 | 4254,9 |
| D-11 | 53,87 | 51,69 | 51,49 | 274,50 | 98,58 | 11,7 | 10,5 | 11,9 | 4400,9 | 4903,8 | 4326,9 |
| D-14 | 52,02 | 51,30 | 54,12 | 233,50 | 87,50 | 11,2 | 10,1 | 11,4 | 4832,1 | 5358,4 | 4747,4 |
| D-17 | 51,57 | 51,97 | 52,19 | 290,10 | 108,24 | 11,0 | 9,7 | 11,6 | 4744,5 | 5380,4 | 4499,1 |
| D-18 | 51,60 | 51,80 | 51,83 | 543,90 | 203,49 | 10,3 | 9,2 | 10,7 | 5032,0 | 5633,7 | 4843,9 |
| D-19 | 52,61 | 51,30 | 52,62 | 438,80 | 162,59 | 12,2 | 10,2 | 12,9 | 4313,1 | 5158,8 | 4079,1 |
| D-20 | 52,15 | 51,85 | 52,20 | 274,90 | 101,67 | 11,7 | 10,4 | 12,0 | 4461,5 | 5019,2 | 4350,0 |
| D-21 | 51,96 | 51,74 | 50,91 | 401,20 | 149,23 | 10,7 | 9,5 | 11,2 | 4757,9 | 5358,9 | 4545,5 |
| D-22 | 50,95 | 50,50 | 51,76 | 435,80 | 169,38 | 11,2 | 9,7 | 11,6 | 4621,4 | 5336,1 | 4462,1 |
| D-24 | 51,97 | 51,99 | 51,79 | 460,30 | 170,36 | 10,6 | 9,5 | 11,3 | 4885,8 | 5451,6 | 4583,2 |
| D-26 | 51,40 | 54,64 | 52,79 | 492,60 | 175,40 | 10,7 | 10,0 | 11,2 | 4933,6 | 5279,0 | 4713,4 |
| D-27 | 49,74 | 52,47 | 51,94 | 455,10 | 174,38 | 12,0 | 10,7 | 12,5 | 4328,3 | 4854,2 | 4155,2 |
| D-28 | 50,84 | 52,46 | 51,89 | 455,60 | 170,82 | 11,6 | 10,4 | 12,6 | 4473,3 | 4989,4 | 4118,3 |
| D-29 | 49,88 | 52,58 | 53,09 | 273,50 | 104,28 | 11,6 | 10,5 | 12,4 | 4576,7 | 5056,2 | 4281,5 |
| D-30 | 49,58 | 51,07 | 53,16 | 493,20 | 194,78 | 10,4 | 9,8 | 10,8 | 5111,5 | 5424,5 | 4922,2 |
| | | | | Ortalama | 357,68 | 11,36 | 10,08 | 11,94 | 4611,46 | 5192,28 | 4390,24 |
| | | | | Maksimum | 543,90 | 12,30 | 10,70 | 12,90 | 5111,54 | 5633,70 | 4922,22 |
| | | | | Minimum | 168,90 | 10,30 | 9,20 | 10,70 | 4268,29 | 4854,21 | 4069,77 |
| | | | | Standart Sapma | 109,32 | 0,57 | 0,40 | 0,68 | 239,75 | 202,76 | 258,17 |

Ek Tablo 19. S grubu örneklerinin tek eksenli basınç direnci deneyi ve ultrasonik dalga hızı deneyi verileri

| Örnek No | Boyutlar (mm) | | | Yüzey Alanı (cm ²) | Örneğin Kırılma Anındaki Yüklü (kN) | Tek Eksenli Basınç Direnci (Mpa) | Sonic Hız Süreleri (µsn) | | | Sonic Hızlar (m/sn) | | |
|----------|---------------|-------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | Doğal | Doygun | Kuru | Doğal | Doygun | Kuru |
| S-1 | 53,25 | 55,47 | 48,22 | 29,54 | 285,4 | 96,62 | 7,9 | 8,4 | 8,9 | 5740,48 | 6103,80 | 5417,98 |
| S-2 | 55,30 | 54,30 | 49,31 | 30,03 | 361,1 | 120,25 | 7,9 | 8,9 | 8,9 | 5540,45 | 6241,77 | 5540,45 |
| S-3 | 55,20 | 54,95 | 50,86 | 30,33 | 371 | 122,31 | 8,4 | 8,9 | 8,9 | 5714,61 | 6054,76 | 5714,61 |
| S-4 | 54,62 | 55,47 | 50,33 | 30,30 | 388,8 | 128,33 | 8,4 | 8,9 | 8,9 | 5655,06 | 5991,67 | 5655,06 |
| S-5 | 54,32 | 52,79 | 52,94 | 28,68 | 511,1 | 178,24 | 8,8 | 9,4 | 9,4 | 5631,91 | 6015,91 | 5631,91 |
| S-6 | 52,73 | 49,62 | 55,06 | 26,16 | 524,6 | 200,50 | 8,9 | 9,4 | 9,9 | 5857,45 | 6186,52 | 5561,62 |
| S-10 | 52,88 | 55,30 | 48,69 | 29,24 | 364,6 | 124,68 | 7,9 | 8,4 | 8,9 | 5796,43 | 6163,29 | 5470,79 |
| S-11 | 55,58 | 55,36 | 50,64 | 30,77 | 398,4 | 129,48 | 8,4 | 8,9 | 8,9 | 5689,89 | 6028,57 | 5689,89 |
| S-12 | 56,15 | 55,20 | 48,08 | 30,99 | 456,9 | 147,41 | 8,4 | 8,9 | 9,9 | 5402,25 | 5723,81 | 4856,57 |
| S-13 | 56,33 | 54,26 | 52,09 | 30,56 | 443,4 | 145,07 | 8,4 | 8,9 | 9,4 | 5852,81 | 6201,19 | 5541,49 |
| S-15 | 54,09 | 55,50 | 53,26 | 30,02 | 436,9 | 145,54 | 8,9 | 9,4 | 9,4 | 5665,96 | 5984,27 | 5665,96 |
| S-16 | 53,57 | 55,32 | 48,59 | 29,63 | 366,4 | 123,64 | 7,9 | 8,4 | 8,9 | 5784,52 | 6150,63 | 5459,55 |
| S-17 | 54,89 | 54,87 | 49,93 | 30,12 | 339,3 | 112,66 | 8,4 | 8,5 | 8,9 | 5874,12 | 5944,05 | 5610,11 |
| S-18 | 56,64 | 52,48 | 53,98 | 29,72 | 571,4 | 192,23 | 8,9 | 9,4 | 9,4 | 5742,55 | 6065,17 | 5742,55 |
| S-19 | 53,31 | 54,37 | 53,28 | 28,98 | 243 | 83,84 | 8,9 | 9,4 | 9,9 | 5668,09 | 5986,52 | 5381,82 |
| S-21 | 55,98 | 54,62 | 49,46 | 30,58 | 288,3 | 94,29 | 7,9 | 8,4 | 8,9 | 5888,10 | 6260,76 | 5557,30 |
| S-22 | 56,18 | 51,50 | 51,48 | 28,93 | 654,3 | 226,15 | 8,4 | 8,9 | 9 | 5784,27 | 6128,57 | 5720,00 |
| S-23 | 52,05 | 50,69 | 56,31 | 26,38 | 431,1 | 163,39 | 9,4 | 9,9 | 10,4 | 5687,88 | 5990,43 | 5414,42 |
| | | | | Ortalama | 413,11 | 140,81 | 8,45 | 8,96 | 9,27 | 5720,93 | 6067,87 | 5535,11 |
| | | | | Maksimum | 654,30 | 226,15 | 9,40 | 9,90 | 10,40 | 5888,10 | 6260,76 | 5742,55 |
| | | | | Minimum | 243,00 | 83,84 | 7,90 | 8,40 | 8,90 | 5402,25 | 5723,81 | 4856,57 |
| | | | | Standart Sapma | 104,34 | 38,53 | 0,44 | 0,44 | 0,48 | 122,80 | 129,20 | 203,39 |

Ek Tablo 20. İ1 grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | | Genel Yüzde | | | | | | Adlandırma Yüzdeleri | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|--------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|----------------------|-------|--|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. | |
| İ1-1 | 36 | 49 | 12 | 14 | 0 | 111 | 32,43 | 44,14 | 10,81 | 12,61 | 0,00 | 37,11 | 50,52 | 12,37 | |
| İ1-2 | 20 | 27 | 7 | 6 | 0 | 60 | 33,33 | 45,00 | 11,67 | 10,00 | 0,00 | 37,04 | 50,00 | 12,96 | |
| İ1-3 | 42 | 43 | 6 | 9 | 0 | 100 | 42,00 | 43,00 | 6,00 | 9,00 | 0,00 | 46,15 | 47,25 | 6,59 | |
| İ1-4 | 39 | 23 | 9 | 8 | 1 | 80 | 48,75 | 28,75 | 11,25 | 10,00 | 1,25 | 54,93 | 32,39 | 12,68 | |
| İ1-5 | 40 | 30 | 65 | 10 | 0 | 145 | 27,59 | 20,69 | 44,83 | 6,90 | 0,00 | 29,63 | 22,22 | 48,15 | |
| İ1-6 | 35 | 60 | 4 | 5 | 2 | 106 | 33,02 | 56,60 | 3,77 | 4,72 | 1,89 | 35,35 | 60,61 | 4,04 | |
| İ1-7 | 48 | 54 | 22 | 8 | 0 | 132 | 36,36 | 40,91 | 16,67 | 6,06 | 0,00 | 38,71 | 43,55 | 17,74 | |
| İ1-8 | 52 | 30 | 0 | 7 | 0 | 89 | 58,43 | 33,71 | 0,00 | 7,87 | 0,00 | 63,41 | 36,59 | 0,00 | |
| İ1-9 | 55 | 24 | 22 | 5 | 2 | 108 | 50,93 | 22,22 | 20,37 | 4,63 | 1,85 | 54,46 | 23,76 | 21,78 | |
| İ1-14 | 55 | 35 | 27 | 9 | 1 | 127 | 43,31 | 27,56 | 21,26 | 7,09 | 0,79 | 47,01 | 29,91 | 23,08 | |
| İ1-15 | 15 | 36 | 20 | 7 | 1 | 79 | 18,99 | 45,57 | 25,32 | 8,86 | 1,27 | 21,13 | 50,70 | 28,17 | |
| İ1-16 | 34 | 35 | 24 | 9 | 0 | 102 | 33,33 | 34,31 | 23,53 | 8,82 | 0,00 | 36,56 | 37,63 | 25,81 | |
| İ1-17 | 44 | 90 | 24 | 12 | 1 | 171 | 25,73 | 52,63 | 14,04 | 7,02 | 0,58 | 27,85 | 56,96 | 15,19 | |
| İ1-18 | 50 | 52 | 45 | 10 | 1 | 158 | 31,65 | 32,91 | 28,48 | 6,33 | 0,63 | 34,01 | 35,37 | 30,61 | |
| İ1-19 | 17 | 34 | 30 | 14 | 0 | 95 | 17,89 | 35,79 | 31,58 | 14,74 | 0,00 | 20,99 | 41,98 | 37,04 | |
| İ1-20 | 21 | 26 | 53 | 3 | 0 | 103 | 20,39 | 25,24 | 51,46 | 2,91 | 0,00 | 21,00 | 26,00 | 53,00 | |
| İ1-21 | 20 | 33 | 8 | 5 | 0 | 66 | 30,30 | 50,00 | 12,12 | 7,58 | 0,00 | 32,79 | 54,10 | 13,11 | |

Ek Tablo 21 . İ2 grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | | Genel Yüzde | | | | | | Adlandırma Yüzdeleri | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|--------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|----------------------|-------|--|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. | |
| I2-1 | 59 | 86 | 63 | 7 | 0 | 215 | 27,44 | 40,00 | 29,30 | 3,26 | 0,00 | 28,37 | 41,35 | 30,29 | |
| I2-2 | 21 | 18 | 55 | 3 | 1 | 98 | 21,43 | 18,37 | 56,12 | 3,06 | 1,02 | 22,34 | 19,15 | 58,51 | |
| I2-3 | 38 | 38 | 41 | 6 | 0 | 123 | 30,89 | 30,89 | 33,33 | 4,88 | 0,00 | 32,48 | 32,48 | 35,04 | |
| I2-4 | 35 | 64 | 67 | 4 | 0 | 170 | 20,59 | 37,65 | 39,41 | 2,35 | 0,00 | 21,08 | 38,55 | 40,36 | |
| I2-5 | 50 | 42 | 69 | 3 | 0 | 164 | 30,49 | 25,61 | 42,07 | 1,83 | 0,00 | 31,06 | 26,09 | 42,86 | |
| I2-6 | 51 | 45 | 57 | 9 | 0 | 162 | 31,48 | 27,78 | 35,19 | 5,56 | 0,00 | 33,33 | 29,41 | 37,25 | |
| I2-7 | 39 | 48 | 51 | 6 | 1 | 145 | 26,90 | 33,10 | 35,17 | 4,14 | 0,69 | 28,26 | 34,78 | 36,96 | |
| I2-8 | 59 | 73 | 67 | 9 | 1 | 209 | 28,23 | 34,93 | 32,06 | 4,31 | 0,48 | 29,65 | 36,68 | 33,67 | |
| I2-9 | 32 | 51 | 79 | 9 | 0 | 171 | 18,71 | 29,82 | 46,20 | 5,26 | 0,00 | 19,75 | 31,48 | 48,77 | |
| I2-10 | 43 | 52 | 53 | 9 | 0 | 157 | 27,39 | 33,12 | 33,76 | 5,73 | 0,00 | 29,05 | 35,14 | 35,81 | |
| I2-11 | 45 | 49 | 54 | 4 | 1 | 153 | 29,41 | 32,03 | 35,29 | 2,61 | 0,65 | 30,41 | 33,11 | 36,49 | |
| I2-12 | 44 | 54 | 47 | 4 | 1 | 150 | 29,33 | 36,00 | 31,33 | 2,67 | 0,67 | 30,34 | 37,24 | 32,41 | |
| I2-13 | 46 | 41 | 51 | 3 | 0 | 141 | 32,62 | 29,08 | 36,17 | 2,13 | 0,00 | 33,33 | 29,71 | 36,96 | |
| I2-14 | 49 | 45 | 34 | 3 | 0 | 131 | 37,40 | 34,35 | 25,95 | 2,29 | 0,00 | 38,28 | 35,16 | 26,56 | |
| I2-15 | 42 | 49 | 47 | 7 | 0 | 145 | 28,97 | 33,79 | 32,41 | 4,83 | 0,00 | 30,43 | 35,51 | 34,06 | |
| I2-16 | 41 | 52 | 48 | 9 | 3 | 153 | 26,80 | 33,99 | 31,37 | 5,88 | 1,96 | 29,08 | 36,88 | 34,04 | |
| I2-18 | 48 | 63 | 88 | 11 | 0 | 210 | 22,86 | 30,00 | 41,90 | 5,24 | 0,00 | 24,12 | 31,66 | 44,22 | |
| I2-19 | 47 | 28 | 53 | 5 | 1 | 134 | 35,07 | 20,90 | 39,55 | 3,73 | 0,75 | 36,72 | 21,88 | 41,41 | |
| I2-20 | 33 | 41 | 28 | 4 | 1 | 107 | 30,84 | 38,32 | 26,17 | 3,74 | 0,93 | 32,35 | 40,20 | 27,45 | |

Ek Tablo 22. İ3 grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | Genel Yüzde | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. |
| I3-1 | 34 | 52 | 62 | 12 | 1 | 161 | 21,12 | 32,30 | 38,51 | 7,45 | 0,62 | 22,97 | 35,14 | 41,89 |
| I3-2 | 47 | 41 | 11 | 13 | 3 | 115 | 40,87 | 35,65 | 9,57 | 11,30 | 2,61 | 47,47 | 41,41 | 11,11 |
| I3-3 | 27 | 44 | 54 | 2 | 1 | 128 | 21,09 | 34,38 | 42,19 | 1,56 | 0,78 | 21,60 | 35,20 | 43,20 |
| I3-4 | 22 | 27 | 5 | 3 | 2 | 59 | 37,29 | 45,76 | 8,47 | 5,08 | 3,39 | 40,74 | 50,00 | 9,26 |
| I3-5 | 2 | 3 | 84 | 0 | 0 | 89 | 2,25 | 3,37 | 94,38 | 0,00 | 0,00 | 2,25 | 3,37 | 94,38 |
| I3-7 | 12 | 40 | 23 | 6 | 0 | 81 | 14,81 | 49,38 | 28,40 | 7,41 | 0,00 | 16,00 | 53,33 | 30,67 |
| I3-8 | 29 | 61 | 56 | 6 | 0 | 152 | 19,08 | 40,13 | 36,84 | 3,95 | 0,00 | 19,86 | 41,78 | 38,36 |
| I3-9 | 17 | 24 | 22 | 0 | 1 | 64 | 26,56 | 37,50 | 34,38 | 0,00 | 1,56 | 26,98 | 38,10 | 34,92 |
| I3-10 | 37 | 38 | 46 | 11 | 0 | 132 | 28,03 | 28,79 | 34,85 | 8,33 | 0,00 | 30,58 | 31,40 | 38,02 |
| I3-11 | 38 | 26 | 14 | 4 | 1 | 83 | 45,78 | 31,33 | 16,87 | 4,82 | 1,20 | 48,72 | 33,33 | 17,95 |
| I3-12 | 20 | 42 | 12 | 8 | 0 | 82 | 24,39 | 51,22 | 14,63 | 9,76 | 0,00 | 27,03 | 56,76 | 16,22 |
| I3-13 | 50 | 26 | 14 | 4 | 0 | 94 | 53,19 | 27,66 | 14,89 | 4,26 | 0,00 | 55,56 | 28,89 | 15,56 |
| I3-16 | 14 | 50 | 45 | 10 | 0 | 119 | 11,76 | 42,02 | 37,82 | 8,40 | 0,00 | 12,84 | 45,87 | 41,28 |
| I3-17 | 25 | 48 | 45 | 2 | 0 | 120 | 20,83 | 40,00 | 37,50 | 1,67 | 0,00 | 21,19 | 40,68 | 38,14 |
| I3-18 | 5 | 30 | 27 | 3 | 0 | 65 | 7,69 | 46,15 | 41,54 | 4,62 | 0,00 | 8,06 | 48,39 | 43,55 |
| I3-21 | 23 | 33 | 16 | 6 | 1 | 79 | 29,11 | 41,77 | 20,25 | 7,59 | 1,27 | 31,94 | 45,83 | 22,22 |
| I3-22 | 19 | 49 | 30 | 9 | 1 | 108 | 17,59 | 45,37 | 27,78 | 8,33 | 0,93 | 19,39 | 50,00 | 30,61 |

