



T.C.
Niğde Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Doğal Yapı Taşlarının Farklı Koşullardaki Su Emme
Kapasitelerinin Karşılaştırılması

ERKAN CEYLAN

Ağustos 2014

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞAL YAPI TAŞLARININ FARKLI KOŞULLARDAKİ SU EMME
KAPASİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ERKAN CEYLAN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Ağustos 2014

Erkan CEYLAN tarafından **Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ** danışmanlığında hazırlanan "**Doğal Yapı Taşlarının Farklı Koşullardaki Su Emme Kapasitelerinin Karşılaştırılması**" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ŞENER Niğde Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl.

Üye : Doç. Dr. Osman GÜNAYDIN Adıyaman Üni. Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl.

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ Niğde Üni. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl.

ONAY:


Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


Erkan CEYLAN

ÖZET

DOĞAL YAPI TAŞLARININ FARKLI KOŞULLARDAKİ SU EMME KAPASİTELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

CEYLAN, Erkan

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman

:Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Ağustos 2014, 110 sayfa

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesinden, Kayseri, Niğde, Nevşehir, Aksaray, Konya, Karaman ve Kırşehir il sınırları içerisinde yer alan, yapı taşı olarak kullanılan veya muhtemel olarak kullanılacak kayaların yoğun olduğu kesimlerde arazi araştırmaları yapılmıştır. Farklı renk ve dokusal özelliklerin yanında farklı lokasyonlardan olmak üzere 3 magmatik, 27 volkanik, 5 metamorfik ve 4 sedimanter örnek olmak üzere toplam 39 adet blok örnekleme yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında derlenen bu örneklerin farklı koşullardaki su emme kapasitelerinin mühendislik özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan toplam 39 örnek ayrı ayrı grup halinde olmak üzere, su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkiler, istatistiksel olarak basit regresyon analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerde, deneysel verilerin aritmetik ortalamaları kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kayaların farklı su emme oranları ile bazı jeomekanik özellikleri arasında 0.94 ile 0.64 arasında değişen korelasyon katsayıları (r) bulunmuştur. Elde edilen korelasyon katsayıları göz önüne alındığında, numunelerin farklı su emme oranları ile mühendislik özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiş ve elde edilen ilişkiler, grafikler üzerinde ayrı ayrı gruplar halinde verilmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda kayaçlar üzerinde yapılan farklı koşullardaki su emme değerlerinin farklı olmasında en önemli nedenlerin başında kayaçlardaki mikro çatlaklar, kaynaşma özellikleri, süreksizlikler, porozite ve kayaçlardaki ayrışma ve alterasyonlar gibi değişimlerin etkin parametreler olduğu öngörülmüştür. Kayaçların farklı oranlarda su emmeleri sonucunda, kayaçların bünyesinde bozunmalara neden olmakta ve kayaçların dayanım özelliklerini düşürmekte olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışma daha çok kayaçların farklı oluşum süreçleri ve bünyelerindeki boşlukların davranışlarının farklı olması nedeniyle özellikle elverişsiz doğa koşullarında kayaçların ne tür tepkiler vereceğinin önceden kestirilip, bu kayaçların daha uygun alanlarda kullanımına yönelik öngörülerin yapılması açısından da oldukça önemli bir amaca hizmet edeceği açıktır.

Yapılan çalışmada kayaçların petrografik, jeomekanik özellikleri ile farklı koşullardaki su emme kapasiteleri arasında yakın bir ilişki olduğu açıkça görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, piroklastik kayaçların, kil oranı yüksek olan andezitlerin, hidrotermal ve atmosferik etkilerle ayrışmaya uğramış bazaltların ve bünyesinde bol kırık-çatlak içeren karbonatlı kayaçların yapı taşı olarak kullanılan diğer kayaç türlerine göre oldukça yüksek su emme potansiyellerine sahip olduğu görülmüştür. Bu özelliğinden dolayı özellikle geçmiş dönemlerde kullanılan doğal yapı taşlarının bulunduğu alanlarda gözlenen bozunmaların en önemli nedeninin bu tür kayaçların yapıda yanlış yerde kullanılmasının etkin olduğu düşünülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Doğal yapı taşı, Su emme, Petrografik özellikler, Jeomekanik özellikler.