Ek Tablo 23. İ4 grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | | Genel Yüzde | | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|--------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|--------------------|-------|--|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. | |
| I4-1 | 29 | 68 | 45 | 12 | 2 | 156 | 18,59 | 43,59 | 28,85 | 7,69 | 1,28 | 20,42 | 47,89 | 31,69 | |
| I4-3 | 17 | 58 | 11 | 8 | 0 | 94 | 18,09 | 61,70 | 11,70 | 8,51 | 0,00 | 19,77 | 67,44 | 12,79 | |
| I4-4 | 53 | 53 | 18 | 7 | 1 | 132 | 40,15 | 40,15 | 13,64 | 5,30 | 0,76 | 42,74 | 42,74 | 14,52 | |
| I4-5 | 29 | 82 | 26 | 4 | 0 | 141 | 20,57 | 58,16 | 18,44 | 2,84 | 0,00 | 21,17 | 59,85 | 18,98 | |
| I4-7 | 50 | 39 | 25 | 8 | 0 | 122 | 40,98 | 31,97 | 20,49 | 6,56 | 0,00 | 43,86 | 34,21 | 21,93 | |
| I4-8 | 23 | 41 | 34 | 2 | 1 | 101 | 22,77 | 40,59 | 33,66 | 1,98 | 0,99 | 23,47 | 41,84 | 34,69 | |
| I4-9 | 11 | 22 | 5 | 3 | 0 | 41 | 26,83 | 53,66 | 12,20 | 7,32 | 0,00 | 28,95 | 57,89 | 13,16 | |
| I4-11 | 44 | 33 | 34 | 8 | 0 | 119 | 36,97 | 27,73 | 28,57 | 6,72 | 0,00 | 39,64 | 29,73 | 30,63 | |
| I4-12 | 31 | 29 | 17 | 9 | 0 | 86 | 36,05 | 33,72 | 19,77 | 10,47 | 0,00 | 40,26 | 37,66 | 22,08 | |
| I4-14 | 30 | 68 | 15 | 6 | 0 | 119 | 25,21 | 57,14 | 12,61 | 5,04 | 0,00 | 26,55 | 60,18 | 13,27 | |
| I4-15 | 34 | 43 | 52 | 6 | 0 | 135 | 25,19 | 31,85 | 38,52 | 4,44 | 0,00 | 26,36 | 33,33 | 40,31 | |
| I4-16 | 18 | 25 | 41 | 7 | 2 | 93 | 19,35 | 26,88 | 44,09 | 7,53 | 2,15 | 21,43 | 29,76 | 48,81 | |
| I4-17 | 18 | 25 | 14 | 1 | 0 | 58 | 31,03 | 43,10 | 24,14 | 1,72 | 0,00 | 31,58 | 43,86 | 24,56 | |
| I4-18 | 27 | 19 | 9 | 2 | 0 | 57 | 47,37 | 33,33 | 15,79 | 3,51 | 0,00 | 49,09 | 34,55 | 16,36 | |
| I4-19 | 39 | 47 | 8 | 3 | 0 | 97 | 40,21 | 48,45 | 8,25 | 3,09 | 0,00 | 41,49 | 50,00 | 8,51 | |
| I4-21 | 34 | 30 | 21 | 4 | 0 | 89 | 38,20 | 33,71 | 23,60 | 4,49 | 0,00 | 40,00 | 35,29 | 24,71 | |
| I4-22 | 14 | 44 | 12 | 6 | 0 | 76 | 18,42 | 57,89 | 15,79 | 7,89 | 0,00 | 20,00 | 62,86 | 17,14 | |
| I4-23 | 49 | 33 | 14 | 7 | 0 | 103 | 47,57 | 32,04 | 13,59 | 6,80 | 0,00 | 51,04 | 34,38 | 14,58 | |
| I4-25 | 18 | 20 | 44 | 6 | 2 | 90 | 20,00 | 22,22 | 48,89 | 6,67 | 2,22 | 21,95 | 24,39 | 53,66 | |
| I4-26 | 38 | 40 | 23 | 6 | 1 | 108 | 35,19 | 37,04 | 21,30 | 5,56 | 0,93 | 37,62 | 39,60 | 22,77 | |

Ek Tablo 24. Ç1 grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | | Genel Yüzde | | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|--------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|--------------------|-------|--|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. | |
| Ç1-1 | 50 | 45 | 49 | 14 | 0 | 158 | 31,65 | 28,48 | 31,01 | 8,86 | 0,00 | 34,72 | 31,25 | 34,03 | |
| Ç1-2 | 40 | 54 | 34 | 9 | 0 | 137 | 29,20 | 39,42 | 24,82 | 6,57 | 0,00 | 31,25 | 42,19 | 26,56 | |
| Ç1-4 | 21 | 40 | 21 | 9 | 0 | 91 | 23,08 | 43,96 | 23,08 | 9,89 | 0,00 | 25,61 | 48,78 | 25,61 | |
| Ç1-8 | 24 | 22 | 25 | 10 | 0 | 81 | 29,63 | 27,16 | 30,86 | 12,35 | 0,00 | 33,80 | 30,99 | 35,21 | |
| Ç1-9 | 39 | 64 | 38 | 15 | 0 | 156 | 25,00 | 41,03 | 24,36 | 9,62 | 0,00 | 27,66 | 45,39 | 26,95 | |
| Ç1-10 | 20 | 31 | 26 | 4 | 0 | 81 | 24,69 | 38,27 | 32,10 | 4,94 | 0,00 | 25,97 | 40,26 | 33,77 | |
| Ç1-11 | 37 | 32 | 17 | 9 | 0 | 95 | 38,95 | 33,68 | 17,89 | 9,47 | 0,00 | 43,02 | 37,21 | 19,77 | |
| Ç1-13 | 40 | 55 | 35 | 9 | 0 | 139 | 28,78 | 39,57 | 25,18 | 6,47 | 0,00 | 30,77 | 42,31 | 26,92 | |
| Ç1-14 | 56 | 47 | 27 | 8 | 0 | 138 | 40,58 | 34,06 | 19,57 | 5,80 | 0,00 | 43,08 | 36,15 | 20,77 | |
| Ç1-18 | 8 | 37 | 15 | 4 | 0 | 64 | 12,50 | 57,81 | 23,44 | 6,25 | 0,00 | 13,33 | 61,67 | 25,00 | |
| Ç1-19 | 30 | 45 | 21 | 9 | 0 | 105 | 28,57 | 42,86 | 20,00 | 8,57 | 0,00 | 31,25 | 46,88 | 21,88 | |
| Ç1-20 | 35 | 44 | 31 | 18 | 0 | 128 | 27,34 | 34,38 | 24,22 | 14,06 | 0,00 | 31,82 | 40,00 | 28,18 | |
| Ç1-22 | 47 | 28 | 28 | 11 | 0 | 114 | 41,23 | 24,56 | 24,56 | 9,65 | 0,00 | 45,63 | 27,18 | 27,18 | |
| Ç1-23 | 30 | 24 | 20 | 9 | 0 | 83 | 36,14 | 28,92 | 24,10 | 10,84 | 0,00 | 40,54 | 32,43 | 27,03 | |
| Ç1-24 | 34 | 44 | 33 | 14 | 0 | 125 | 27,20 | 35,20 | 26,40 | 11,20 | 0,00 | 30,63 | 39,64 | 29,73 | |

Ek Tablo 25. Ç2 grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | Genel Yüzde | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. |
| Ç2-1 | 57 | 45 | 48 | 13 | 0 | 163 | 34,97 | 27,61 | 29,45 | 7,98 | 0,00 | 38,00 | 30,00 | 32,00 |
| Ç2-2 | 61 | 47 | 21 | 10 | 2 | 141 | 43,26 | 33,33 | 14,89 | 7,09 | 1,42 | 47,29 | 36,43 | 16,28 |
| Ç2-3 | 15 | 31 | 21 | 5 | 0 | 72 | 20,83 | 43,06 | 29,17 | 6,94 | 0,00 | 22,39 | 46,27 | 31,34 |
| Ç2-4 | 37 | 27 | 29 | 14 | 0 | 107 | 34,58 | 25,23 | 27,10 | 13,08 | 0,00 | 39,78 | 29,03 | 31,18 |
| Ç2-5 | 47 | 20 | 24 | 8 | 0 | 99 | 47,47 | 20,20 | 24,24 | 8,08 | 0,00 | 51,65 | 21,98 | 26,37 |
| Ç2-8 | 40 | 36 | 24 | 7 | 0 | 107 | 37,38 | 33,64 | 22,43 | 6,54 | 0,00 | 40,00 | 36,00 | 24,00 |
| Ç2-10 | 43 | 58 | 63 | 10 | 0 | 174 | 24,71 | 33,33 | 36,21 | 5,75 | 0,00 | 26,22 | 35,37 | 38,41 |
| Ç2-11 | 78 | 43 | 41 | 5 | 0 | 167 | 46,71 | 25,75 | 24,55 | 2,99 | 0,00 | 48,15 | 26,54 | 25,31 |
| Ç2-12 | 47 | 31 | 26 | 7 | 1 | 112 | 41,96 | 27,68 | 23,21 | 6,25 | 0,89 | 45,19 | 29,81 | 25,00 |
| Ç2-13 | 17 | 26 | 21 | 4 | 0 | 68 | 25,00 | 38,24 | 30,88 | 5,88 | 0,00 | 26,56 | 40,63 | 32,81 |
| Ç2-14 | 29 | 27 | 15 | 9 | 0 | 80 | 36,25 | 33,75 | 18,75 | 11,25 | 0,00 | 40,85 | 38,03 | 21,13 |
| Ç2-15 | 40 | 32 | 25 | 8 | 0 | 105 | 38,10 | 30,48 | 23,81 | 7,62 | 0,00 | 41,24 | 32,99 | 25,77 |
| Ç2-16 | 20 | 49 | 14 | 13 | 0 | 96 | 20,83 | 51,04 | 14,58 | 13,54 | 0,00 | 24,10 | 59,04 | 16,87 |
| Ç2-17 | 54 | 70 | 32 | 9 | 0 | 165 | 32,73 | 42,42 | 19,39 | 5,45 | 0,00 | 34,62 | 44,87 | 20,51 |
| Ç2-18 | 37 | 25 | 45 | 8 | 0 | 115 | 32,17 | 21,74 | 39,13 | 6,96 | 0,00 | 34,58 | 23,36 | 42,06 |
| Ç2-19 | 38 | 61 | 37 | 3 | 0 | 139 | 27,34 | 43,88 | 26,62 | 2,16 | 0,00 | 27,94 | 44,85 | 27,21 |
| Ç2-20 | 23 | 33 | 31 | 9 | 0 | 96 | 23,96 | 34,38 | 32,29 | 9,38 | 0,00 | 26,44 | 37,93 | 35,63 |

Ek Tablo 26. B grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | Genel Yüzde | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. |
| B-1 | 40 | 58 | 14 | 18 | 0 | 130 | 30,77 | 44,62 | 10,77 | 13,85 | 0,00 | 35,71 | 51,79 | 12,50 |
| B-5 | 26 | 43 | 11 | 6 | 0 | 86 | 30,23 | 50,00 | 12,79 | 6,98 | 0,00 | 32,50 | 53,75 | 13,75 |
| B-9 | 52 | 74 | 35 | 18 | 0 | 179 | 29,05 | 41,34 | 19,55 | 10,06 | 0,00 | 32,30 | 45,96 | 21,74 |
| B-11 | 30 | 52 | 26 | 15 | 0 | 123 | 24,39 | 42,28 | 21,14 | 12,20 | 0,00 | 27,78 | 48,15 | 24,07 |
| B-12 | 73 | 13 | 17 | 0 | 0 | 103 | 70,87 | 12,62 | 16,50 | 0,00 | 0,00 | 70,87 | 12,62 | 16,50 |
| B-13 | 51 | 70 | 32 | 22 | 0 | 175 | 29,14 | 40,00 | 18,29 | 12,57 | 0,00 | 33,33 | 45,75 | 20,92 |
| B-14 | 55 | 41 | 28 | 3 | 0 | 127 | 43,31 | 32,28 | 22,05 | 2,36 | 0,00 | 44,35 | 33,06 | 22,58 |
| B-15 | 22 | 41 | 14 | 14 | 0 | 91 | 24,18 | 45,05 | 15,38 | 15,38 | 0,00 | 28,57 | 53,25 | 18,18 |
| B-16 | 39 | 67 | 47 | 23 | 3 | 179 | 21,79 | 37,43 | 26,26 | 12,85 | 1,68 | 25,49 | 43,79 | 30,72 |
| B-17 | 49 | 72 | 48 | 23 | 4 | 196 | 25,00 | 36,73 | 24,49 | 11,73 | 2,04 | 28,99 | 42,60 | 28,40 |
| B-18 | 16 | 24 | 9 | 9 | 0 | 58 | 27,59 | 41,38 | 15,52 | 15,52 | 0,00 | 32,65 | 48,98 | 18,37 |
| B-19 | 15 | 38 | 17 | 16 | 0 | 86 | 17,44 | 44,19 | 19,77 | 18,60 | 0,00 | 21,43 | 54,29 | 24,29 |
| B-20 | 33 | 47 | 34 | 11 | 2 | 127 | 25,98 | 37,01 | 26,77 | 8,66 | 1,57 | 28,95 | 41,23 | 29,82 |
| B-21 | 42 | 47 | 23 | 16 | 1 | 129 | 32,56 | 36,43 | 17,83 | 12,40 | 0,78 | 37,50 | 41,96 | 20,54 |
| B-22 | 30 | 51 | 34 | 12 | 2 | 129 | 23,26 | 39,53 | 26,36 | 9,30 | 1,55 | 26,09 | 44,35 | 29,57 |
| B-23 | 33 | 57 | 17 | 21 | 2 | 130 | 25,38 | 43,85 | 13,08 | 16,15 | 1,54 | 30,84 | 53,27 | 15,89 |
| B-24 | 14 | 36 | 11 | 10 | 0 | 71 | 19,72 | 50,70 | 15,49 | 14,08 | 0,00 | 22,95 | 59,02 | 18,03 |
| B-26 | 17 | 28 | 15 | 5 | 1 | 66 | 25,76 | 42,42 | 22,73 | 7,58 | 1,52 | 28,33 | 46,67 | 25,00 |

Ek Tablo 27. D grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | Genel Yüzde | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. |
| D-1 | 25 | 22 | 35 | 11 | 0 | 93 | 26,88 | 23,66 | 37,63 | 11,83 | 0,00 | 30,49 | 26,83 | 42,68 |
| D-3 | 22 | 18 | 31 | 18 | 0 | 89 | 24,72 | 20,22 | 34,83 | 20,22 | 0,00 | 30,99 | 25,35 | 43,66 |
| D-5 | 17 | 14 | 31 | 10 | 1 | 73 | 23,29 | 19,18 | 42,47 | 13,70 | 1,37 | 27,42 | 22,58 | 50,00 |
| D-6 | 20 | 15 | 34 | 7 | 0 | 76 | 26,32 | 19,74 | 44,74 | 9,21 | 0,00 | 28,99 | 21,74 | 49,28 |
| D-7 | 28 | 22 | 52 | 8 | 0 | 110 | 25,45 | 20,00 | 47,27 | 7,27 | 0,00 | 27,45 | 21,57 | 50,98 |
| D-9 | 25 | 17 | 50 | 19 | 1 | 112 | 22,32 | 15,18 | 44,64 | 16,96 | 0,89 | 27,17 | 18,48 | 54,35 |
| D-10 | 18 | 14 | 22 | 12 | 0 | 66 | 27,27 | 21,21 | 33,33 | 18,18 | 0,00 | 33,33 | 25,93 | 40,74 |
| D-11 | 33 | 26 | 52 | 17 | 0 | 128 | 25,78 | 20,31 | 40,63 | 13,28 | 0,00 | 29,73 | 23,42 | 46,85 |
| D-14 | 20 | 14 | 26 | 10 | 1 | 71 | 28,17 | 19,72 | 36,62 | 14,08 | 1,41 | 33,33 | 23,33 | 43,33 |
| D-17 | 33 | 24 | 49 | 27 | 0 | 133 | 24,81 | 18,05 | 36,84 | 20,30 | 0,00 | 31,13 | 22,64 | 46,23 |
| D-18 | 34 | 22 | 58 | 29 | 0 | 143 | 23,78 | 15,38 | 40,56 | 20,28 | 0,00 | 29,82 | 19,30 | 50,88 |
| D-19 | 25 | 19 | 40 | 14 | 0 | 98 | 25,51 | 19,39 | 40,82 | 14,29 | 0,00 | 29,76 | 22,62 | 47,62 |
| D-20 | 47 | 33 | 80 | 26 | 0 | 186 | 25,27 | 17,74 | 43,01 | 13,98 | 0,00 | 29,38 | 20,63 | 50,00 |
| D-21 | 49 | 29 | 64 | 30 | 0 | 172 | 28,49 | 16,86 | 37,21 | 17,44 | 0,00 | 34,51 | 20,42 | 45,07 |
| D-22 | 28 | 23 | 46 | 19 | 0 | 116 | 24,14 | 19,83 | 39,66 | 16,38 | 0,00 | 28,87 | 23,71 | 47,42 |
| D-24 | 31 | 19 | 48 | 14 | 0 | 112 | 27,68 | 16,96 | 42,86 | 12,50 | 0,00 | 31,63 | 19,39 | 48,98 |
| D-26 | 56 | 39 | 83 | 35 | 0 | 213 | 26,29 | 18,31 | 38,97 | 16,43 | 0,00 | 31,46 | 21,91 | 46,63 |
| D-27 | 47 | 31 | 68 | 20 | 0 | 166 | 28,31 | 18,67 | 40,96 | 12,05 | 0,00 | 32,19 | 21,23 | 46,58 |
| D-28 | 25 | 18 | 36 | 15 | 0 | 94 | 26,60 | 19,15 | 38,30 | 15,96 | 0,00 | 31,65 | 22,78 | 45,57 |
| D-29 | 36 | 30 | 55 | 28 | 0 | 149 | 24,16 | 20,13 | 36,91 | 18,79 | 0,00 | 29,75 | 24,79 | 45,45 |
| D-30 | 49 | 31 | 61 | 16 | 0 | 157 | 31,21 | 19,75 | 38,85 | 10,19 | 0,00 | 34,75 | 21,99 | 43,26 |