SUMMARY

COMPARISON TO WATER ABSORPTION CAPACITIES OF NATURAL BUILDING STONES UNDER DIFFERENT CONDITIONS

CEYLAN, Erkan

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor : Assistant Professor Dr. Mustafa KORKANÇ

August 2014, 112 pages

39 natural block stones (3 magmatics, 27 volcanics and 5 methamorphics) from Central Anatolia Region in Turkey were selected which there have different color and texture. Natural stones or likely natural stones using in buildings were investigated in this study that taken from Kayseri, Niğde, Nevşehir, Aksaray, Konya, Karaman and Kırşehir in Central Anatolian Region. 39 natural block stones (3 igneous, 27 volcanic and 5 metamorphic) in Central Anatolia Region in Turkey were selected which have different color and texture. Effect of engineering properties of water absorption capacity that in different conditions of these samples that taken in study area was examined. Relationship between water absorption characteristics and geomechanical properties was tried to determine by simple regression analysis which 39 sample used separately groups in the study. The arithmetic means of the experimental data were used in these analyses.

Correlation coefficient was found ranging from 0.94 to 0.64 that it's between different water absorption ratio and some properties of geomechanics used in this study. According to correlation coefficients of the results were found highly significant

correlation between the different water absorption ratio and engineering properties and was shown separately groups on graphs.

Water absorption values are different in different conditions, the most important reason micro-cracks in the rock, fusion properties, discontinuities, porosity and in the rocks such as weathering and alteration changes the parameters is assumed to be effective. Rocks in rock samples due to different water absorption rate and strength degradation reduction in the properties was observed.

This study more different formations of the rocks within the gaps in processes and particularly unfavorable conditions due to the different nature of the behavior of rocks in what types would react in advance predict and, in areas more appropriate use of these rocks also important in terms of making predictions for a particular purpose is clear that serve.

Water absorption values in different conditions were obtained different result in this study. Most important causes of this situation in rock properties such as micro cracks in the rock, weld properties, discontinuities, porosity and weathering alteration was assumed. Deterioration and reduce the strength properties were observed in rock samples due to different water absorption rates of rocks. The gaps in the structure of the rocks due to the different formation processes in this study to determine the effects of unfavorable natural conditions, especially in what kind of rocks that react in the appropriate fields and predicting the use of these rocks is thought to contribute greatly.

According to the results of tests were clearly observed highly significant correlation between the petrographic, geomechanical properties and water absorption capacity under different conditions. Pyroclastic rocks, andesite with high clay content, weathered basalts under atmospheric conditions, fractured carbonate rocks have high water absorptions potentials according to other rocks in tests was determined. Most important cause of deterioration of natural stones used in ancient regions was thought because of these rock materials properties which used wrong place in these buildings.

Keywords: Natural building stone, Water absorption, Petrographic properties, Geomechanics properties.

ÖN SÖZ

Bu çalışma, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada "Doğal Yapı Taşlarının Farklı Koşullardaki Su Emme Kapasitelerinin Karşılaştırılması" araştırılmıştır. Yürütülen bu çalışma kapsamında, literatür derlemeleri, arazi çalışmaları ile yaygın olarak yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan kayalardan örnek derleme ile laboratuvar araştırmaları ağırlıklı bir çalışma olmuştur. Derlenen örneklerin öncelikle fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu veriler ışığında numunelerin farklı su emme değerlerini ortaya koyabilmek için standartlarda ve literatürde belirtilen su emme ve suyla etkileşim amaçlı deneysel çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca kayaların su emme özellikleri jeomekanik özellikleriyle karşılaştırılmış ve kullanım alanlarına ilişkin öneriler yapılması hedeflenmiştir. Böylece yersel ve kütsel ölçekte suyun olumsuz etkilerinden kurtulabilmek için kayaların kullanım yerlerine yönelik de önerilerin yapılması amaçlanmıştır.