Ek Tablo 28. S grubu örneklerinin modal analiz nokta sayım değerleri ve mineral yüzdeleri

| Örnek No | Modal Analiz Nokta Sayım Değerleri | | | | | | Genel Yüzde | | | | | | Adlandırma Yüzdesi | | |
|----------|------------------------------------|----|------|-------|------|--------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|--------------------|-------|--|
| | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Toplam | Q | Pl | Ort. | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort. | |
| S-1 | 72 | 79 | 4 | 19 | 3 | 177 | 40,68 | 44,63 | 2,26 | 10,73 | 1,69 | 46,45 | 50,97 | 2,58 | |
| S-2 | 54 | 73 | 4 | 9 | 1 | 141 | 38,30 | 51,77 | 2,84 | 6,38 | 0,71 | 41,22 | 55,73 | 3,05 | |
| S-3 | 46 | 63 | 5 | 15 | 0 | 129 | 35,66 | 48,84 | 3,88 | 11,63 | 0,00 | 40,35 | 55,26 | 4,39 | |
| S-4 | 35 | 54 | 7 | 10 | 0 | 106 | 33,02 | 50,94 | 6,60 | 9,43 | 0,00 | 36,46 | 56,25 | 7,29 | |
| S-5 | 57 | 81 | 8 | 14 | 0 | 160 | 35,63 | 50,63 | 5,00 | 8,75 | 0,00 | 39,04 | 55,48 | 5,48 | |
| S-6 | 54 | 59 | 8 | 11 | 1 | 133 | 40,60 | 44,36 | 6,02 | 8,27 | 0,75 | 44,63 | 48,76 | 6,61 | |
| S-10 | 55 | 84 | 19 | 12 | 2 | 172 | 31,98 | 48,84 | 11,05 | 6,98 | 1,16 | 34,81 | 53,16 | 12,03 | |
| S-11 | 48 | 81 | 9 | 26 | 0 | 164 | 29,27 | 49,39 | 5,49 | 15,85 | 0,00 | 34,78 | 58,70 | 6,52 | |
| S-12 | 55 | 56 | 9 | 20 | 2 | 142 | 38,73 | 39,44 | 6,34 | 14,08 | 1,41 | 45,83 | 46,67 | 7,50 | |
| S-13 | 37 | 50 | 8 | 19 | 3 | 117 | 31,62 | 42,74 | 6,84 | 16,24 | 2,56 | 38,95 | 52,63 | 8,42 | |
| S-15 | 45 | 58 | 8 | 17 | 2 | 130 | 34,62 | 44,62 | 6,15 | 13,08 | 1,54 | 40,54 | 52,25 | 7,21 | |
| S-16 | 69 | 45 | 12 | 11 | 0 | 137 | 50,36 | 32,85 | 8,76 | 8,03 | 0,00 | 54,76 | 35,71 | 9,52 | |
| S-17 | 50 | 55 | 9 | 15 | 1 | 130 | 38,46 | 42,31 | 6,92 | 11,54 | 0,77 | 43,86 | 48,25 | 7,89 | |
| S-18 | 55 | 52 | 3 | 18 | 3 | 131 | 41,98 | 39,69 | 2,29 | 13,74 | 2,29 | 50,00 | 47,27 | 2,73 | |
| S-19 | 44 | 68 | 5 | 15 | 3 | 135 | 32,59 | 50,37 | 3,70 | 11,11 | 2,22 | 37,61 | 58,12 | 4,27 | |
| S-21 | 53 | 57 | 15 | 15 | 3 | 143 | 37,06 | 39,86 | 10,49 | 10,49 | 2,10 | 42,40 | 45,60 | 12,00 | |
| S-22 | 58 | 57 | 12 | 18 | 1 | 146 | 39,73 | 39,04 | 8,22 | 12,33 | 0,68 | 45,67 | 44,88 | 9,45 | |
| S-23 | 50 | 54 | 15 | 15 | 2 | 136 | 36,76 | 39,71 | 11,03 | 11,03 | 1,47 | 42,02 | 45,38 | 12,61 | |

Ek Tablo 29. İ1 grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (RetiküldeOkunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| 17 | 66 | 200 | 60 | 10 | 0,34 | 1,32 | 4,00 | 1,20 | 0,20 | 340 | 1320 | 4000 | 1200 | 200 |
| 85 | 90 | 191 | 42 | 12 | 1,70 | 1,80 | 3,82 | 0,84 | 0,24 | 1700 | 1800 | 3820 | 840 | 240 |
| 220 | 90 | 35 | 55 | 5 | 4,40 | 1,80 | 0,70 | 1,10 | 0,10 | 4400 | 1800 | 700 | 1100 | 100 |
| 35 | 90 | 250 | 6 | 7 | 0,70 | 1,80 | 5,00 | 0,12 | 0,14 | 700 | 1800 | 5000 | 120 | 140 |
| 60 | 70 | 316 | 62 | | 1,20 | 1,40 | 6,32 | 1,24 | | 1200 | 1400 | 6320 | 1240 | |
| 75 | 74 | 190 | 42 | | 1,50 | 1,48 | 3,80 | 0,84 | | 1500 | 1480 | 3800 | 840 | |
| 42 | 75 | 425 | 51 | | 0,84 | 1,50 | 8,50 | 1,02 | | 840 | 1500 | 8500 | 1020 | |
| 20 | 43 | 32 | 51 | | 0,40 | 0,86 | 0,64 | 1,02 | | 400 | 860 | 640 | 1020 | |
| 40 | 53 | 100 | 30 | | 0,80 | 1,06 | 2,00 | 0,60 | | 800 | 1060 | 2000 | 600 | |
| 20 | 30 | 381 | 15 | | 0,40 | 0,60 | 7,62 | 0,30 | | 400 | 600 | 7620 | 300 | |
| 120 | 50 | 30 | 15 | | 2,40 | 1,00 | 0,60 | 0,30 | | 2400 | 1000 | 600 | 300 | |
| 50 | 20 | 60 | 45 | | 1,00 | 0,40 | 1,20 | 0,90 | | 1000 | 400 | 1200 | 900 | |
| 32 | 40 | 410 | 52 | | 0,64 | 0,80 | 8,20 | 1,04 | | 640 | 800 | 8200 | 1040 | |
| 32 | 130 | 76 | 47 | | 0,64 | 2,60 | 1,52 | 0,94 | | 640 | 2600 | 1520 | 940 | |
| 95 | 100 | 48 | 54 | | 1,90 | 2,00 | 0,96 | 1,08 | | 1900 | 2000 | 960 | 1080 | |
| 282 | 165 | 68 | 60 | | 5,64 | 3,30 | 1,36 | 1,20 | | 5640 | 3300 | 1360 | 1200 | |
| 292 | 100 | 30 | 56 | | 5,84 | 2,00 | 0,60 | 1,12 | | 5840 | 2000 | 600 | 1120 | |
| 107 | 61 | 300 | 30 | | 2,14 | 1,22 | 6,00 | 0,60 | | 2140 | 1220 | 6000 | 600 | |
| 58 | 45 | 50 | 30 | | 1,16 | 0,90 | 1,00 | 0,60 | | 1160 | 900 | 1000 | 600 | |
| 220 | 30 | 39 | 81 | | 4,40 | 0,60 | 0,78 | 1,62 | | 4400 | 600 | 780 | 1620 | |
| 22 | 30 | 270 | 45 | | 0,44 | 0,60 | 5,40 | 0,90 | | 440 | 600 | 5400 | 900 | |
| 38 | 90 | 55 | 40 | | 0,76 | 1,80 | 1,10 | 0,80 | | 760 | 1800 | 1100 | 800 | |
| 35 | 44 | 40 | 45 | | 0,70 | 0,88 | 0,80 | 0,90 | | 700 | 880 | 800 | 900 | |
| 156 | 70 | 135 | 53 | | 3,12 | 1,40 | 2,70 | 1,06 | | 3120 | 1400 | 2700 | 1060 | |
| 303 | 26 | 63 | 33 | | 6,06 | 0,52 | 1,26 | 0,66 | | 6060 | 520 | 1260 | 660 | |
| 62 | 23 | 250 | 64 | | 1,24 | 0,46 | 5,00 | 1,28 | | 1240 | 460 | 5000 | 1280 | |
| 46 | 58 | 460 | | | 0,92 | 1,16 | 9,20 | | | 920 | 1160 | 9200 | | |
| 35 | 18 | 100 | | | 0,70 | 0,36 | 2,00 | | | 700 | 360 | 2000 | | |
| 86 | 71 | 241 | | | 1,72 | 1,42 | 4,82 | | | 1720 | 1420 | 4820 | | |
| 55 | 50 | 42 | | | 1,10 | 1,00 | 0,84 | | | 1100 | 1000 | 840 | | |
| 55 | 55 | 82 | | | 1,10 | 1,10 | 1,64 | | | 1100 | 1100 | 1640 | | |
| 22 | 30 | | | | 0,44 | 0,60 | | | | 440 | 600 | | | |
| 18 | 53 | | | | 0,36 | 1,06 | | | | 360 | 1060 | | | |
| 65 | 83 | | | | 1,30 | 1,66 | | | | 1300 | 1660 | | | |
| 62 | 124 | | | | 1,24 | 2,48 | | | | 1240 | 2480 | | | |
| 183 | 50 | | | | 3,66 | 1,00 | | | | 3660 | 1000 | | | |
| 25 | 50 | | | | 0,50 | 1,00 | | | | 500 | 1000 | | | |
| 40 | 42 | | | | 0,80 | 0,84 | | | | 800 | 840 | | | |
| 130 | 50 | | | | 2,60 | 1,00 | | | | 2600 | 1000 | | | |
| 70 | 120 | | | | 1,40 | 2,40 | | | | 1400 | 2400 | | | |
| 100 | 42 | | | | 2,00 | 0,84 | | | | 2000 | 840 | | | |
| 95 | 23 | | | | 1,90 | 0,46 | | | | 1900 | 460 | | | |
| 33 | 63 | | | | 0,66 | 1,26 | | | | 660 | 1260 | | | |
| 40 | 73 | | | | 0,80 | 1,46 | | | | 800 | 1460 | | | |
| 247 | 82 | | | | 4,94 | 1,64 | | | | 4940 | 1640 | | | |
| 35 | 96 | | | | 0,70 | 1,92 | | | | 700 | 1920 | | | |
| 45 | 55 | | | | 0,90 | 1,10 | | | | 900 | 1100 | | | |
| 49 | 70 | | | | 0,98 | 1,40 | | | | 980 | 1400 | | | |
| 75 | 82 | | | | 1,50 | 1,64 | | | | 1500 | 1640 | | | |
| 25 | 48 | | | | 0,50 | 0,96 | | | | 500 | 960 | | | |
| 65 | 45 | | | | 1,30 | 0,90 | | | | 1300 | 900 | | | |
| 48 | 80 | | | | 0,96 | 1,60 | | | | 960 | 1600 | | | |

Ek Tablo 29'un devamı

| Boyut Analizi (RetiküldeOkunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|-----|-------|-------------|-------------------------------------|------|-----|-------|----------------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| 32 | 30 | | | | 0,64 | 0,60 | | | | 640 | 600 | | | |
| 205 | 143 | | | | 4,10 | 2,86 | | | | 4100 | 2860 | | | |
| 20 | 90 | | | | 0,40 | 1,80 | | | | 400 | 1800 | | | |
| 31 | 125 | | | | 0,62 | 2,50 | | | | 620 | 2500 | | | |
| 56 | 100 | | | | 1,12 | 2,00 | | | | 1120 | 2000 | | | |
| 65 | 87 | | | | 1,30 | 1,74 | | | | 1300 | 1740 | | | |
| | 127 | | | | | 2,54 | | | | | 2540 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 57 | | | | | 1,14 | | | | | 1140 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 42 | | | | | 0,84 | | | | | 840 | | | |
| | 53 | | | | | 1,06 | | | | | 1060 | | | |
| | 80 | | | | | 1,60 | | | | | 1600 | | | |
| | 85 | | | | | 1,70 | | | | | 1700 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 47 | | | | | 0,94 | | | | | 940 | | | |
| | 110 | | | | | 2,20 | | | | | 2200 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 30 | | | | | 0,60 | | | | | 600 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 65 | | | | | 1,30 | | | | | 1300 | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 80,62 | Ortalama(Q) | | | | 1,61 | Ortalama(Q) | | | | 1612,41 |
| Maksimum(Q) | | | | 303,00 | Maksimum(Q) | | | | 6,06 | Maksimum(Q) | | | | 6060,00 |
| Minimum(Q) | | | | 17,00 | Minimum(Q) | | | | 0,34 | Minimum(Q) | | | | 340,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 73,60 | Standart Sapma(Q) | | | | 1,47 | Standart Sapma(Q) | | | | 1471,99 |
| Ortalama(Pl) | | | | 67,08 | Ortalama(Pl) | | | | 1,34 | Ortalama(Pl) | | | | 1341,62 |
| Maksimum(Pl) | | | | 165,00 | Maksimum(Pl) | | | | 3,30 | Maksimum(Pl) | | | | 3300,00 |
| Minimum(Pl) | | | | 18,00 | Minimum(Pl) | | | | 0,36 | Minimum(Pl) | | | | 360,00 |
| Standart Sapma(Pl) | | | | 31,23 | Standart Sapma(Pl) | | | | 0,62 | Standart Sapma(Pl) | | | | 624,68 |
| Ortalama(Ort) | | | | 160,29 | Ortalama(Ort) | | | | 3,21 | Ortalama(Ort) | | | | 3205,81 |
| Maksimum(Ort) | | | | 460,00 | Maksimum(Ort) | | | | 9,20 | Maksimum(Ort) | | | | 9200,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 30,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,60 | Minimum(Ort) | | | | 600,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 135,04 | Standart Sapma(Ort) | | | | 2,70 | Standart Sapma(Ort) | | | | 2700,87 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 44,77 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,90 | Ortalama(Mafik) | | | | 895,38 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 81,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 1,62 | Maksimum(Mafik) | | | | 1620,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 6,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,12 | Minimum(Mafik) | | | | 120,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 16,82 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,34 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 336,30 |
| Ortalama(Opak) | | | | 8,50 | Ortalama(Opak) | | | | 0,17 | Ortalama(Opak) | | | | 170,00 |
| Maksimum(Opak) | | | | 12,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,24 | Maksimum(Opak) | | | | 240,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 5,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,10 | Minimum(Opak) | | | | 100,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 3,11 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,06 | Standart Sapma(Opak) | | | | 62,18 |

Ek Tablo 30. İ2 grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| 60 | 30 | 85 | 60 | 10 | 1,20 | 0,60 | 1,70 | 1,20 | 0,20 | 1200 | 600 | 1700 | 1200 | 200 |
| 102 | 60 | 125 | 27 | 25 | 2,04 | 1,20 | 2,50 | 0,54 | 0,50 | 2040 | 1200 | 2500 | 540 | 500 |
| 10 | 65 | 50 | 30 | 27 | 0,20 | 1,30 | 1,00 | 0,60 | 0,54 | 200 | 1300 | 1000 | 600 | 540 |
| 75 | 60 | 32 | 42 | 17 | 1,50 | 1,20 | 0,64 | 0,84 | 0,34 | 1500 | 1200 | 640 | 840 | 340 |
| 20 | 30 | 30 | 35 | | 0,40 | 0,60 | 0,60 | 0,70 | | 400 | 600 | 600 | 700 | |
| 36 | 70 | 40 | 37 | | 0,72 | 1,40 | 0,80 | 0,74 | | 720 | 1400 | 800 | 740 | |
| 18 | 52 | 40 | 48 | | 0,36 | 1,04 | 0,80 | 0,96 | | 360 | 1040 | 800 | 960 | |
| 90 | 43 | 90 | 82 | | 1,80 | 0,86 | 1,80 | 1,64 | | 1800 | 860 | 1800 | 1640 | |
| 53 | 25 | 110 | 10 | | 1,06 | 0,50 | 2,20 | 0,20 | | 1060 | 500 | 2200 | 200 | |
| 25 | 80 | 90 | 22 | | 0,50 | 1,60 | 1,80 | 0,44 | | 500 | 1600 | 1800 | 440 | |
| 13 | 45 | 38 | 20 | | 0,26 | 0,90 | 0,76 | 0,40 | | 260 | 900 | 760 | 400 | |
| 46 | 75 | 110 | 18 | | 0,92 | 1,50 | 2,20 | 0,36 | | 920 | 1500 | 2200 | 360 | |
| 70 | 35 | 28 | 25 | | 1,40 | 0,70 | 0,56 | 0,50 | | 1400 | 700 | 560 | 500 | |
| 100 | 50 | 100 | 17 | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,34 | | 2000 | 1000 | 2000 | 340 | |
| 30 | 50 | 50 | 40 | | 0,60 | 1,00 | 1,00 | 0,80 | | 600 | 1000 | 1000 | 800 | |
| 50 | 39 | 55 | 37 | | 1,00 | 0,78 | 1,10 | 0,74 | | 1000 | 780 | 1100 | 740 | |
| 30 | 40 | 80 | 25 | | 0,60 | 0,80 | 1,60 | 0,50 | | 600 | 800 | 1600 | 500 | |
| 32 | 38 | 50 | 60 | | 0,64 | 0,76 | 1,00 | 1,20 | | 640 | 760 | 1000 | 1200 | |
| 15 | 50 | 70 | 33 | | 0,30 | 1,00 | 1,40 | 0,66 | | 300 | 1000 | 1400 | 660 | |
| 65 | 65 | 20 | 50 | | 1,30 | 1,30 | 0,40 | 1,00 | | 1300 | 1300 | 400 | 1000 | |
| 110 | 45 | 82 | 20 | | 2,20 | 0,90 | 1,64 | 0,40 | | 2200 | 900 | 1640 | 400 | |
| 32 | 50 | 85 | | | 0,64 | 1,00 | 1,70 | | | 640 | 1000 | 1700 | | |
| 45 | 50 | 130 | | | 0,90 | 1,00 | 2,60 | | | 900 | 1000 | 2600 | | |
| 26 | 50 | 25 | | | 0,52 | 1,00 | 0,50 | | | 520 | 1000 | 500 | | |
| 30 | 35 | 88 | | | 0,60 | 0,70 | 1,76 | | | 600 | 700 | 1760 | | |
| 15 | 55 | 60 | | | 0,30 | 1,10 | 1,20 | | | 300 | 1100 | 1200 | | |
| 15 | 45 | 40 | | | 0,30 | 0,90 | 0,80 | | | 300 | 900 | 800 | | |
| 90 | 40 | 50 | | | 1,80 | 0,80 | 1,00 | | | 1800 | 800 | 1000 | | |
| 200 | 70 | 50 | | | 4,00 | 1,40 | 1,00 | | | 4000 | 1400 | 1000 | | |
| 57 | 60 | 110 | | | 1,14 | 1,20 | 2,20 | | | 1140 | 1200 | 2200 | | |
| 25 | 40 | 140 | | | 0,50 | 0,80 | 2,80 | | | 500 | 800 | 2800 | | |
| 20 | 20 | 92 | | | 0,40 | 0,40 | 1,84 | | | 400 | 400 | 1840 | | |
| 70 | 30 | 75 | | | 1,40 | 0,60 | 1,50 | | | 1400 | 600 | 1500 | | |
| 17 | 45 | 100 | | | 0,34 | 0,90 | 2,00 | | | 340 | 900 | 2000 | | |
| 28 | 30 | 100 | | | 0,56 | 0,60 | 2,00 | | | 560 | 600 | 2000 | | |
| 25 | 23 | 20 | | | 0,50 | 0,46 | 0,40 | | | 500 | 460 | 400 | | |
| 82 | 120 | 40 | | | 1,64 | 2,40 | 0,80 | | | 1640 | 2400 | 800 | | |
| 43 | 45 | 100 | | | 0,86 | 0,90 | 2,00 | | | 860 | 900 | 2000 | | |
| 20 | 100 | 40 | | | 0,40 | 2,00 | 0,80 | | | 400 | 2000 | 800 | | |
| 20 | 70 | 115 | | | 0,40 | 1,40 | 2,30 | | | 400 | 1400 | 2300 | | |
| 22 | 90 | 170 | | | 0,44 | 1,80 | 3,40 | | | 440 | 1800 | 3400 | | |
| 50 | 50 | 200 | | | 1,00 | 1,00 | 4,00 | | | 1000 | 1000 | 4000 | | |
| 60 | 100 | 23 | | | 1,20 | 2,00 | 0,46 | | | 1200 | 2000 | 460 | | |
| 40 | 30 | 125 | | | 0,80 | 0,60 | 2,50 | | | 800 | 600 | 2500 | | |
| 100 | 50 | 50 | | | 2,00 | 1,00 | 1,00 | | | 2000 | 1000 | 1000 | | |
| 47 | 40 | 46 | | | 0,94 | 0,80 | 0,92 | | | 940 | 800 | 920 | | |
| 22 | 35 | 170 | | | 0,44 | 0,70 | 3,40 | | | 440 | 700 | 3400 | | |
| 27 | 18 | 270 | | | 0,54 | 0,36 | 5,40 | | | 540 | 360 | 5400 | | |
| 33 | 43 | 32 | | | 0,66 | 0,86 | 0,64 | | | 660 | 860 | 640 | | |
| 20 | 46 | 20 | | | 0,40 | 0,92 | 0,40 | | | 400 | 920 | 400 | | |
| 55 | 25 | 56 | | | 1,10 | 0,50 | 1,12 | | | 1100 | 500 | 1120 | | |
| 68 | 150 | 53 | | | 1,36 | 3,00 | 1,06 | | | 1360 | 3000 | 1060 | | |

Ek Tablo 30'un devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|-------|-------|--------------|-------------------------------------|------|-------|-------|-----------------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 50 | 58 | 650 | | | 1,00 | 1,16 | 13,00 | | | 1000 | 1160 | 13000 | | |
| 60 | 37 | 56 | | | 1,20 | 0,74 | 1,12 | | | 1200 | 740 | 1120 | | |
| 20 | 65 | 80 | | | 0,40 | 1,30 | 1,60 | | | 400 | 1300 | 1600 | | |
| 17 | 60 | 24 | | | 0,34 | 1,20 | 0,48 | | | 340 | 1200 | 480 | | |
| 34 | 50 | 75 | | | 0,68 | 1,00 | 1,50 | | | 680 | 1000 | 1500 | | |
| 20 | 170 | 65 | | | 0,40 | 3,40 | 1,30 | | | 400 | 3400 | 1300 | | |
| 60 | 42 | 40 | | | 1,20 | 0,84 | 0,80 | | | 1200 | 840 | 800 | | |
| 49 | 75 | 92 | | | 0,98 | 1,50 | 1,84 | | | 980 | 1500 | 1840 | | |
| 38 | 42 | 45 | | | 0,76 | 0,84 | 0,90 | | | 760 | 840 | 900 | | |
| 137 | 35 | 305 | | | 2,74 | 0,70 | 6,10 | | | 2740 | 700 | 6100 | | |
| 25 | 40 | 100 | | | 0,50 | 0,80 | 2,00 | | | 500 | 800 | 2000 | | |
| 33 | 55 | 50 | | | 0,66 | 1,10 | 1,00 | | | 660 | 1100 | 1000 | | |
| 40 | 65 | 80 | | | 0,80 | 1,30 | 1,60 | | | 800 | 1300 | 1600 | | |
| 52 | | 40 | | | 1,04 | | 0,80 | | | 1040 | | 800 | | |
| 55 | | 45 | | | 1,10 | | 0,90 | | | 1100 | | 900 | | |
| 40 | | 70 | | | 0,80 | | 1,40 | | | 800 | | 1400 | | |
| 45 | | 185 | | | 0,90 | | 3,70 | | | 900 | | 3700 | | |
| 32 | | 60 | | | 0,64 | | 1,20 | | | 640 | | 1200 | | |
| 42 | | 100 | | | 0,84 | | 2,00 | | | 840 | | 2000 | | |
| 72 | | 60 | | | 1,44 | | 1,20 | | | 1440 | | 1200 | | |
| 82 | | | | | 1,64 | | | | | 1640 | | | | |
| 70 | | | | | 1,40 | | | | | 1400 | | | | |
| 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | | |
| 70 | | | | | 1,40 | | | | | 1400 | | | | |
| 35 | | | | | 0,70 | | | | | 700 | | | | |
| 27 | | | | | 0,54 | | | | | 540 | | | | |
| 35 | | | | | 0,70 | | | | | 700 | | | | |
| 23 | | | | | 0,46 | | | | | 460 | | | | |
| 35 | | | | | 0,70 | | | | | 700 | | | | |
| 29 | | | | | 0,58 | | | | | 580 | | | | |
| 145 | | | | | 2,90 | | | | | 2900 | | | | |
| 23 | | | | | 0,46 | | | | | 460 | | | | |
| 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 47,75 | Ortalama(Q) | | | | 0,96 | Ortalama(Q) | | | | 955,06 |
| Maksimum(Q) | | | | 200,00 | Maksimum(Q) | | | | 4,00 | Maksimum(Q) | | | | 4000,00 |
| Minimum(Q) | | | | 10,00 | Minimum(Q) | | | | 0,20 | Minimum(Q) | | | | 200,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 32,34 | Standart Sapma(Q) | | | | 0,65 | Standart Sapma(Q) | | | | 646,71 |
| Ortalama(PI) | | | | 53,78 | Ortalama(PI) | | | | 1,08 | Ortalama(PI) | | | | 1075,69 |
| Maksimum(PI) | | | | 170,00 | Maksimum(PI) | | | | 3,40 | Maksimum(PI) | | | | 3400,00 |
| Minimum(PI) | | | | 18,00 | Minimum(PI) | | | | 0,36 | Minimum(PI) | | | | 360,00 |
| Standart Sapma(PI) | | | | 27,34 | Standart Sapma(PI) | | | | 0,55 | Standart Sapma(PI) | | | | 546,81 |
| Ortalama(Ort) | | | | 87,11 | Ortalama(Ort) | | | | 1,74 | Ortalama(Ort) | | | | 1742,22 |
| Maksimum(Ort) | | | | 650,00 | Maksimum(Ort) | | | | 13,00 | Maksimum(Ort) | | | | 13000,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 20,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,40 | Minimum(Ort) | | | | 400,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 85,89 | Standart Sapma(Ort) | | | | 1,72 | Standart Sapma(Ort) | | | | 1717,78 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 35,14 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,70 | Ortalama(Mafik) | | | | 702,86 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 82,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 1,64 | Maksimum(Mafik) | | | | 1640,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 10,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,20 | Minimum(Mafik) | | | | 200,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 17,44 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,35 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 348,84 |
| Ortalama(Opak) | | | | 19,75 | Ortalama(Opak) | | | | 0,40 | Ortalama(Opak) | | | | 395,00 |
| Maksimum(Opak) | | | | 27,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,54 | Maksimum(Opak) | | | | 540,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 10,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,20 | Minimum(Opak) | | | | 200,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 7,80 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,16 | Standart Sapma(Opak) | | | | 156,10 |

Ek Tablo 31. İ3 grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|-------|-------|------|-------------------------------------|------|-------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 30 | 25 | 175 | 20 | 10 | 0,60 | 0,50 | 3,50 | 0,40 | 0,20 | 600 | 500 | 3500 | 400 | 200 |
| 10 | 16 | 65 | 30 | 25 | 0,20 | 0,32 | 1,30 | 0,60 | 0,50 | 200 | 320 | 1300 | 600 | 500 |
| 60 | 45 | 145 | 22 | 27 | 1,20 | 0,90 | 2,90 | 0,44 | 0,54 | 1200 | 900 | 2900 | 440 | 540 |
| 20 | 80 | 290 | 10 | 17 | 0,40 | 1,60 | 5,80 | 0,20 | 0,34 | 400 | 1600 | 5800 | 200 | 340 |
| 107 | 55 | 57 | 45 | 10 | 2,14 | 1,10 | 1,14 | 0,90 | 0,20 | 2140 | 1100 | 1140 | 900 | 200 |
| 60 | 60 | 80 | 35 | 12 | 1,20 | 1,20 | 1,60 | 0,70 | 0,24 | 1200 | 1200 | 1600 | 700 | 240 |
| 100 | 100 | 100 | 15 | 5 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,30 | 0,10 | 2000 | 2000 | 2000 | 300 | 100 |
| 25 | 50 | 45 | 70 | 7 | 0,50 | 1,00 | 0,90 | 1,40 | 0,14 | 500 | 1000 | 900 | 1400 | 140 |
| 40 | 20 | 80 | 20 | | 0,80 | 0,40 | 1,60 | 0,40 | | 800 | 400 | 1600 | 400 | |
| 40 | 40 | 590 | 20 | | 0,80 | 0,80 | 11,80 | 0,40 | | 800 | 800 | 11800 | 400 | |
| 160 | 25 | 38 | 50 | | 3,20 | 0,50 | 0,76 | 1,00 | | 3200 | 500 | 760 | 1000 | |
| 95 | 65 | 40 | 20 | | 1,90 | 1,30 | 0,80 | 0,40 | | 1900 | 1300 | 800 | 400 | |
| 27 | 40 | 530 | 70 | | 0,54 | 0,80 | 10,60 | 1,40 | | 540 | 800 | 10600 | 1400 | |
| 70 | 30 | 520 | 45 | | 1,40 | 0,60 | 10,40 | 0,90 | | 1400 | 600 | 10400 | 900 | |
| 20 | 20 | 55 | 20 | | 0,40 | 0,40 | 1,10 | 0,40 | | 400 | 400 | 1100 | 400 | |
| 52 | 35 | 188 | 57 | | 1,04 | 0,70 | 3,76 | 1,14 | | 1040 | 700 | 3760 | 1140 | |
| 85 | 20 | 135 | | | 1,70 | 0,40 | 2,70 | | | 1700 | 400 | 2700 | | |
| 32 | 63 | 24 | | | 0,64 | 1,26 | 0,48 | | | 640 | 1260 | 480 | | |
| 50 | 35 | 160 | | | 1,00 | 0,70 | 3,20 | | | 1000 | 700 | 3200 | | |
| 28 | 30 | 365 | | | 0,56 | 0,60 | 7,30 | | | 560 | 600 | 7300 | | |
| 40 | 130 | 60 | | | 0,80 | 2,60 | 1,20 | | | 800 | 2600 | 1200 | | |
| 155 | 30 | 90 | | | 3,10 | 0,60 | 1,80 | | | 3100 | 600 | 1800 | | |
| 45 | 27 | 190 | | | 0,90 | 0,54 | 3,80 | | | 900 | 540 | 3800 | | |
| 44 | 52 | 350 | | | 0,88 | 1,04 | 7,00 | | | 880 | 1040 | 7000 | | |
| 70 | 30 | 150 | | | 1,40 | 0,60 | 3,00 | | | 1400 | 600 | 3000 | | |
| 100 | 22 | 50 | | | 2,00 | 0,44 | 1,00 | | | 2000 | 440 | 1000 | | |
| 30 | 107 | 160 | | | 0,60 | 2,14 | 3,20 | | | 600 | 2140 | 3200 | | |
| 50 | 87 | 360 | | | 1,00 | 1,74 | 7,20 | | | 1000 | 1740 | 7200 | | |
| 300 | 200 | 120 | | | 6,00 | 4,00 | 2,40 | | | 6000 | 4000 | 2400 | | |
| 80 | 95 | 530 | | | 1,60 | 1,90 | 10,60 | | | 1600 | 1900 | 10600 | | |
| 50 | 90 | | | | 1,00 | 1,80 | | | | 1000 | 1800 | | | |
| 70 | 55 | | | | 1,40 | 1,10 | | | | 1400 | 1100 | | | |
| 130 | 25 | | | | 2,60 | 0,50 | | | | 2600 | 500 | | | |
| 30 | 120 | | | | 0,60 | 2,40 | | | | 600 | 2400 | | | |
| 30 | 155 | | | | 0,60 | 3,10 | | | | 600 | 3100 | | | |
| 100 | 88 | | | | 2,00 | 1,76 | | | | 2000 | 1760 | | | |
| 50 | 95 | | | | 1,00 | 1,90 | | | | 1000 | 1900 | | | |
| 90 | 58 | | | | 1,80 | 1,16 | | | | 1800 | 1160 | | | |
| | 52 | | | | | 1,04 | | | | | 1040 | | | |
| | 77 | | | | | 1,54 | | | | | 1540 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 63 | | | | | 1,26 | | | | | 1260 | | | |
| | 35 | | | | | 0,70 | | | | | 700 | | | |
| | 90 | | | | | 1,80 | | | | | 1800 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 35 | | | | | 0,70 | | | | | 700 | | | |
| | 80 | | | | | 1,60 | | | | | 1600 | | | |
| | 90 | | | | | 1,80 | | | | | 1800 | | | |
| | 45 | | | | | 0,90 | | | | | 900 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 40 | | | | | 0,80 | | | | | 800 | | | |
| | 65 | | | | | 1,30 | | | | | 1300 | | | |

Ek Tablo 31'in devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|-----|-------|--------------|-------------------------------------|------|-----|-------|-----------------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 65 | | | | | 1,30 | | | | | 1300 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 85 | | | | | 1,70 | | | | | 1700 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 40 | | | | | 0,80 | | | | | 800 | | | |
| | 66 | | | | | 1,32 | | | | | 1320 | | | |
| | 45 | | | | | 0,90 | | | | | 900 | | | |
| | 38 | | | | | 0,76 | | | | | 760 | | | |
| | 45 | | | | | 0,90 | | | | | 900 | | | |
| | 45 | | | | | 0,90 | | | | | 900 | | | |
| | 110 | | | | | 2,20 | | | | | 2200 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 95 | | | | | 1,90 | | | | | 1900 | | | |
| | 75 | | | | | 1,50 | | | | | 1500 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 80 | | | | | 1,60 | | | | | 1600 | | | |
| | 145 | | | | | 2,90 | | | | | 2900 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 67,76 | Ortalama(Q) | | | | 1,36 | Ortalama(Q) | | | | 1355,26 |
| Maksimum(Q) | | | | 300,00 | Maksimum(Q) | | | | 6,00 | Maksimum(Q) | | | | 6000,00 |
| Minimum(Q) | | | | 10,00 | Minimum(Q) | | | | 0,20 | Minimum(Q) | | | | 200,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 53,34 | Standart Sapma(Q) | | | | 1,07 | Standart Sapma(Q) | | | | 1066,75 |
| Ortalama(Pl) | | | | 63,66 | Ortalama(Pl) | | | | 1,27 | Ortalama(Pl) | | | | 1273,24 |
| Maksimum(Pl) | | | | 200,00 | Maksimum(Pl) | | | | 4,00 | Maksimum(Pl) | | | | 4000,00 |
| Minimum(Pl) | | | | 16,00 | Minimum(Pl) | | | | 0,32 | Minimum(Pl) | | | | 320,00 |
| Standart Sapma(Pl) | | | | 34,70 | Standart Sapma(Pl) | | | | 0,69 | Standart Sapma(Pl) | | | | 693,94 |
| Ortalama(Ort) | | | | 191,40 | Ortalama(Ort) | | | | 3,83 | Ortalama(Ort) | | | | 3828,00 |
| Maksimum(Ort) | | | | 590,00 | Maksimum(Ort) | | | | 11,80 | Maksimum(Ort) | | | | 11800,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 24,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,48 | Minimum(Ort) | | | | 480,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 169,51 | Standart Sapma(Ort) | | | | 3,39 | Standart Sapma(Ort) | | | | 3390,19 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 34,31 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,69 | Ortalama(Mafik) | | | | 686,25 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 70,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 1,40 | Maksimum(Mafik) | | | | 1400,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 10,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,20 | Minimum(Mafik) | | | | 200,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 19,49 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,39 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 389,72 |
| Ortalama(Opak) | | | | 14,13 | Ortalama(Opak) | | | | 0,28 | Ortalama(Opak) | | | | 282,50 |
| Maksimum(Opak) | | | | 27,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,54 | Maksimum(Opak) | | | | 540,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 5,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,10 | Minimum(Opak) | | | | 100,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 8,15 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,16 | Standart Sapma(Opak) | | | | 162,99 |