Farklı bölgelerde değişik özellikler sunan doğal yapı taşları, yüzyıllardan beri tarihi yapılarda kullanılmış ve dış etkilere karşı direnç göstererek günümüze kadar ayakta kalmıştır. Doğal yapı taşları günümüzde özellikle kaplama taşı olarak gerek duvarda gerekse de zeminde uygulamaları artmaya başlamıştır. Atmosferik etkilerin yoğunlaşmasına bağlı olarak yapı taşı olarak kullanım alanlarında bazen sorunlar gözlenmiştir. Ancak ülkemizde kullanılan doğal yapı taşlarının farklı su emme durumlarının birlikte ele alındığı ve birlikte değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle ülkemizde yaygın olarak yapılarda gerek taşıyıcı gerekse de kaplama malzemesi olarak kullanılan kireçtaşı, traverten, granit, andezit, tuf, ignimbirit gibi doğal yapı malzemelerinin farklı su emme yöntemlerine göre etkileşimleri araştırılarak ocak alanlarından başlanarak kullanım yerine ilişkin öneriler yapılarak doğal yapı taşlarının doğru alanlarda kullanımını sağlanmış olacaktır.

Bu çalışma kapsamında doğal yapı taşının yer aldığı ve bunlar üzerindeki farklı su emme özelliklerin jeomekanik özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla istatistiksel değerlendirmeler de yapılmıştır.

Bu çalışmada, başta konu seçimi olmak üzere ders aşamasından tezin bitimine kadar geçen süre içerisinde bilimsel, teknik ve tecrübeleriyle beni destekleyen ve yönlendiren, bilgi ve önerilerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ' a en içten teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans tez çalışmasında tecrübelerine ve bilgilerine başvurduğum Adıyaman Üniversitesinden Doç. Dr. Osman GÜNAYDIN, Ankara Üniversitesinden Doç. Dr. Mustafa FENER ve Yüzüncü Yıl Üniversitesinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali ÖZVAN, Selçuk Üniversitesinden Dr. İsmail İNCE ve Dr. Ali Bozdağ' a müteşekkir olduğumu belirtmek isterim. Laboratuvar çalışmalarımda staj kapsamında bana yardım eden Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü lisans öğrencilerine ve değerli meslektaşım Özgür GÖKÇE ve Mustafa Erçin SOĞUR' a teşekkür ederim.

Bu çalışmaya FEB 2013/22 numaralı proje ile finansal destek sağlayan Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak bu çalışmayı, her zaman yanımda olan, evlatları olmaktan onur duyduğum anne ve babam ile hep yanımda olan ağabeyim ve kardeşlerime itaf ediyorum.

Ekmeğini taştan çıkaranlara...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	vi
ÖN SÖZ	viii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
KISALTMA VE SİMGELER	xvii
BÖLÜM I GİRİŞ	1
1.1 İnceleme Alanının Tanıtımı	1
1.2 Amaç ve Kapsam	2
1.3 Önceki İncelemeler	5
1.3.1 Çalışma Konusu İle İlgili Çalışmalar	5
BÖLÜM II MATERYAL METOT	12
2.1 Büro Çalışmaları	13
2.2 Arazi Çalışmaları	13
2.3 Laboratuvar Çalışmaları	13
BÖLÜM III BULGULAR	15
3.1 İncelenen Birimlerin Jeolojik Özellikleri	15
3.1.1 Değirmentaş formasyonu	16
3.1.2 Karaisalı formasyonu	16
3.1.3 Aşıgediği formasyonu	16
3.1.4 Hacılabaz formasyonu	17
3.1.5 Aksazak traverteni	18
3.1.6 Ağaçören plütону	18
3.1.7 Ekecikdağ plütону	19
3.1.8 Hamit plütону	19
3.1.9 Başmakçı kireçtaşları	20
3.1.10 Erkilet bazaltı	20
3.1.11 Melendizdağ tüfü	21
3.1.12 Melendizdağ andeziti	21