Ek Tablo 32. İ4 grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|-------|-------|------|-------------------------------------|------|-------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 49 | 37 | 28 | 102 | 10 | 0,98 | 0,74 | 0,56 | 2,04 | 0,20 | 980 | 740 | 560 | 2040 | 200 |
| 52 | 32 | 43 | 90 | 25 | 1,04 | 0,64 | 0,86 | 1,80 | 0,50 | 1040 | 640 | 860 | 1800 | 500 |
| 25 | 50 | 58 | 40 | 27 | 0,50 | 1,00 | 1,16 | 0,80 | 0,54 | 500 | 1000 | 1160 | 800 | 540 |
| 88 | 50 | 110 | 22 | 17 | 1,76 | 1,00 | 2,20 | 0,44 | 0,34 | 1760 | 1000 | 2200 | 440 | 340 |
| 72 | 43 | 255 | 15 | 10 | 1,44 | 0,86 | 5,10 | 0,30 | 0,20 | 1440 | 860 | 5100 | 300 | 200 |
| 22 | 55 | 244 | 25 | 12 | 0,44 | 1,10 | 4,88 | 0,50 | 0,24 | 440 | 1100 | 4880 | 500 | 240 |
| 47 | 35 | 222 | 40 | 5 | 0,94 | 0,70 | 4,44 | 0,80 | 0,10 | 940 | 700 | 4440 | 800 | 100 |
| 58 | 245 | 58 | 65 | 7 | 1,16 | 4,90 | 1,16 | 1,30 | 0,14 | 1160 | 4900 | 1160 | 1300 | 140 |
| 40 | 122 | 30 | 60 | 20 | 0,80 | 2,44 | 0,60 | 1,20 | 0,40 | 800 | 2440 | 600 | 1200 | 400 |
| 48 | 80 | 40 | 55 | | 0,96 | 1,60 | 0,80 | 1,10 | | 960 | 1600 | 800 | 1100 | |
| 75 | 60 | 33 | 30 | | 1,50 | 1,20 | 0,66 | 0,60 | | 1500 | 1200 | 660 | 600 | |
| 43 | 37 | 55 | 60 | | 0,86 | 0,74 | 1,10 | 1,20 | | 860 | 740 | 1100 | 1200 | |
| 21 | 40 | 133 | 42 | | 0,42 | 0,80 | 2,66 | 0,84 | | 420 | 800 | 2660 | 840 | |
| 15 | 79 | 60 | | | 0,30 | 1,58 | 1,20 | | | 300 | 1580 | 1200 | | |
| 60 | 70 | 100 | | | 1,20 | 1,40 | 2,00 | | | 1200 | 1400 | 2000 | | |
| 35 | 60 | 26 | | | 0,70 | 1,20 | 0,52 | | | 700 | 1200 | 520 | | |
| 90 | 70 | 130 | | | 1,80 | 1,40 | 2,60 | | | 1800 | 1400 | 2600 | | |
| 90 | 120 | 200 | | | 1,80 | 2,40 | 4,00 | | | 1800 | 2400 | 4000 | | |
| 55 | 105 | 48 | | | 1,10 | 2,10 | 0,96 | | | 1100 | 2100 | 960 | | |
| 125 | 73 | 80 | | | 2,50 | 1,46 | 1,60 | | | 2500 | 1460 | 1600 | | |
| 40 | 110 | 80 | | | 0,80 | 2,20 | 1,60 | | | 800 | 2200 | 1600 | | |
| 20 | 60 | 910 | | | 0,40 | 1,20 | 18,20 | | | 400 | 1200 | 18200 | | |
| 77 | 30 | 55 | | | 1,54 | 0,60 | 1,10 | | | 1540 | 600 | 1100 | | |
| 62 | 65 | 63 | | | 1,24 | 1,30 | 1,26 | | | 1240 | 1300 | 1260 | | |
| 40 | 80 | 85 | | | 0,80 | 1,60 | 1,70 | | | 800 | 1600 | 1700 | | |
| 105 | 70 | | | | 2,10 | 1,40 | | | | 2100 | 1400 | | | |
| 70 | 30 | | | | 1,40 | 0,60 | | | | 1400 | 600 | | | |
| 75 | 125 | | | | 1,50 | 2,50 | | | | 1500 | 2500 | | | |
| 55 | 90 | | | | 1,10 | 1,80 | | | | 1100 | 1800 | | | |
| 45 | 35 | | | | 0,90 | 0,70 | | | | 900 | 700 | | | |
| 75 | 40 | | | | 1,50 | 0,80 | | | | 1500 | 800 | | | |
| 22 | 50 | | | | 0,44 | 1,00 | | | | 440 | 1000 | | | |
| 45 | 80 | | | | 0,90 | 1,60 | | | | 900 | 1600 | | | |
| 60 | 55 | | | | 1,20 | 1,10 | | | | 1200 | 1100 | | | |
| 55 | 70 | | | | 1,10 | 1,40 | | | | 1100 | 1400 | | | |
| 90 | 200 | | | | 1,80 | 4,00 | | | | 1800 | 4000 | | | |
| 40 | 70 | | | | 0,80 | 1,40 | | | | 800 | 1400 | | | |
| 78 | 45 | | | | 1,56 | 0,90 | | | | 1560 | 900 | | | |
| 80 | 105 | | | | 1,60 | 2,10 | | | | 1600 | 2100 | | | |
| 90 | 90 | | | | 1,80 | 1,80 | | | | 1800 | 1800 | | | |
| 45 | 85 | | | | 0,90 | 1,70 | | | | 900 | 1700 | | | |
| 35 | 90 | | | | 0,70 | 1,80 | | | | 700 | 1800 | | | |
| 125 | 50 | | | | 2,50 | 1,00 | | | | 2500 | 1000 | | | |
| 65 | 170 | | | | 1,30 | 3,40 | | | | 1300 | 3400 | | | |
| 70 | 65 | | | | 1,40 | 1,30 | | | | 1400 | 1300 | | | |
| 60 | 40 | | | | 1,20 | 0,80 | | | | 1200 | 800 | | | |
| 80 | 75 | | | | 1,60 | 1,50 | | | | 1600 | 1500 | | | |
| 18 | 110 | | | | 0,36 | 2,20 | | | | 360 | 2200 | | | |
| 195 | 30 | | | | 3,90 | 0,60 | | | | 3900 | 600 | | | |
| 49 | 35 | | | | 0,98 | 0,70 | | | | 980 | 700 | | | |
| 33 | 130 | | | | 0,66 | 2,60 | | | | 660 | 2600 | | | |
| 40 | 28 | | | | 0,80 | 0,56 | | | | 800 | 560 | | | |
| 35 | 120 | | | | 0,70 | 2,40 | | | | 700 | 2400 | | | |

Ek Tablo 32'nin devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|-----|-------|--------------|-------------------------------------|------|-----|-------|-----------------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 48 | 90 | | | | 0,96 | 1,80 | | | | 960 | 1800 | | | |
| 64 | 50 | | | | 1,28 | 1,00 | | | | 1280 | 1000 | | | |
| 100 | 70 | | | | 2,00 | 1,40 | | | | 2000 | 1400 | | | |
| 80 | 85 | | | | 1,60 | 1,70 | | | | 1600 | 1700 | | | |
| 98 | 165 | | | | 1,96 | 3,30 | | | | 1960 | 3300 | | | |
| 95 | 72 | | | | 1,90 | 1,44 | | | | 1900 | 1440 | | | |
| 85 | 95 | | | | 1,70 | 1,90 | | | | 1700 | 1900 | | | |
| 85 | 40 | | | | 1,70 | 0,80 | | | | 1700 | 800 | | | |
| 140 | 70 | | | | 2,80 | 1,40 | | | | 2800 | 1400 | | | |
| 50 | 73 | | | | 1,00 | 1,46 | | | | 1000 | 1460 | | | |
| 35 | 135 | | | | 0,70 | 2,70 | | | | 700 | 2700 | | | |
| 65 | 90 | | | | 1,30 | 1,80 | | | | 1300 | 1800 | | | |
| 125 | 55 | | | | 2,50 | 1,10 | | | | 2500 | 1100 | | | |
| | 275 | | | | | 5,50 | | | | | 5500 | | | |
| | 40 | | | | | 0,80 | | | | | 800 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 64,45 | Ortalama(Q) | | | | 1,29 | Ortalama(Q) | | | | 1289,09 |
| Maksimum(Q) | | | | 195,00 | Maksimum(Q) | | | | 3,90 | Maksimum(Q) | | | | 3900,00 |
| Minimum(Q) | | | | 15,00 | Minimum(Q) | | | | 0,30 | Minimum(Q) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 32,58 | Standart Sapma(Q) | | | | 0,65 | Standart Sapma(Q) | | | | 651,52 |
| Ortalama(PI) | | | | 78,93 | Ortalama(PI) | | | | 1,58 | Ortalama(PI) | | | | 1578,55 |
| Maksimum(PI) | | | | 275,00 | Maksimum(PI) | | | | 5,50 | Maksimum(PI) | | | | 5500,00 |
| Minimum(PI) | | | | 28,00 | Minimum(PI) | | | | 0,56 | Minimum(PI) | | | | 560,00 |
| Standart Sapma(PI) | | | | 47,58 | Standart Sapma(PI) | | | | 0,95 | Standart Sapma(PI) | | | | 951,54 |
| Ortalama(Ort) | | | | 125,84 | Ortalama(Ort) | | | | 2,52 | Ortalama(Ort) | | | | 2516,80 |
| Maksimum(Ort) | | | | 910,00 | Maksimum(Ort) | | | | 18,20 | Maksimum(Ort) | | | | 18200,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 26,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,52 | Minimum(Ort) | | | | 520,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 177,05 | Standart Sapma(Ort) | | | | 3,54 | Standart Sapma(Ort) | | | | 3540,99 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 49,69 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,99 | Ortalama(Mafik) | | | | 993,85 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 102,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 2,04 | Maksimum(Mafik) | | | | 2040,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 15,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,30 | Minimum(Mafik) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 25,90 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,52 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 518,03 |
| Ortalama(Opak) | | | | 14,78 | Ortalama(Opak) | | | | 0,30 | Ortalama(Opak) | | | | 295,56 |
| Maksimum(Opak) | | | | 27,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,54 | Maksimum(Opak) | | | | 540,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 5,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,10 | Minimum(Opak) | | | | 100,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 7,87 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,16 | Standart Sapma(Opak) | | | | 157,41 |

Ek Tablo 33. Ç1 grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 20 | 35 | 20 | 20 | 5 | 0,40 | 0,70 | 0,40 | 0,40 | 0,10 | 400 | 700 | 400 | 400 | 100 |
| 20 | 30 | 205 | 20 | 7 | 0,40 | 0,60 | 4,10 | 0,40 | 0,14 | 400 | 600 | 4100 | 400 | 140 |
| 70 | 70 | 61 | 20 | 13 | 1,40 | 1,40 | 1,22 | 0,40 | 0,26 | 1400 | 1400 | 1220 | 400 | 260 |
| 40 | 40 | 40 | 20 | 8 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,40 | 0,16 | 800 | 800 | 800 | 400 | 160 |
| 25 | 60 | 28 | 40 | 9 | 0,50 | 1,20 | 0,56 | 0,80 | 0,18 | 500 | 1200 | 560 | 800 | 180 |
| 27 | 25 | 65 | 38 | 8 | 0,54 | 0,50 | 1,30 | 0,76 | 0,16 | 540 | 500 | 1300 | 760 | 160 |
| 28 | 80 | 25 | 60 | | 0,56 | 1,60 | 0,50 | 1,20 | | 560 | 1600 | 500 | 1200 | |
| 30 | 80 | 30 | 45 | | 0,60 | 1,60 | 0,60 | 0,90 | | 600 | 1600 | 600 | 900 | |
| 41 | 50 | 17 | 30 | | 0,82 | 1,00 | 0,34 | 0,60 | | 820 | 1000 | 340 | 600 | |
| 30 | 15 | 45 | 30 | | 0,60 | 0,30 | 0,90 | 0,60 | | 600 | 300 | 900 | 600 | |
| 30 | 52 | 50 | 25 | | 0,60 | 1,04 | 1,00 | 0,50 | | 600 | 1040 | 1000 | 500 | |
| 60 | 50 | 40 | 45 | | 1,20 | 1,00 | 0,80 | 0,90 | | 1200 | 1000 | 800 | 900 | |
| 20 | 45 | 92 | 35 | | 0,40 | 0,90 | 1,84 | 0,70 | | 400 | 900 | 1840 | 700 | |
| 35 | 45 | 220 | 40 | | 0,70 | 0,90 | 4,40 | 0,80 | | 700 | 900 | 4400 | 800 | |
| 290 | 55 | 30 | 40 | | 5,80 | 1,10 | 0,60 | 0,80 | | 5800 | 1100 | 600 | 800 | |
| 30 | 70 | 25 | 30 | | 0,60 | 1,40 | 0,50 | 0,60 | | 600 | 1400 | 500 | 600 | |
| 38 | 50 | 86 | 42 | | 0,76 | 1,00 | 1,72 | 0,84 | | 760 | 1000 | 1720 | 840 | |
| 60 | 20 | 58 | 30 | | 1,20 | 0,40 | 1,16 | 0,60 | | 1200 | 400 | 1160 | 600 | |
| 75 | 95 | 100 | 40 | | 1,50 | 1,90 | 2,00 | 0,80 | | 1500 | 1900 | 2000 | 800 | |
| 162 | 45 | 80 | 30 | | 3,24 | 0,90 | 1,60 | 0,60 | | 3240 | 900 | 1600 | 600 | |
| 35 | 75 | 75 | 100 | | 0,70 | 1,50 | 1,50 | 2,00 | | 700 | 1500 | 1500 | 2000 | |
| 130 | 60 | 43 | | | 2,60 | 1,20 | 0,86 | | | 2600 | 1200 | 860 | | |
| 52 | 65 | 40 | | | 1,04 | 1,30 | 0,80 | | | 1040 | 1300 | 800 | | |
| 35 | 30 | 60 | | | 0,70 | 0,60 | 1,20 | | | 700 | 600 | 1200 | | |
| 40 | 30 | 50 | | | 0,80 | 0,60 | 1,00 | | | 800 | 600 | 1000 | | |
| 65 | 65 | 65 | | | 1,30 | 1,30 | 1,30 | | | 1300 | 1300 | 1300 | | |
| 100 | 80 | 75 | | | 2,00 | 1,60 | 1,50 | | | 2000 | 1600 | 1500 | | |
| 32 | 100 | 30 | | | 0,64 | 2,00 | 0,60 | | | 640 | 2000 | 600 | | |
| 23 | 66 | 70 | | | 0,46 | 1,32 | 1,40 | | | 460 | 1320 | 1400 | | |
| 40 | 150 | 70 | | | 0,80 | 3,00 | 1,40 | | | 800 | 3000 | 1400 | | |
| 50 | 140 | 40 | | | 1,00 | 2,80 | 0,80 | | | 1000 | 2800 | 800 | | |
| 20 | 40 | 60 | | | 0,40 | 0,80 | 1,20 | | | 400 | 800 | 1200 | | |
| 15 | 94 | 35 | | | 0,30 | 1,88 | 0,70 | | | 300 | 1880 | 700 | | |
| 40 | 113 | 60 | | | 0,80 | 2,26 | 1,20 | | | 800 | 2260 | 1200 | | |
| 30 | 50 | 50 | | | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | | 600 | 1000 | 1000 | | |
| 60 | 22 | 120 | | | 1,20 | 0,44 | 2,40 | | | 1200 | 440 | 2400 | | |
| 132 | 80 | 100 | | | 2,64 | 1,60 | 2,00 | | | 2640 | 1600 | 2000 | | |
| 40 | 55 | 65 | | | 0,80 | 1,10 | 1,30 | | | 800 | 1100 | 1300 | | |
| 120 | 90 | 88 | | | 2,40 | 1,80 | 1,76 | | | 2400 | 1800 | 1760 | | |
| 30 | 37 | 135 | | | 0,60 | 0,74 | 2,70 | | | 600 | 740 | 2700 | | |
| 73 | 27 | 260 | | | 1,46 | 0,54 | 5,20 | | | 1460 | 540 | 5200 | | |
| 90 | 100 | 25 | | | 1,80 | 2,00 | 0,50 | | | 1800 | 2000 | 500 | | |
| 285 | 50 | 70 | | | 5,70 | 1,00 | 1,40 | | | 5700 | 1000 | 1400 | | |
| 30 | 55 | 70 | | | 0,60 | 1,10 | 1,40 | | | 600 | 1100 | 1400 | | |
| 110 | 35 | 55 | | | 2,20 | 0,70 | 1,10 | | | 2200 | 700 | 1100 | | |
| 190 | 40 | 42 | | | 3,80 | 0,80 | 0,84 | | | 3800 | 800 | 840 | | |
| 30 | 70 | 25 | | | 0,60 | 1,40 | 0,50 | | | 600 | 1400 | 500 | | |
| 110 | 55 | 100 | | | 2,20 | 1,10 | 2,00 | | | 2200 | 1100 | 2000 | | |
| 60 | 45 | 25 | | | 1,20 | 0,90 | 0,50 | | | 1200 | 900 | 500 | | |
| 100 | 30 | 70 | | | 2,00 | 0,60 | 1,40 | | | 2000 | 600 | 1400 | | |
| 70 | 40 | 200 | | | 1,40 | 0,80 | 4,00 | | | 1400 | 800 | 4000 | | |
| 82 | 50 | 70 | | | 1,64 | 1,00 | 1,40 | | | 1640 | 1000 | 1400 | | |
| 80 | 50 | 57 | | | 1,60 | 1,00 | 1,14 | | | 1600 | 1000 | 1140 | | |

Ek Tablo 33'ün devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|------|-------|-------------|-------------------------------------|------|------|-------|----------------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| 40 | 60 | 135 | | | 0,80 | 1,20 | 2,70 | | | 800 | 1200 | 2700 | | |
| 80 | 50 | 55 | | | 1,60 | 1,00 | 1,10 | | | 1600 | 1000 | 1100 | | |
| 200 | 60 | 60 | | | 4,00 | 1,20 | 1,20 | | | 4000 | 1200 | 1200 | | |
| 50 | 100 | 65 | | | 1,00 | 2,00 | 1,30 | | | 1000 | 2000 | 1300 | | |
| 30 | 48 | 40 | | | 0,60 | 0,96 | 0,80 | | | 600 | 960 | 800 | | |
| 60 | 90 | 30 | | | 1,20 | 1,80 | 0,60 | | | 1200 | 1800 | 600 | | |
| 115 | 35 | 110 | | | 2,30 | 0,70 | 2,20 | | | 2300 | 700 | 2200 | | |
| 335 | 45 | 80 | | | 6,70 | 0,90 | 1,60 | | | 6700 | 900 | 1600 | | |
| 165 | 50 | 60 | | | 3,30 | 1,00 | 1,20 | | | 3300 | 1000 | 1200 | | |
| 45 | 50 | 100 | | | 0,90 | 1,00 | 2,00 | | | 900 | 1000 | 2000 | | |
| 56 | 73 | 35 | | | 1,12 | 1,46 | 0,70 | | | 1120 | 1460 | 700 | | |
| 45 | 59 | 50 | | | 0,90 | 1,18 | 1,00 | | | 900 | 1180 | 1000 | | |
| 72 | 30 | 75 | | | 1,44 | 0,60 | 1,50 | | | 1440 | 600 | 1500 | | |
| 100 | 75 | 52 | | | 2,00 | 1,50 | 1,04 | | | 2000 | 1500 | 1040 | | |
| 40 | 43 | 20 | | | 0,80 | 0,86 | 0,40 | | | 800 | 860 | 400 | | |
| 50 | 55 | 65 | | | 1,00 | 1,10 | 1,30 | | | 1000 | 1100 | 1300 | | |
| 80 | 50 | 70 | | | 1,60 | 1,00 | 1,40 | | | 1600 | 1000 | 1400 | | |
| 22 | 15 | 25 | | | 0,44 | 0,30 | 0,50 | | | 440 | 300 | 500 | | |
| 80 | 31 | 65 | | | 1,60 | 0,62 | 1,30 | | | 1600 | 620 | 1300 | | |
| 180 | 100 | 75 | | | 3,60 | 2,00 | 1,50 | | | 3600 | 2000 | 1500 | | |
| 140 | 80 | 90 | | | 2,80 | 1,60 | 1,80 | | | 2800 | 1600 | 1800 | | |
| 240 | 75 | 20 | | | 4,8 | 1,50 | 0,4 | | | 4800 | 1500 | 400 | | |
| | 100 | 40 | | | | 2,00 | 0,8 | | | | 2000 | 800 | | |
| Ortalama(Q) | | | | 76,73 | Ortalama(Q) | | | | 1,53 | Ortalama(Q) | | | | 1534,67 |
| Maksimum(Q) | | | | 335,00 | Maksimum(Q) | | | | 6,70 | Maksimum(Q) | | | | 6700,00 |
| Minimum(Q) | | | | 15,00 | Minimum(Q) | | | | 0,30 | Minimum(Q) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 66,71 | Standart Sapma(Q) | | | | 1,33 | Standart Sapma(Q) | | | | 1334,26 |
| Ortalama(Pl) | | | | 58,88 | Ortalama(Pl) | | | | 1,18 | Ortalama(Pl) | | | | 1177,63 |
| Maksimum(Pl) | | | | 150,00 | Maksimum(Pl) | | | | 3,00 | Maksimum(Pl) | | | | 3000,00 |
| Minimum(Pl) | | | | 15,00 | Minimum(Pl) | | | | 0,30 | Minimum(Pl) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Pl) | | | | 26,89 | Standart Sapma(Pl) | | | | 0,54 | Standart Sapma(Pl) | | | | 537,78 |
| Ortalama(Ort) | | | | 67,55 | Ortalama(Ort) | | | | 1,35 | Ortalama(Ort) | | | | 1351,05 |
| Maksimum(Ort) | | | | 260,00 | Maksimum(Ort) | | | | 5,20 | Maksimum(Ort) | | | | 5200,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 17,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,34 | Minimum(Ort) | | | | 340,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 45,49 | Standart Sapma(Ort) | | | | 0,91 | Standart Sapma(Ort) | | | | 909,84 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 37,14 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,74 | Ortalama(Mafik) | | | | 742,86 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 100,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 2,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 2000,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 20,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,40 | Minimum(Mafik) | | | | 400,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 17,66 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,35 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 353,17 |
| Ortalama(Opak) | | | | 8,33 | Ortalama(Opak) | | | | 0,17 | Ortalama(Opak) | | | | 166,67 |
| Maksimum(Opak) | | | | 13,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,26 | Maksimum(Opak) | | | | 260,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 5,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,10 | Minimum(Opak) | | | | 100,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 2,66 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,05 | Standart Sapma(Opak) | | | | 53,17 |

Ek Tablo 34. Ç2 grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 40 | 25 | 90 | 23 | 6 | 0,80 | 0,50 | 1,80 | 0,46 | 0,12 | 800 | 500 | 1800 | 460 | 120 |
| 35 | 50 | 25 | 15 | 13 | 0,70 | 1,00 | 0,50 | 0,30 | 0,26 | 700 | 1000 | 500 | 300 | 260 |
| 110 | 30 | 50 | 28 | 6 | 2,20 | 0,60 | 1,00 | 0,56 | 0,12 | 2200 | 600 | 1000 | 560 | 120 |
| 88 | 60 | 55 | 52 | 7 | 1,76 | 1,20 | 1,10 | 1,04 | 0,14 | 1760 | 1200 | 1100 | 1040 | 140 |
| 33 | 52 | 73 | 40 | 15 | 0,66 | 1,04 | 1,46 | 0,80 | 0,30 | 660 | 1040 | 1460 | 800 | 300 |
| 72 | 65 | 50 | 20 | | 1,44 | 1,30 | 1,00 | 0,40 | | 1440 | 1300 | 1000 | 400 | |
| 140 | 75 | 70 | 50 | | 2,80 | 1,50 | 1,40 | 1,00 | | 2800 | 1500 | 1400 | 1000 | |
| 335 | 55 | 100 | 15 | | 6,70 | 1,10 | 2,00 | 0,30 | | 6700 | 1100 | 2000 | 300 | |
| 70 | 90 | 110 | 30 | | 1,40 | 1,80 | 2,20 | 0,60 | | 1400 | 1800 | 2200 | 600 | |
| 303 | 105 | 55 | 40 | | 6,06 | 2,10 | 1,10 | 0,80 | | 6060 | 2100 | 1100 | 800 | |
| 120 | 55 | 130 | 50 | | 2,40 | 1,10 | 2,60 | 1,00 | | 2400 | 1100 | 2600 | 1000 | |
| 90 | 40 | 95 | 100 | | 1,80 | 0,80 | 1,90 | 2,00 | | 1800 | 800 | 1900 | 2000 | |
| 95 | 90 | 150 | 50 | | 1,90 | 1,80 | 3,00 | 1,00 | | 1900 | 1800 | 3000 | 1000 | |
| 56 | 75 | 50 | 50 | | 1,12 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | | 1120 | 1500 | 1000 | 1000 | |
| 110 | 97 | 40 | 128 | | 2,20 | 1,94 | 0,80 | 2,56 | | 2200 | 1940 | 800 | 2560 | |
| 185 | 102 | 130 | 31 | | 3,70 | 2,04 | 2,60 | 0,62 | | 3700 | 2040 | 2600 | 620 | |
| 140 | 60 | 88 | 25 | | 2,80 | 1,20 | 1,76 | 0,50 | | 2800 | 1200 | 1760 | 500 | |
| 70 | 120 | 105 | 40 | | 1,40 | 2,40 | 2,10 | 0,80 | | 1400 | 2400 | 2100 | 800 | |
| 50 | 50 | 75 | 40 | | 1,00 | 1,00 | 1,50 | 0,80 | | 1000 | 1000 | 1500 | 800 | |
| 370 | 60 | 105 | 95 | | 7,40 | 1,20 | 2,10 | 1,90 | | 7400 | 1200 | 2100 | 1900 | |
| 100 | 45 | 62 | 18 | | 2,00 | 0,90 | 1,24 | 0,36 | | 2000 | 900 | 1240 | 360 | |
| 80 | 100 | 75 | 15 | | 1,60 | 2,00 | 1,50 | 0,30 | | 1600 | 2000 | 1500 | 300 | |
| 30 | 55 | 50 | 50 | | 0,60 | 1,10 | 1,00 | 1,00 | | 600 | 1100 | 1000 | 1000 | |
| 40 | 65 | 80 | 40 | | 0,80 | 1,30 | 1,60 | 0,80 | | 800 | 1300 | 1600 | 800 | |
| 100 | 50 | 55 | 17 | | 2,00 | 1,00 | 1,10 | 0,34 | | 2000 | 1000 | 1100 | 340 | |
| 110 | 85 | 65 | 30 | | 2,20 | 1,70 | 1,30 | 0,60 | | 2200 | 1700 | 1300 | 600 | |
| 190 | 115 | 320 | 25 | | 3,80 | 2,30 | 6,40 | 0,50 | | 3800 | 2300 | 6400 | 500 | |
| 50 | 60 | 60 | 35 | | 1,00 | 1,20 | 1,20 | 0,70 | | 1000 | 1200 | 1200 | 700 | |
| 90 | 20 | 120 | 30 | | 1,80 | 0,40 | 2,40 | 0,60 | | 1800 | 400 | 2400 | 600 | |
| 60 | 150 | 30 | 42 | | 1,20 | 3,00 | 0,60 | 0,84 | | 1200 | 3000 | 600 | 840 | |
| 100 | 30 | 40 | 100 | | 2,00 | 0,60 | 0,80 | 2,00 | | 2000 | 600 | 800 | 2000 | |
| 55 | 50 | 70 | | | 1,10 | 1,00 | 1,40 | | | 1100 | 1000 | 1400 | | |
| 70 | 75 | 70 | | | 1,40 | 1,50 | 1,40 | | | 1400 | 1500 | 1400 | | |
| 60 | 100 | 95 | | | 1,20 | 2,00 | 1,90 | | | 1200 | 2000 | 1900 | | |
| 100 | 90 | 90 | | | 2,00 | 1,80 | 1,80 | | | 2000 | 1800 | 1800 | | |
| 120 | 27 | 70 | | | 2,40 | 0,54 | 1,40 | | | 2400 | 540 | 1400 | | |
| 150 | 70 | 60 | | | 3,00 | 1,40 | 1,20 | | | 3000 | 1400 | 1200 | | |
| 220 | 50 | 65 | | | 4,40 | 1,00 | 1,30 | | | 4400 | 1000 | 1300 | | |
| 50 | 35 | 125 | | | 1,00 | 0,70 | 2,50 | | | 1000 | 700 | 2500 | | |
| 55 | 33 | 40 | | | 1,10 | 0,66 | 0,80 | | | 1100 | 660 | 800 | | |
| 50 | 40 | 80 | | | 1,00 | 0,80 | 1,60 | | | 1000 | 800 | 1600 | | |
| 100 | 60 | 40 | | | 2,00 | 1,20 | 0,80 | | | 2000 | 1200 | 800 | | |
| 37 | 40 | 120 | | | 0,74 | 0,80 | 2,40 | | | 740 | 800 | 2400 | | |
| 60 | 100 | 140 | | | 1,20 | 2,00 | 2,80 | | | 1200 | 2000 | 2800 | | |
| 50 | 60 | 30 | | | 1,00 | 1,20 | 0,60 | | | 1000 | 1200 | 600 | | |
| 70 | 75 | 30 | | | 1,40 | 1,50 | 0,60 | | | 1400 | 1500 | 600 | | |
| 70 | 80 | 55 | | | 1,40 | 1,60 | 1,10 | | | 1400 | 1600 | 1100 | | |
| 65 | 55 | 100 | | | 1,30 | 1,10 | 2,00 | | | 1300 | 1100 | 2000 | | |
| 80 | 70 | 55 | | | 1,60 | 1,40 | 1,10 | | | 1600 | 1400 | 1100 | | |
| 95 | 55 | 170 | | | 1,90 | 1,10 | 3,40 | | | 1900 | 1100 | 3400 | | |
| 130 | 70 | 60 | | | 2,60 | 1,40 | 1,20 | | | 2600 | 1400 | 1200 | | |
| 45 | 50 | 70 | | | 0,90 | 1,00 | 1,40 | | | 900 | 1000 | 1400 | | |
| | 80 | 40 | | | | 1,60 | 0,80 | | | | 1600 | 800 | | |

Ek Tablo 34'ün devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|------|-------|-------------|-------------------------------------|------|------|-------|----------------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| | 55 | 100 | | | | 1,10 | 2,00 | | | | 1100 | 2000 | | |
| | 80 | 35 | | | | 1,60 | 0,70 | | | | 1600 | 700 | | |
| | 50 | 50 | | | | 1,00 | 1,00 | | | | 1000 | 1000 | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 33 | | | | | 0,66 | | | | | 660 | | | |
| | 30 | | | | | 0,60 | | | | | 600 | | | |
| | 40 | | | | | 0,80 | | | | | 800 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 45 | | | | | 0,90 | | | | | 900 | | | |
| | 90 | | | | | 1,80 | | | | | 1800 | | | |
| | 120 | | | | | 2,40 | | | | | 2400 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 120 | | | | | 2,40 | | | | | 2400 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 40 | | | | | 0,80 | | | | | 800 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 80 | | | | | 1,60 | | | | | 1600 | | | |
| | 65 | | | | | 1,30 | | | | | 1300 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 30 | | | | | 0,60 | | | | | 600 | | | |
| | 80 | | | | | 1,60 | | | | | 1600 | | | |
| | 77 | | | | | 1,54 | | | | | 1540 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 90 | | | | | 1,80 | | | | | 1800 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 99,88 | Ortalama(Q) | | | | 2,00 | Ortalama(Q) | | | | 1997,69 |
| Maksimum(Q) | | | | 370,00 | Maksimum(Q) | | | | 7,40 | Maksimum(Q) | | | | 7400,00 |
| Minimum(Q) | | | | 30,00 | Minimum(Q) | | | | 0,60 | Minimum(Q) | | | | 600,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 72,16 | Standart Sapma(Q) | | | | 1,44 | Standart Sapma(Q) | | | | 1443,19 |
| Ortalama(Pl) | | | | 65,26 | Ortalama(Pl) | | | | 1,31 | Ortalama(Pl) | | | | 1305,19 |
| Maksimum(Pl) | | | | 150,00 | Maksimum(Pl) | | | | 3,00 | Maksimum(Pl) | | | | 3000,00 |
| Minimum(Pl) | | | | 20,00 | Minimum(Pl) | | | | 0,40 | Minimum(Pl) | | | | 400,00 |
| Standart Sapma(Pl) | | | | 25,77 | Standart Sapma(Pl) | | | | 0,52 | Standart Sapma(Pl) | | | | 515,35 |
| Ortalama(Ort) | | | | 79,70 | Ortalama(Ort) | | | | 1,59 | Ortalama(Ort) | | | | 1593,93 |
| Maksimum(Ort) | | | | 320,00 | Maksimum(Ort) | | | | 6,40 | Maksimum(Ort) | | | | 6400,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 25,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,50 | Minimum(Ort) | | | | 500,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 46,56 | Standart Sapma(Ort) | | | | 0,93 | Standart Sapma(Ort) | | | | 931,20 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 42,71 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,85 | Ortalama(Mafik) | | | | 854,19 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 128,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 2,56 | Maksimum(Mafik) | | | | 2560,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 15,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,30 | Minimum(Mafik) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 27,67 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,55 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 553,37 |
| Ortalama(Opak) | | | | 9,40 | Ortalama(Opak) | | | | 0,19 | Ortalama(Opak) | | | | 188,00 |
| Maksimum(Opak) | | | | 15,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,30 | Maksimum(Opak) | | | | 300,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 6,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,12 | Minimum(Opak) | | | | 120,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 4,28 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,09 | Standart Sapma(Opak) | | | | 85,56 |

Ek Tablo 35. B grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 40 | 20 | 75 | 10 | 10 | 0,80 | 0,40 | 1,50 | 0,20 | 0,20 | 800 | 400 | 1500 | 200 | 200 |
| 70 | 80 | 52 | 37 | 12 | 1,40 | 1,60 | 1,04 | 0,74 | 0,24 | 1400 | 1600 | 1040 | 740 | 240 |
| 50 | 46 | 100 | 45 | 5 | 1,00 | 0,92 | 2,00 | 0,90 | 0,10 | 1000 | 920 | 2000 | 900 | 100 |
| 22 | 90 | 76 | 25 | 22 | 0,44 | 1,80 | 1,52 | 0,50 | 0,44 | 440 | 1800 | 1520 | 500 | 440 |
| 30 | 90 | 40 | 25 | 25 | 0,60 | 1,80 | 0,80 | 0,50 | 0,50 | 600 | 1800 | 800 | 500 | 500 |
| 70 | 42 | 90 | 20 | 4 | 1,40 | 0,84 | 1,80 | 0,40 | 0,08 | 1400 | 840 | 1800 | 400 | 80 |
| 45 | 75 | 65 | 21 | 7 | 0,90 | 1,50 | 1,30 | 0,42 | 0,14 | 900 | 1500 | 1300 | 420 | 140 |
| 100 | 75 | 50 | 20 | 5 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | 0,40 | 0,10 | 2000 | 1500 | 1000 | 400 | 100 |
| 80 | 100 | 70 | 50 | 16 | 1,60 | 2,00 | 1,40 | 1,00 | 0,32 | 1600 | 2000 | 1400 | 1000 | 320 |
| 30 | 40 | 35 | 40 | 20 | 0,60 | 0,80 | 0,70 | 0,80 | 0,40 | 600 | 800 | 700 | 800 | 400 |
| 30 | 97 | 25 | 45 | 17 | 0,60 | 1,94 | 0,50 | 0,90 | 0,34 | 600 | 1940 | 500 | 900 | 340 |
| 26 | 80 | 75 | 23 | 5 | 0,52 | 1,60 | 1,50 | 0,46 | 0,10 | 520 | 1600 | 1500 | 460 | 100 |
| 60 | 70 | 50 | 41 | 7 | 1,20 | 1,40 | 1,00 | 0,82 | 0,14 | 1200 | 1400 | 1000 | 820 | 140 |
| 50 | 60 | 65 | 35 | 12 | 1,00 | 1,20 | 1,30 | 0,70 | 0,24 | 1000 | 1200 | 1300 | 700 | 240 |
| 20 | 34 | 65 | 85 | 10 | 0,40 | 0,68 | 1,30 | 1,70 | 0,20 | 400 | 680 | 1300 | 1700 | 200 |
| 25 | 35 | 45 | 25 | 8 | 0,50 | 0,70 | 0,90 | 0,50 | 0,16 | 500 | 700 | 900 | 500 | 160 |
| 45 | 75 | 45 | 40 | 10 | 0,90 | 1,50 | 0,90 | 0,80 | 0,20 | 900 | 1500 | 900 | 800 | 200 |
| 95 | 40 | 35 | 30 | 10 | 1,90 | 0,80 | 0,70 | 0,60 | 0,20 | 1900 | 800 | 700 | 600 | 200 |
| 35 | 80 | 25 | 28 | | 0,70 | 1,60 | 0,50 | 0,56 | | 700 | 1600 | 500 | 560 | |
| 35 | 70 | 40 | 35 | | 0,70 | 1,40 | 0,80 | 0,70 | | 700 | 1400 | 800 | 700 | |
| 90 | 35 | 75 | 13 | | 1,80 | 0,70 | 1,50 | 0,26 | | 1800 | 700 | 1500 | 260 | |
| 30 | 50 | 40 | 40 | | 0,60 | 1,00 | 0,80 | 0,80 | | 600 | 1000 | 800 | 800 | |
| 50 | 50 | 57 | 50 | | 1,00 | 1,00 | 1,14 | 1,00 | | 1000 | 1000 | 1140 | 1000 | |
| 40 | 45 | 20 | 15 | | 0,80 | 0,90 | 0,40 | 0,30 | | 800 | 900 | 400 | 300 | |
| 49 | 65 | 70 | 36 | | 0,98 | 1,30 | 1,40 | 0,72 | | 980 | 1300 | 1400 | 720 | |
| 40 | 40 | 70 | 30 | | 0,80 | 0,80 | 1,40 | 0,60 | | 800 | 800 | 1400 | 600 | |
| 40 | 65 | 80 | 45 | | 0,80 | 1,30 | 1,60 | 0,90 | | 800 | 1300 | 1600 | 900 | |
| 22 | 90 | 100 | 35 | | 0,44 | 1,80 | 2,00 | 0,70 | | 440 | 1800 | 2000 | 700 | |
| 90 | 90 | 35 | 62 | | 1,80 | 1,80 | 0,70 | 1,24 | | 1800 | 1800 | 700 | 1240 | |
| 40 | 35 | 130 | 20 | | 0,80 | 0,70 | 2,60 | 0,40 | | 800 | 700 | 2600 | 400 | |
| 27 | 70 | 120 | 40 | | 0,54 | 1,40 | 2,40 | 0,80 | | 540 | 1400 | 2400 | 800 | |
| 40 | 80 | 30 | 30 | | 0,80 | 1,60 | 0,60 | 0,60 | | 800 | 1600 | 600 | 600 | |
| 50 | 90 | 48 | 30 | | 1,00 | 1,80 | 0,96 | 0,60 | | 1000 | 1800 | 960 | 600 | |
| 62 | 80 | 100 | 70 | | 1,24 | 1,60 | 2,00 | 1,40 | | 1240 | 1600 | 2000 | 1400 | |
| 28 | 30 | 50 | 50 | | 0,56 | 0,60 | 1,00 | 1,00 | | 560 | 600 | 1000 | 1000 | |
| 25 | 40 | 45 | 30 | | 0,50 | 0,80 | 0,90 | 0,60 | | 500 | 800 | 900 | 600 | |
| 30 | 50 | 20 | 18 | | 0,60 | 1,00 | 0,40 | 0,36 | | 600 | 1000 | 400 | 360 | |
| 58 | 40 | 55 | 22 | | 1,16 | 0,80 | 1,10 | 0,44 | | 1160 | 800 | 1100 | 440 | |
| 40 | 50 | 60 | | | 0,80 | 1,00 | 1,20 | | | 800 | 1000 | 1200 | | |
| 30 | 70 | 40 | | | 0,60 | 1,40 | 0,80 | | | 600 | 1400 | 800 | | |
| 37 | 52 | 40 | | | 0,74 | 1,04 | 0,80 | | | 740 | 1040 | 800 | | |
| 95 | 70 | 100 | | | 1,90 | 1,40 | 2,00 | | | 1900 | 1400 | 2000 | | |
| 50 | 35 | 33 | | | 1,00 | 0,70 | 0,66 | | | 1000 | 700 | 660 | | |
| 77 | 30 | 32 | | | 1,54 | 0,60 | 0,64 | | | 1540 | 600 | 640 | | |
| 45 | 60 | 90 | | | 0,90 | 1,20 | 1,80 | | | 900 | 1200 | 1800 | | |
| 35 | 100 | 90 | | | 0,70 | 2,00 | 1,80 | | | 700 | 2000 | 1800 | | |
| 90 | 55 | 50 | | | 1,80 | 1,10 | 1,00 | | | 1800 | 1100 | 1000 | | |
| 60 | 60 | 90 | | | 1,20 | 1,20 | 1,80 | | | 1200 | 1200 | 1800 | | |
| 75 | 75 | 50 | | | 1,50 | 1,50 | 1,00 | | | 1500 | 1500 | 1000 | | |
| 25 | 30 | 80 | | | 0,50 | 0,60 | 1,60 | | | 500 | 600 | 1600 | | |
| 52 | 40 | 40 | | | 1,04 | 0,80 | 0,80 | | | 1040 | 800 | 800 | | |
| 40 | 45 | 32 | | | 0,80 | 0,90 | 0,64 | | | 800 | 900 | 640 | | |
| 90 | 50 | 35 | | | 1,80 | 1,00 | 0,70 | | | 1800 | 1000 | 700 | | |