3.1.13 Kavak ignimbiriti	22
3.1.14 Gördeles ignimbiriti	23
3.1.15 Kızılkaya ignimbiriti	24
3.1.16 Üçbaş formasyonu	25
3.1.17 Valibaba tepe ignimbiriti	26
3.2 İncelenen Örneklerin Lokasyon Tanımlamaları	27
3.3 İncelenen Örneklerin Petrografik Özellikleri	29
3.4 İncelenen Örneklerin Jeomekanik Özellikleri	45
3.4.1 Kuru birim ağırlık	46
3.4.2 Doygun birim ağırlık	49
3.4.3 Su emme	51
3.4.4 Kılcal su emme deneyi.....	54
3.4.5 Kaynar suda su emme	56
3.4.6.Efektif porozite	58
3.4.7 P-dalga hızı	61
3.4.8 Schmidt çekici sertlik indeksi	63
3.4.9 Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi	66
3.4.10 Don kaybı.....	67
3.4.11 Tek eksenli basınç dayanımı.....	70
BÖLÜM IV DENEYSEL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	73
4.1 Piroklastik Kayaçlarda Farklı Su Emme Oranları İle Bazı Jeomekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler	73
4.2 Mağmatik Kayaçlarda Farklı Su Emme Oranları İle Bazı Jeomekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler	79
4.3 Karbonatlı Kayaçlarda Farklı Su Emme Oranları İle Bazı Jeomekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler	85
4.4 Farklı Koşullardaki Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması	92
BÖLÜM V SONUÇLAR.....	95
KAYNAKLAR	101
ÖZ GEÇMİŞ	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 İncelenen örneklerin lokasyon tanıtımı ve kayaç özellikleri	27
Çizelge 3.2 İncelenen örneklere ait kuru birim ağırlık değerleri	47
Çizelge 3.3 İncelenen örneklere ait doygun birim ağırlık değerleri	49
Çizelge 3.4 İncelenen örneklere ait ağırlıkça su emme değerleri	52
Çizelge 3.5 İncelenen örneklere ait kılcal su emme katsayısı değerleri	54
Çizelge 3.6 İncelenen örneklerden bazılarının kılcal su emme katsayılarının Snetlage (2005)' e göre sınıflanması.....	57
Çizelge 3.7 İncelenen örneklere ait kaynar suda su emme değerleri.....	57
Çizelge 3.8 İncelenen örneklere ait efektif porozite değerleri	59
Çizelge 3.9 İncelenen örneklere ait P-dalga hızı değerleri	61
Çizelge 3.10 İncelenen örneklere ait Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri.....	64
Çizelge 3.11 İncelenen örneklere ait suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri ...	66
Çizelge 3.12 İncelenen örneklere ait don kaybı değerleri	68
Çizelge 3.13 İncelenen örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri	70
Çizelge 4.1 İncelenen piroklastik kayaçların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları.....	73
Çizelge 4.2 İncelenen mağmatik kayaçların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları.....	79
Çizelge 4.3 İncelenen karbonatlı kayaçların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları.....	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası ve örnek derleme alanları	1
Şekil 1.2 a) Kapiler su emme ile oluşan çiçeklenme (blok diyagram); b: Çiçeklenmenin meydana geldiği yapı elemanından bir görünüm; c: Yapı elemanı üzerindeki çiçeklenme yüzeyinin yakından görünümü	3
Şekil 1.3 a) Niğde' de tarihi bir yapıdaki kapilerite etkisiyle gözlenen yüzeysel bozunmalar, b) Niğde' de tarihi bir yapının çevre düzenlenmesinde gözlenen yüzeysel bozunmalar	4
Şekil 3.1 Kapadokya yöresinin jeoloji haritası	15
Şekil 3.2 K1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	30
Şekil 3.3 K2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	31
Şekil 3.4 K3 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	31
Şekil 3.5 K4 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	31
Şekil 3.6 K5 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	32
Şekil 3.7 G1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	32
Şekil 3.8 G2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	32
Şekil 3.9 KA1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	33
Şekil 3.10 KA2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	33
Şekil 3.11 KA3 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	34
Şekil 3.12 V2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	34
Şekil 3.13 V3 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	35
Şekil 3.14 V4 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	35
Şekil 3.15 V5 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	35
Şekil 3.16 V6 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	36
Şekil 3.17 M1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	36
Şekil 3.18 M2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	37
Şekil 3.19 M3 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	37
Şekil 3.20 M4 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	37
Şekil 3.21 M5 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	38
Şekil 3.22 M6 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	39
Şekil 3.2315 M7 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	39

Şekil 3.24 M8 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	39
Şekil 3.25 M9 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	40
Şekil 3.26 M10 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	40
Şekil 3.27 B1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	41
Şekil 3.28 EP1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	42
Şekil 3.29 AP1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	42
Şekil 3.30 HP1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	42
Şekil 3.31 AT1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X).....	43
Şekil 3.32 A2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	44
Şekil 3.33 H1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	44
Şekil 3.34 KK1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	44
Şekil 3.35 DK1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)	45
Şekil 3.36 Karot alma işleminden bir görünüm	46
Şekil 3.37 a: Ultrasonik hız deney aletinin aparatları, b: ultrasonik hız deneyinin yapılışı	61
Şekil 3.38 a: Schmidt çekicinin kesit görünümü, b: schmidt çekicinin genel görünümü, c: schmidt çekici ile sertlik belirleme deneyinin yapılışı	64
Şekil 3.39 a: Suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deney aletinin aparatları, b: deney için hazırlanan örneklerden bir görünüm	66
Şekil 3.40 Don kaybı deneyi sırasında karot örneklerinde gözlenen bozunma etkileri.....	70
Şekil 3.41 Tek eksenli basınç deneyi sonrasında numunelerden bir görünüm.....	72
Şekil 4.1 İncelenen piroklastik kayaçların ağırlıkça su emme oranı ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki	74
Şekil 4.2 İncelenen piroklastik kayaçların ağırlıkça su emme oranı ile a) don kaybı b) boşluk oranı arasındaki ilişki.....	74
Şekil 4.3 İncelenen piroklastik kayaçların ağırlıkça su emme oranı ile a) p-dalga hızı b) tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	75
Şekil 4.4 İncelenen piroklastik kayaçların kaynar suda su emme oranı ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki.....	75
Şekil 4.5 İncelenen piroklastik kayaçların kaynar suda su emme oranı ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki.....	76
Şekil 4.6 İncelenen piroklastik kayaçların kaynar suda su emme oranı ile p-dalga hızı arasındaki ilişki	76
Şekil 4.7 İncelenen piroklastik kayaçların kılcal su emme katsayısı ile a) kuru birim ağırlık b) don kaybı arasındaki ilişki.....	77