Ek Tablo 35'in devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 100 | 50 | 30 | | | 2,00 | 1,00 | 0,60 | | | 2000 | 1000 | 600 | | |
| 65 | 35 | 35 | | | 1,30 | 0,70 | 0,70 | | | 1300 | 700 | 700 | | |
| 31 | 30 | 60 | | | 0,62 | 0,60 | 1,20 | | | 620 | 600 | 1200 | | |
| 52 | 100 | 60 | | | 1,04 | 2,00 | 1,20 | | | 1040 | 2000 | 1200 | | |
| 25 | 50 | 60 | | | 0,50 | 1,00 | 1,20 | | | 500 | 1000 | 1200 | | |
| 50 | 60 | 35 | | | 1,00 | 1,20 | 0,70 | | | 1000 | 1200 | 700 | | |
| 125 | 83 | 30 | | | 2,50 | 1,66 | 0,60 | | | 2500 | 1660 | 600 | | |
| 35 | 50 | 120 | | | 0,70 | 1,00 | 2,40 | | | 700 | 1000 | 2400 | | |
| 40 | 100 | 70 | | | 0,80 | 2,00 | 1,40 | | | 800 | 2000 | 1400 | | |
| 45 | 22 | 27 | | | 0,90 | 0,44 | 0,54 | | | 900 | 440 | 540 | | |
| 60 | 100 | 120 | | | 1,20 | 2,00 | 2,40 | | | 1200 | 2000 | 2400 | | |
| 40 | 55 | 65 | | | 0,80 | 1,10 | 1,30 | | | 800 | 1100 | 1300 | | |
| 65 | 75 | 70 | | | 1,30 | 1,50 | 1,40 | | | 1300 | 1500 | 1400 | | |
| 25 | 48 | 40 | | | 0,50 | 0,96 | 0,80 | | | 500 | 960 | 800 | | |
| 90 | 75 | 23 | | | 1,80 | 1,50 | 0,46 | | | 1800 | 1500 | 460 | | |
| 45 | 60 | 70 | | | 0,90 | 1,20 | 1,40 | | | 900 | 1200 | 1400 | | |
| 70 | 50 | 35 | | | 1,40 | 1,00 | 0,70 | | | 1400 | 1000 | 700 | | |
| 70 | 50 | 34 | | | 1,40 | 1,00 | 0,68 | | | 1400 | 1000 | 680 | | |
| 40 | 73 | 50 | | | 0,80 | 1,46 | 1,00 | | | 800 | 1460 | 1000 | | |
| 35 | 65 | 55 | | | 0,70 | 1,30 | 1,10 | | | 700 | 1300 | 1100 | | |
| 20 | 38 | 80 | | | 0,40 | 0,76 | 1,60 | | | 400 | 760 | 1600 | | |
| 40 | 35 | | | | 0,8 | 0,7 | | | | 800 | 700 | | | |
| 50 | 84 | | | | 1,00 | 1,68 | | | | 1000 | 1680 | | | |
| 60 | 100 | | | | 1,20 | 2,00 | | | | 1200 | 2000 | | | |
| 100 | 190 | | | | 2,00 | 3,80 | | | | 2000 | 3800 | | | |
| 40 | 70 | | | | 0,80 | 1,40 | | | | 800 | 1400 | | | |
| 130 | 30 | | | | 2,60 | 0,60 | | | | 2600 | 600 | | | |
| 12 | 65 | | | | 0,24 | 1,30 | | | | 240 | 1300 | | | |
| 50 | 50 | | | | 1,00 | 1,00 | | | | 1000 | 1000 | | | |
| 60 | 35 | | | | 1,20 | 0,70 | | | | 1200 | 700 | | | |
| 43 | 65 | | | | 0,86 | 1,30 | | | | 860 | 1300 | | | |
| 60 | 50 | | | | 1,20 | 1,00 | | | | 1200 | 1000 | | | |
| 60 | 50 | | | | 1,20 | 1,00 | | | | 1200 | 1000 | | | |
| 100 | 80 | | | | 2,00 | 1,60 | | | | 2000 | 1600 | | | |
| 55 | 30 | | | | 1,10 | 0,60 | | | | 1100 | 600 | | | |
| | 30 | | | | | 0,60 | | | | | 600 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 35 | | | | | 0,70 | | | | | 700 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 70 | | | | | 1,40 | | | | | 1400 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 55 | | | | | 1,10 | | | | | 1100 | | | |
| | 70 | | | | | 1,40 | | | | | 1400 | | | |
| | 28 | | | | | 0,56 | | | | | 560 | | | |
| | 30 | | | | | 0,60 | | | | | 600 | | | |
| | 30 | | | | | 0,60 | | | | | 600 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 40 | | | | | 0,80 | | | | | 800 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |

Ek Tablo 35'in devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | |
|--------------------------------------|--------|---------------------------------|------|-------------------------------------|---------|
| Ortalama(Q) | 52,25 | Ortalama(Q) | 1,05 | Ortalama(Q) | 1045,00 |
| Maksimum(Q) | 130,00 | Maksimum(Q) | 2,60 | Maksimum(Q) | 2600,00 |
| Minimum(Q) | 12,00 | Minimum(Q) | 0,24 | Minimum(Q) | 240,00 |
| Standart Sapma(Q) | 24,90 | Standart Sapma(Q) | 0,50 | Standart Sapma(Q) | 497,95 |
| Ortalama(Pl) | 59,50 | Ortalama(Pl) | 1,19 | Ortalama(Pl) | 1189,90 |
| Maksimum(Pl) | 190,00 | Maksimum(Pl) | 3,80 | Maksimum(Pl) | 3800,00 |
| Minimum(Pl) | 20,00 | Minimum(Pl) | 0,40 | Minimum(Pl) | 400,00 |
| Standart Sapma(Pl) | 24,78 | Standart Sapma(Pl) | 0,50 | Standart Sapma(Pl) | 495,64 |
| Ortalama(Ort) | 58,09 | Ortalama(Ort) | 1,16 | Ortalama(Ort) | 1161,89 |
| Maksimum(Ort) | 130,00 | Maksimum(Ort) | 2,60 | Maksimum(Ort) | 2600,00 |
| Minimum(Ort) | 20,00 | Minimum(Ort) | 0,40 | Minimum(Ort) | 400,00 |
| Standart Sapma(Ort) | 26,37 | Standart Sapma(Ort) | 0,53 | Standart Sapma(Ort) | 527,39 |
| Ortalama(Mafik) | 34,63 | Ortalama(Mafik) | 0,69 | Ortalama(Mafik) | 692,63 |
| Maksimum(Mafik) | 85,00 | Maksimum(Mafik) | 1,70 | Maksimum(Mafik) | 1700,00 |
| Minimum(Mafik) | 10,00 | Minimum(Mafik) | 0,20 | Minimum(Mafik) | 200,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | 15,61 | Standart Sapma(Mafik) | 0,31 | Standart Sapma(Mafik) | 312,29 |
| Ortalama(Opak) | 11,39 | Ortalama(Opak) | 0,23 | Ortalama(Opak) | 227,78 |
| Maksimum(Opak) | 25,00 | Maksimum(Opak) | 0,50 | Maksimum(Opak) | 500,00 |
| Minimum(Opak) | 4,00 | Minimum(Opak) | 0,08 | Minimum(Opak) | 80,00 |
| Standart Sapma(Opak) | 6,23 | Standart Sapma(Opak) | 0,12 | Standart Sapma(Opak) | 124,64 |

Ek Tablo 36. D grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 90 | 40 | 53 | 30 | 5 | 1,80 | 0,80 | 1,06 | 0,60 | 0,10 | 1800 | 800 | 1060 | 600 | 100 |
| 53 | 30 | 50 | 62 | 7 | 1,06 | 0,60 | 1,00 | 1,24 | 0,14 | 1060 | 600 | 1000 | 1240 | 140 |
| 45 | 47 | 90 | 56 | 13 | 0,90 | 0,94 | 1,80 | 1,12 | 0,26 | 900 | 940 | 1800 | 1120 | 260 |
| 30 | 25 | 55 | 30 | 25 | 0,60 | 0,50 | 1,10 | 0,60 | 0,50 | 600 | 500 | 1100 | 600 | 500 |
| 25 | 20 | 98 | 20 | 9 | 0,50 | 0,40 | 1,96 | 0,40 | 0,18 | 500 | 400 | 1960 | 400 | 180 |
| 20 | 80 | 160 | 77 | 11 | 0,40 | 1,60 | 3,20 | 1,54 | 0,22 | 400 | 1600 | 3200 | 1540 | 220 |
| 55 | 45 | 150 | 18 | 6 | 1,10 | 0,90 | 3,00 | 0,36 | 0,12 | 1100 | 900 | 3000 | 360 | 120 |
| 60 | 20 | 80 | 25 | 20 | 1,20 | 0,40 | 1,60 | 0,50 | 0,40 | 1200 | 400 | 1600 | 500 | 400 |
| 32 | 25 | 118 | 30 | | 0,64 | 0,50 | 2,36 | 0,60 | | 640 | 500 | 2360 | 600 | |
| 75 | 50 | 34 | 20 | | 1,50 | 1,00 | 0,68 | 0,40 | | 1500 | 1000 | 680 | 400 | |
| 40 | 32 | 50 | 30 | | 0,80 | 0,64 | 1,00 | 0,60 | | 800 | 640 | 1000 | 600 | |
| 65 | 30 | 100 | 30 | | 1,30 | 0,60 | 2,00 | 0,60 | | 1300 | 600 | 2000 | 600 | |
| 43 | 47 | 133 | 45 | | 0,86 | 0,94 | 2,66 | 0,90 | | 860 | 940 | 2660 | 900 | |
| 40 | 25 | 250 | 30 | | 0,80 | 0,50 | 5,00 | 0,60 | | 800 | 500 | 5000 | 600 | |
| 40 | 80 | 40 | 25 | | 0,80 | 1,60 | 0,80 | 0,50 | | 800 | 1600 | 800 | 500 | |
| 60 | 65 | 110 | 25 | | 1,20 | 1,30 | 2,20 | 0,50 | | 1200 | 1300 | 2200 | 500 | |
| 40 | 20 | 40 | 35 | | 0,80 | 0,40 | 0,80 | 0,70 | | 800 | 400 | 800 | 700 | |
| 90 | 40 | 155 | 40 | | 1,80 | 0,80 | 3,10 | 0,80 | | 1800 | 800 | 3100 | 800 | |
| 150 | 35 | 85 | 20 | | 3,00 | 0,70 | 1,70 | 0,40 | | 3000 | 700 | 1700 | 400 | |
| 40 | 50 | 130 | 40 | | 0,80 | 1,00 | 2,60 | 0,80 | | 800 | 1000 | 2600 | 800 | |
| 133 | 80 | 360 | 25 | | 2,66 | 1,60 | 7,20 | 0,50 | | 2660 | 1600 | 7200 | 500 | |
| 57 | 30 | 255 | 27 | | 1,14 | 0,60 | 5,10 | 0,54 | | 1140 | 600 | 5100 | 540 | |
| 65 | 58 | 100 | 20 | | 1,30 | 1,16 | 2,00 | 0,40 | | 1300 | 1160 | 2000 | 400 | |
| 85 | 40 | 140 | 50 | | 1,70 | 0,80 | 2,80 | 1,00 | | 1700 | 800 | 2800 | 1000 | |
| 55 | 40 | 110 | 20 | | 1,10 | 0,80 | 2,20 | 0,40 | | 1100 | 800 | 2200 | 400 | |
| 43 | 35 | 100 | 25 | | 0,86 | 0,70 | 2,00 | 0,50 | | 860 | 700 | 2000 | 500 | |
| 55 | 30 | 110 | 30 | | 1,10 | 0,60 | 2,20 | 0,60 | | 1100 | 600 | 2200 | 600 | |
| 35 | 23 | 425 | 26 | | 0,70 | 0,46 | 8,50 | 0,52 | | 700 | 460 | 8500 | 520 | |
| 43 | 20 | | 25 | | 0,86 | 0,40 | | 0,50 | | 860 | 400 | | 500 | |
| 55 | 20 | | 45 | | 1,10 | 0,40 | | 0,90 | | 1100 | 400 | | 900 | |
| 60 | 50 | | 20 | | 1,20 | 1,00 | | 0,40 | | 1200 | 1000 | | 400 | |
| 70 | 30 | | 65 | | 1,40 | 0,60 | | 1,30 | | 1400 | 600 | | 1300 | |
| 25 | 40 | | 12 | | 0,50 | 0,80 | | 0,24 | | 500 | 800 | | 240 | |
| 25 | 70 | | 16 | | 0,50 | 1,40 | | 0,32 | | 500 | 1400 | | 320 | |
| 15 | 15 | | 20 | | 0,30 | 0,30 | | 0,40 | | 300 | 300 | | 400 | |
| 65 | 70 | | 65 | | 1,30 | 1,40 | | 1,30 | | 1300 | 1400 | | 1300 | |
| 32 | 30 | | 60 | | 0,64 | 0,60 | | 1,20 | | 640 | 600 | | 1200 | |
| 50 | 42 | | 22 | | 1,00 | 0,84 | | 0,44 | | 1000 | 840 | | 440 | |
| 35 | 37 | | 30 | | 0,70 | 0,74 | | 0,60 | | 700 | 740 | | 600 | |
| 60 | 60 | | 30 | | 1,20 | 1,20 | | 0,60 | | 1200 | 1200 | | 600 | |
| 30 | 50 | | 20 | | 0,60 | 1,00 | | 0,40 | | 600 | 1000 | | 400 | |
| 50 | 60 | | 40 | | 1,00 | 1,20 | | 0,80 | | 1000 | 1200 | | 800 | |
| 30 | 30 | | 25 | | 0,60 | 0,60 | | 0,50 | | 600 | 600 | | 500 | |
| 50 | 30 | | 40 | | 1,00 | 0,60 | | 0,80 | | 1000 | 600 | | 800 | |
| 40 | 33 | | 40 | | 0,80 | 0,66 | | 0,80 | | 800 | 660 | | 800 | |
| 60 | 55 | | 45 | | 1,20 | 1,10 | | 0,90 | | 1200 | 1100 | | 900 | |
| 35 | 40 | | 30 | | 0,70 | 0,80 | | 0,60 | | 700 | 800 | | 600 | |
| 60 | 37 | | 90 | | 1,20 | 0,74 | | 1,80 | | 1200 | 740 | | 1800 | |
| 90 | 65 | | 37 | | 1,80 | 1,30 | | 0,74 | | 1800 | 1300 | | 740 | |
| 23 | 35 | | 50 | | 0,46 | 0,70 | | 1,00 | | 460 | 700 | | 1000 | |
| 20 | 50 | | 17 | | 0,40 | 1,00 | | 0,34 | | 400 | 1000 | | 340 | |
| 45 | 40 | | 28 | | 0,90 | 0,80 | | 0,56 | | 900 | 800 | | 560 | |
| 70 | 24 | | 33 | | 1,40 | 0,48 | | 0,66 | | 1400 | 480 | | 660 | |

Ek Tablo 36'nın devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|----|-----|-------|---------------|---------------------------------|------|-----|-------|-------------|-------------------------------------|------|-----|-------|----------------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 65 | 50 | | | | 1,30 | 1,00 | | | | 1300 | 1000 | | | |
| 53 | 65 | | | | 1,06 | 1,30 | | | | 1060 | 1300 | | | |
| 100 | 33 | | | | 2,00 | 0,66 | | | | 2000 | 660 | | | |
| 30 | 24 | | | | 0,60 | 0,48 | | | | 600 | 480 | | | |
| 40 | 17 | | | | 0,80 | 0,34 | | | | 800 | 340 | | | |
| 150 | 50 | | | | 3,00 | 1,00 | | | | 3000 | 1000 | | | |
| 62 | 28 | | | | 1,24 | 0,56 | | | | 1240 | 560 | | | |
| 45 | 50 | | | | 0,90 | 1,00 | | | | 900 | 1000 | | | |
| 35 | 25 | | | | 0,70 | 0,50 | | | | 700 | 500 | | | |
| 50 | 35 | | | | 1,00 | 0,70 | | | | 1000 | 700 | | | |
| 80 | 35 | | | | 1,60 | 0,70 | | | | 1600 | 700 | | | |
| 70 | 40 | | | | 1,40 | 0,80 | | | | 1400 | 800 | | | |
| 40 | 35 | | | | 0,80 | 0,70 | | | | 800 | 700 | | | |
| 55 | 50 | | | | 1,10 | 1,00 | | | | 1100 | 1000 | | | |
| 50 | 55 | | | | 1,00 | 1,10 | | | | 1000 | 1100 | | | |
| 45 | 55 | | | | 0,90 | 1,10 | | | | 900 | 1100 | | | |
| 110 | 80 | | | | 2,20 | 1,60 | | | | 2200 | 1600 | | | |
| 55 | 63 | | | | 1,10 | 1,26 | | | | 1100 | 1260 | | | |
| 50 | 85 | | | | 1,00 | 1,70 | | | | 1000 | 1700 | | | |
| 50 | 45 | | | | 1,00 | 0,90 | | | | 1000 | 900 | | | |
| 60 | 50 | | | | 1,20 | 1,00 | | | | 1200 | 1000 | | | |
| 100 | 90 | | | | 2 | 1,8 | | | | 2000 | 1800 | | | |
| 57 | 28 | | | | 1,14 | 0,56 | | | | 1140 | 560 | | | |
| 45 | | | | | 0,9 | | | | | 900 | | | | |
| 35 | | | | | 0,7 | | | | | 700 | | | | |
| 20 | | | | | 0,4 | | | | | 400 | | | | |
| 115 | | | | | 2,3 | | | | | 2300 | | | | |
| 60 | | | | | 1,2 | | | | | 1200 | | | | |
| 65 | | | | | 1,3 | | | | | 1300 | | | | |
| 30 | | | | | 0,6 | | | | | 600 | | | | |
| 65 | | | | | 1,3 | | | | | 1300 | | | | |
| 32 | | | | | 0,64 | | | | | 640 | | | | |
| 25 | | | | | 0,5 | | | | | 500 | | | | |
| 55 | | | | | 1,1 | | | | | 1100 | | | | |
| 80 | | | | | 1,6 | | | | | 1600 | | | | |
| 36 | | | | | 0,72 | | | | | 720 | | | | |
| 30 | | | | | 0,6 | | | | | 600 | | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 54,49 | Ortalama(Q) | | | | 1,09 | Ortalama(Q) | | | | 1089,78 |
| Maksimum(Q) | | | | 150,00 | Maksimum(Q) | | | | 3,00 | Maksimum(Q) | | | | 3000,00 |
| Minimum(Q) | | | | 15,00 | Minimum(Q) | | | | 0,30 | Minimum(Q) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 26,62 | Standart Sapma(Q) | | | | 0,53 | Standart Sapma(Q) | | | | 532,34 |
| Ortalama(PI) | | | | 42,93 | Ortalama(PI) | | | | 0,86 | Ortalama(PI) | | | | 858,68 |
| Maksimum(PI) | | | | 90,00 | Maksimum(PI) | | | | 1,80 | Maksimum(PI) | | | | 1800,00 |
| Minimum(PI) | | | | 15,00 | Minimum(PI) | | | | 0,30 | Minimum(PI) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(PI) | | | | 17,78 | Standart Sapma(PI) | | | | 0,36 | Standart Sapma(PI) | | | | 355,52 |
| Ortalama(Ort) | | | | 127,89 | Ortalama(Ort) | | | | 2,56 | Ortalama(Ort) | | | | 2557,86 |
| Maksimum(Ort) | | | | 425,00 | Maksimum(Ort) | | | | 8,50 | Maksimum(Ort) | | | | 8500,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 34,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,68 | Minimum(Ort) | | | | 680,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 92,86 | Standart Sapma(Ort) | | | | 1,86 | Standart Sapma(Ort) | | | | 1857,21 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 34,26 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,69 | Ortalama(Mafik) | | | | 685,28 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 90,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 1,80 | Maksimum(Mafik) | | | | 1800,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 12,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,24 | Minimum(Mafik) | | | | 240,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 16,32 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,33 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 326,45 |