Şekil 4.8 İncelenen piroklastik kayaçların kılcal su emme katsayısı ile a) boşluk oranı b) p-dalga hızı arasındaki ilişki	77
Şekil 4.9 İncelenen piroklastik kayaçların kılcal su emme katsayısı ile a) efektif porozite b) tek eksenli basınç dayanımı değeri arasındaki ilişki.....	78
Şekil 4.10 İncelenen mağmatik kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki	80
Şekil 4.11 İncelenen mağmatik kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki	80
Şekil 4.12 İncelenen mağmatik kayaçların a) kaynar suda su emme oranları ile efektif porozite değeri arasındaki ilişki b) ağırlıkça su emme oranı ile tek eksenli basınç dayanım değeri arasındaki ilişki	81
Şekil 4.13 İncelenen mağmatik kayaçların a) ağırlıkça su emme oranları ile p-dalga hızı değeri arasındaki ilişki b) kılcal su emme katsayısı ile tek eksenli basınç dayanımı değeri arasındaki ilişki.....	82
Şekil 4.14 İncelenen mağmatik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile a) kuru birim ağırlık b) boşluk oranı arasındaki ilişki	82
Şekil 4.15 İncelenen mağmatik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile a) don kaybı b) p-dalga hızı arasındaki ilişki	83
Şekil 4.16 İncelenen mağmatik kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) kuru birim ağırlık b) efektif porozite arasındaki ilişki	84
Şekil 4.17 İncelenen mağmatik kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki	84
Şekil 4.18 İncelenen mağmatik kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) p-dalga hızı b) Tek eksenli basınç dayanımı değeri arasındaki ilişki	85
Şekil 4.19 İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki.....	87
Şekil 4.20 İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki	87
Şekil 4.21 İncelenen karbonatlı kayaçların a) ağırlıkça su emme oranları ile tek eksenli basınç değeri arasındaki ilişki b) kaynar suda su emme oranı ile efektif porozite arasındaki ilişki	88
Şekil 4.22 İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile p-dalga hızı değeri arasındaki ilişki	88

Şekil 4.23 İncelenen karbonatlı kayaçların kaynar suda su emme oranları ile a) kuru birim ağırlık b) boşluk oranı arasındaki ilişki	89
Şekil 4.24 İncelenen karbonatlı kayaçların kaynar suda su emme oranları ile a) don kaybı b) p-dalga hızı değeri arasındaki ilişki	90
Şekil 4.25 İncelenen karbonatlı kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki	90
Şekil 4.26 İncelenen karbonatlı kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki	91
Şekil 4.27 İncelenen karbonatlı kayaçların kılcal su emme katsayısı ile p-dalga hızı arasındaki ilişki	92
Şekil 4.28 Piroklastik kayaçların farklı su emme oranlarının birlikte gösterimi	93
Şekil 4.29 Mağmatik kayaçların farklı su emme oranlarının birlikte gösterimi	93
Şekil 4.30 Karbonatlı kayaçların farklı su emme oranlarının birlikte gösterimi	94

KISALTMA VE SİMGELER

Simgeler	Açıklama
K1	Örnek no
γ_d	Kuru birim ağırlık
γ_s	Doygun birim ağırlık
w_a	Ağırlıkça su emme
e	Boşluk oranı
n_e	Efektif porozite
V_p	P-dalga hızı
SHV	Schmidt sertlik indeksi
Skk	Kaynar suda su emme değeri
Dk	Don kaybı değeri
σ_c	Tek eksenli basınç dayanımı
I_{d2}	Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi
C_1	Kılcal su emme katsayısı
r	Korelasyon katsayısı
Kısaltmalar	Açıklama
ISRM	Uluslararası Kaya Mekaniği Grubu
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
NBG	Norveç Kaya Mekaniği Grubu
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 İnceleme Alanının Tanıtımı

İnceleme alanı, İç Anadolu Bölgesi'nden Niğde, Nevşehir, Aksaray, Kayseri, Konya, Karaman ve Kırşehir ile Akdeniz Bölgesi'nden Isparta ve Adana il sınırları içerisinde yer alan doğal yapı taşlarının kullanıldığı kesimleri kapsamaktadır. Fakat bu çalışmada özellikle Kapadokya bölgesine yoğunlaşmıştır, çünkü bu bölgede değişik özellikler sunan birçok doğal yapı taşı birarada bulunmaktadır. Kapadokya bölgesi, genç volkanizmanın ülkemizde yaygın ve farklı evrelerde ürünler oluşturduğu bölgelerden biridir. İnceleme alanı ve yakın dolay eşsiz jeolojik özellikleri ile yerbilimcilerin ilgisini geçmişten beri çekmektedir. Çalışma kapsamında doğal yapı taşı olarak kullanılan veya muhtemel olarak kullanılacak farklı köken ve dokudaki kaya birimlerinin (volkanik, volkanosedimanter, magmatik, sedimanter ve metamorfik) yüzeylendiği kesimlerde arazi araştırmaları yapılmıştır. Farklı alanlardan fazla sayıda örneğin değerlendirilmeye alınması ile çalışmanın başarı ölçütünün yüksek olacağı öngörülmüş ve bu kapsamda farklı illerden de numune derlenmiştir. Bu çalışma kapsamında farklı lokasyonlardan 3 magmatik, 27 volkanik, 5 metamorfik ve 4 sedimanter olmak üzere toplam 39 adet blok örnekleme yapılmıştır. Belirlenen örneklerin alındığı illerin dağılımı Şekil 1.1' de verilmiştir.

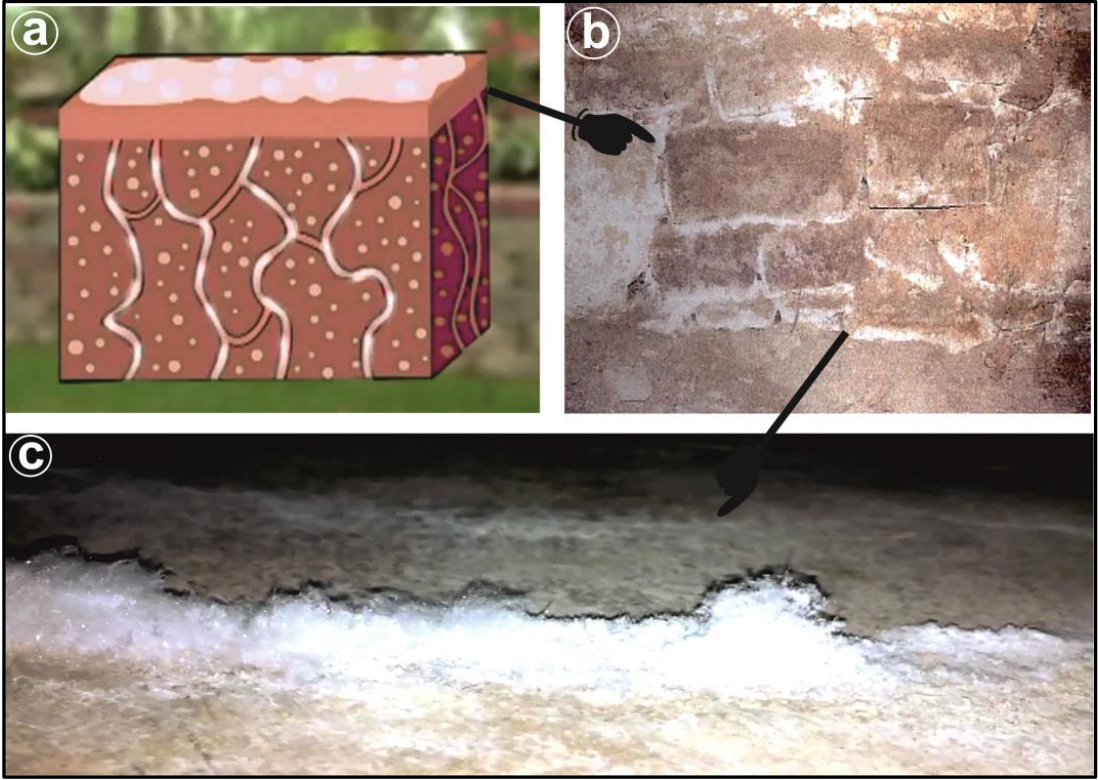


Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası ve örnek derleme alanları