Ek Tablo 36'nın devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | |
|--|--------------|---|-------------|---|---------------|
| Ortalama(Opak) | 12,00 | Ortalama(Opak) | 0,24 | Ortalama(Opak) | 240,00 |
| Maksimum(Opak) | 25,00 | Maksimum(Opak) | 0,50 | Maksimum(Opak) | 500,00 |
| Minumum(Opak) | 5,00 | Minumum(Opak) | 0,10 | Minumum(Opak) | 100,00 |
| Standart Sapma(Opak) | 7,11 | Standart Sapma(Opak) | 0,14 | Standart Sapma(Opak) | 142,23 |

Ek Tablo 37. S grubu örneklerinin mineral boyutu analizi ölçüm verileri

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|------|-------|------|-------------------------------------|------|------|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 40 | 32 | 25 | 21 | 8 | 0,80 | 0,64 | 0,50 | 0,42 | 0,16 | 800 | 640 | 500 | 420 | 160 |
| 23 | 54 | 37 | 15 | 20 | 0,46 | 1,08 | 0,74 | 0,30 | 0,40 | 460 | 1080 | 740 | 300 | 400 |
| 26 | 28 | 70 | 23 | 10 | 0,52 | 0,56 | 1,40 | 0,46 | 0,20 | 520 | 560 | 1400 | 460 | 200 |
| 47 | 35 | 15 | 60 | 15 | 0,94 | 0,70 | 0,30 | 1,20 | 0,30 | 940 | 700 | 300 | 1200 | 300 |
| 63 | 40 | 28 | 40 | 5 | 1,26 | 0,80 | 0,56 | 0,80 | 0,10 | 1260 | 800 | 560 | 800 | 100 |
| 263 | 55 | 33 | 20 | 20 | 5,26 | 1,10 | 0,66 | 0,40 | 0,40 | 5260 | 1100 | 660 | 400 | 400 |
| 120 | 60 | 48 | 23 | | 2,40 | 1,20 | 0,96 | 0,46 | | 2400 | 1200 | 960 | 460 | |
| 60 | 70 | 35 | 13 | | 1,20 | 1,40 | 0,70 | 0,26 | | 1200 | 1400 | 700 | 260 | |
| 55 | 50 | 40 | 22 | | 1,10 | 1,00 | 0,80 | 0,44 | | 1100 | 1000 | 800 | 440 | |
| 50 | 41 | 50 | 15 | | 1,00 | 0,82 | 1,00 | 0,30 | | 1000 | 820 | 1000 | 300 | |
| 30 | 35 | 50 | 15 | | 0,60 | 0,70 | 1,00 | 0,30 | | 600 | 700 | 1000 | 300 | |
| 50 | 50 | 20 | 57 | | 1,00 | 1,00 | 0,40 | 1,14 | | 1000 | 1000 | 400 | 1140 | |
| 33 | 50 | 45 | 110 | | 0,66 | 1,00 | 0,90 | 2,20 | | 660 | 1000 | 900 | 2200 | |
| 20 | 77 | 45 | 35 | | 0,40 | 1,54 | 0,90 | 0,70 | | 400 | 1540 | 900 | 700 | |
| 20 | 60 | 20 | 10 | | 0,40 | 1,20 | 0,40 | 0,20 | | 400 | 1200 | 400 | 200 | |
| 80 | 50 | 60 | 15 | | 1,60 | 1,00 | 1,20 | 0,30 | | 1600 | 1000 | 1200 | 300 | |
| 87 | 40 | 50 | 22 | | 1,74 | 0,80 | 1,00 | 0,44 | | 1740 | 800 | 1000 | 440 | |
| 42 | 80 | 65 | 30 | | 0,84 | 1,60 | 1,30 | 0,60 | | 840 | 1600 | 1300 | 600 | |
| 80 | 60 | 45 | 7 | | 1,60 | 1,20 | 0,90 | 0,14 | | 1600 | 1200 | 900 | 140 | |
| 115 | 100 | | 50 | | 2,30 | 2,00 | | 1,00 | | 2300 | 2000 | | 1000 | |
| 98 | 63 | | 15 | | 1,96 | 1,26 | | 0,30 | | 1960 | 1260 | | 300 | |
| 30 | 55 | | 30 | | 0,60 | 1,10 | | 0,60 | | 600 | 1100 | | 600 | |
| 65 | 55 | | 30 | | 1,30 | 1,10 | | 0,60 | | 1300 | 1100 | | 600 | |
| 60 | 65 | | 55 | | 1,20 | 1,30 | | 1,10 | | 1200 | 1300 | | 1100 | |
| 180 | 140 | | 55 | | 3,60 | 2,80 | | 1,10 | | 3600 | 2800 | | 1100 | |
| 70 | 70 | | 30 | | 1,40 | 1,40 | | 0,60 | | 1400 | 1400 | | 600 | |
| 90 | 35 | | 18 | | 1,80 | 0,70 | | 0,36 | | 1800 | 700 | | 360 | |
| 40 | 60 | | 7 | | 0,80 | 1,20 | | 0,14 | | 800 | 1200 | | 140 | |
| 42 | 31 | | 30 | | 0,84 | 0,62 | | 0,60 | | 840 | 620 | | 600 | |
| 45 | 62 | | 65 | | 0,90 | 1,24 | | 1,30 | | 900 | 1240 | | 1300 | |
| 63 | 70 | | 10 | | 1,26 | 1,40 | | 0,20 | | 1260 | 1400 | | 200 | |
| 85 | 50 | | 20 | | 1,70 | 1,00 | | 0,40 | | 1700 | 1000 | | 400 | |
| 45 | 100 | | 35 | | 0,90 | 2,00 | | 0,70 | | 900 | 2000 | | 700 | |
| 60 | 35 | | 13 | | 1,20 | 0,70 | | 0,26 | | 1200 | 700 | | 260 | |
| 42 | 45 | | 22 | | 0,84 | 0,90 | | 0,44 | | 840 | 900 | | 440 | |
| 90 | 63 | | 63 | | 1,80 | 1,26 | | 1,26 | | 1800 | 1260 | | 1260 | |
| 30 | 110 | | 45 | | 0,60 | 2,20 | | 0,90 | | 600 | 2200 | | 900 | |
| 74 | 50 | | 20 | | 1,48 | 1,00 | | 0,40 | | 1480 | 1000 | | 400 | |
| 95 | 60 | | 30 | | 1,90 | 1,20 | | 0,60 | | 1900 | 1200 | | 600 | |
| 122 | 60 | | 45 | | 2,44 | 1,20 | | 0,90 | | 2440 | 1200 | | 900 | |
| 160 | 60 | | 40 | | 3,20 | 1,20 | | 0,80 | | 3200 | 1200 | | 800 | |
| 170 | 140 | | 100 | | 3,40 | 2,80 | | 2,00 | | 3400 | 2800 | | 2000 | |
| 105 | 65 | | 25 | | 2,10 | 1,30 | | 0,50 | | 2100 | 1300 | | 500 | |
| 30 | 65 | | 35 | | 0,60 | 1,30 | | 0,70 | | 600 | 1300 | | 700 | |
| 90 | 40 | | 45 | | 1,80 | 0,80 | | 0,90 | | 1800 | 800 | | 900 | |
| 40 | 62 | | 50 | | 0,80 | 1,24 | | 1,00 | | 800 | 1240 | | 1000 | |
| 210 | 50 | | 25 | | 4,20 | 1,00 | | 0,50 | | 4200 | 1000 | | 500 | |
| 60 | 80 | | 50 | | 1,20 | 1,60 | | 1,00 | | 1200 | 1600 | | 1000 | |
| 70 | 80 | | 35 | | 1,40 | 1,60 | | 0,70 | | 1400 | 1600 | | 700 | |
| 60 | 135 | | 10 | | 1,20 | 2,70 | | 0,20 | | 1200 | 2700 | | 200 | |
| 50 | 80 | | 50 | | 1,00 | 1,60 | | 1,00 | | 1000 | 1600 | | 1000 | |
| 63 | 77 | | 80 | | 1,26 | 1,54 | | 1,60 | | 1260 | 1540 | | 1600 | |
| 40 | 85 | | 60 | | 0,80 | 1,70 | | 1,20 | | 800 | 1700 | | 1200 | |

Ek Tablo 37'nin devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------------------------------|------|-----|-------|------|-------------------------------------|------|-----|-------|------|
| Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak | Q | PI | Ort | Mafik | Opak |
| 40 | 50 | | 30 | | 0,80 | 1,00 | | 0,60 | | 800 | 1000 | | 600 | |
| 45 | 100 | | 20 | | 0,90 | 2,00 | | 0,40 | | 900 | 2000 | | 400 | |
| 42 | 40 | | 100 | | 0,84 | 0,80 | | 2,00 | | 840 | 800 | | 2000 | |
| 27 | 80 | | 60 | | 0,54 | 1,60 | | 1,20 | | 540 | 1600 | | 1200 | |
| 30 | 100 | | 30 | | 0,60 | 2,00 | | 0,60 | | 600 | 2000 | | 600 | |
| 60 | 100 | | 40 | | 1,20 | 2,00 | | 0,80 | | 1200 | 2000 | | 800 | |
| 60 | 100 | | 40 | | 1,20 | 2,00 | | 0,80 | | 1200 | 2000 | | 800 | |
| 60 | 48 | | 60 | | 1,20 | 0,96 | | 1,20 | | 1200 | 960 | | 1200 | |
| 150 | 60 | | 80 | | 3,00 | 1,20 | | 1,60 | | 3000 | 1200 | | 1600 | |
| 60 | 80 | | 30 | | 1,20 | 1,60 | | 0,60 | | 1200 | 1600 | | 600 | |
| 80 | 100 | | | | 1,60 | 2,00 | | | | 1600 | 2000 | | | |
| 105 | 75 | | | | 2,10 | 1,50 | | | | 2100 | 1500 | | | |
| 80 | 70 | | | | 1,60 | 1,40 | | | | 1600 | 1400 | | | |
| 30 | 55 | | | | 0,60 | 1,10 | | | | 600 | 1100 | | | |
| 50 | 120 | | | | 1,00 | 2,40 | | | | 1000 | 2400 | | | |
| 50 | 75 | | | | 1,00 | 1,50 | | | | 1000 | 1500 | | | |
| 50 | 60 | | | | 1,00 | 1,20 | | | | 1000 | 1200 | | | |
| 60 | 50 | | | | 1,20 | 1,00 | | | | 1200 | 1000 | | | |
| 40 | 75 | | | | 0,80 | 1,50 | | | | 800 | 1500 | | | |
| 70 | 145 | | | | 1,40 | 2,90 | | | | 1400 | 2900 | | | |
| 150 | 100 | | | | 3,00 | 2,00 | | | | 3000 | 2000 | | | |
| 90 | 35 | | | | 1,80 | 0,70 | | | | 1800 | 700 | | | |
| 60 | 80 | | | | 1,20 | 1,60 | | | | 1200 | 1600 | | | |
| 50 | 60 | | | | 1,00 | 1,20 | | | | 1000 | 1200 | | | |
| 40 | 70 | | | | 0,80 | 1,40 | | | | 800 | 1400 | | | |
| 130 | 90 | | | | 2,60 | 1,80 | | | | 2600 | 1800 | | | |
| 45 | 100 | | | | 0,90 | 2,00 | | | | 900 | 2000 | | | |
| 115 | 105 | | | | 2,30 | 2,10 | | | | 2300 | 2100 | | | |
| 70 | 70 | | | | 1,40 | 1,40 | | | | 1400 | 1400 | | | |
| 30 | 70 | | | | 0,60 | 1,40 | | | | 600 | 1400 | | | |
| 40 | 80 | | | | 0,80 | 1,60 | | | | 800 | 1600 | | | |
| 100 | 60 | | | | 2,00 | 1,20 | | | | 2000 | 1200 | | | |
| 60 | 75 | | | | 1,20 | 1,50 | | | | 1200 | 1500 | | | |
| 110 | 20 | | | | 2,20 | 0,40 | | | | 2200 | 400 | | | |
| 45 | 40 | | | | 0,90 | 0,80 | | | | 900 | 800 | | | |
| 50 | 70 | | | | 1,00 | 1,40 | | | | 1000 | 1400 | | | |
| 185 | 30 | | | | 3,70 | 0,60 | | | | 3700 | 600 | | | |
| 43 | 60 | | | | 0,86 | 1,20 | | | | 860 | 1200 | | | |
| 80 | 90 | | | | 1,60 | 1,80 | | | | 1600 | 1800 | | | |
| 50 | 80 | | | | 1,00 | 1,60 | | | | 1000 | 1600 | | | |
| 120 | 30 | | | | 2,40 | 0,60 | | | | 2400 | 600 | | | |
| 160 | 100 | | | | 3,20 | 2,00 | | | | 3200 | 2000 | | | |
| 120 | 80 | | | | 2,40 | 1,60 | | | | 2400 | 1600 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 75 | | | | | 1,50 | | | | | 1500 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 70 | | | | | 1,40 | | | | | 1400 | | | |
| | 50 | | | | | 1,00 | | | | | 1000 | | | |
| | 70 | | | | | 1,40 | | | | | 1400 | | | |

Ek Tablo 37'nin devamı

| Boyut Analizi (Retikülden Okunan) | | | | | Boyut Analizi (mm Cinsinden) | | | | | Boyut Analizi (mikron Cinsinden) | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|--------|---------------------------------|------|-----|-------|------|-------------------------------------|------|-----|-------|---------|
| Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak | Q | Pl | Ort | Mafik | Opak |
| | 60 | | | | | 1,20 | | | | | 1200 | | | |
| | 125 | | | | | 2,50 | | | | | 2500 | | | |
| | 100 | | | | | 2,00 | | | | | 2000 | | | |
| Ortalama(Q) | | | | 73,02 | Ortalama(Q) | | | | 1,46 | Ortalama(Q) | | | | 1460,42 |
| Maksimum(Q) | | | | 263,00 | Maksimum(Q) | | | | 5,26 | Maksimum(Q) | | | | 5260,00 |
| Minimum(Q) | | | | 20,00 | Minimum(Q) | | | | 0,40 | Minimum(Q) | | | | 400,00 |
| Standart Sapma(Q) | | | | 44,79 | Standart Sapma(Q) | | | | 0,90 | Standart Sapma(Q) | | | | 895,89 |
| Ortalama(Pl) | | | | 68,64 | Ortalama(Pl) | | | | 1,37 | Ortalama(Pl) | | | | 1372,78 |
| Maksimum(Pl) | | | | 145,00 | Maksimum(Pl) | | | | 2,90 | Maksimum(Pl) | | | | 2900,00 |
| Minimum(Pl) | | | | 20,00 | Minimum(Pl) | | | | 0,40 | Minimum(Pl) | | | | 400,00 |
| Standart Sapma(Pl) | | | | 25,87 | Standart Sapma(Pl) | | | | 0,52 | Standart Sapma(Pl) | | | | 517,39 |
| Ortalama(Ort) | | | | 41,11 | Ortalama(Ort) | | | | 0,82 | Ortalama(Ort) | | | | 822,11 |
| Maksimum(Ort) | | | | 70,00 | Maksimum(Ort) | | | | 1,40 | Maksimum(Ort) | | | | 1400,00 |
| Minimum(Ort) | | | | 15,00 | Minimum(Ort) | | | | 0,30 | Minimum(Ort) | | | | 300,00 |
| Standart Sapma(Ort) | | | | 15,31 | Standart Sapma(Ort) | | | | 0,31 | Standart Sapma(Ort) | | | | 306,15 |
| Ortalama(Mafik) | | | | 37,08 | Ortalama(Mafik) | | | | 0,74 | Ortalama(Mafik) | | | | 741,59 |
| Maksimum(Mafik) | | | | 110,00 | Maksimum(Mafik) | | | | 2,20 | Maksimum(Mafik) | | | | 2200,00 |
| Minimum(Mafik) | | | | 7,00 | Minimum(Mafik) | | | | 0,14 | Minimum(Mafik) | | | | 140,00 |
| Standart Sapma(Mafik) | | | | 23,29 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 0,47 | Standart Sapma(Mafik) | | | | 465,84 |
| Ortalama(Opak) | | | | 13,00 | Ortalama(Opak) | | | | 0,26 | Ortalama(Opak) | | | | 260,00 |
| Maksimum(Opak) | | | | 20,00 | Maksimum(Opak) | | | | 0,40 | Maksimum(Opak) | | | | 400,00 |
| Minimum(Opak) | | | | 5,00 | Minimum(Opak) | | | | 0,10 | Minimum(Opak) | | | | 100,00 |
| Standart Sapma(Opak) | | | | 6,32 | Standart Sapma(Opak) | | | | 0,13 | Standart Sapma(Opak) | | | | 126,49 |

ÖZGEÇMİŞ

Serhat ACAR, 01.09.1988 yılında Erzurum'da doğdu. İlkokulu Kıbrısta Gazi Magosa İlköğretim Okulu'nda ve İstanbul Ayhan Şahenk İlköğretim Okulu'nda, Ortaokulu İstanbul Ataköy 60. Yıl İlköğretim Okulu'nda ve Liseyi İstanbul Ataköy Cumhuriyet Lisesinde tamamladı. 2006–2007 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2011-2012 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yüksek liisansa başladı. 2013 yılında TTS Uluslararası Mühendislik ve Mimarlık Ltd. Şti'de çalışmaya başladı. Yazar İstanbul'da yaşamakta olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.