1.2 Amaç ve Kapsam

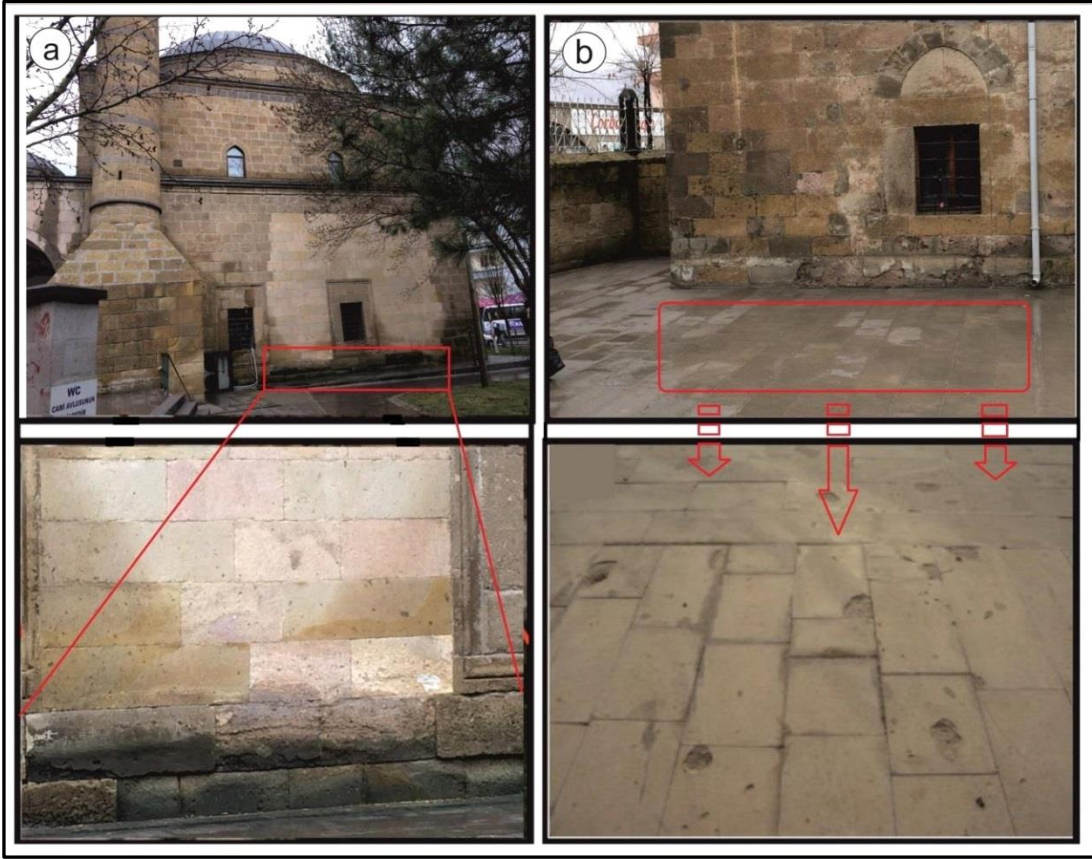
Beton, taş ve tuğla gibi seramik bünyeli yapı malzemeleri doğası gereği boşluklu malzemelerdir. Bu tür yapı malzemesi kullanılarak üretilen yapı sistemleri genelde su ortamlarından birinde bulunur ve ortamdan etkilenir. Yapının su içinde bulunması durumunda etken, yapı elemanının boşluk sistemi ve suyun basıncıdır. Yapının veya elemanın su ile yüzeysel olarak temasında ise su, malzeme yapısındaki kılcal kanallarda kapiler basınç etkisi ile hareket eder. Yapı sistemlerini suyun etkisinden korumak için yapı malzemelerinde var olan boşluk sistemleri azaltılır ya da yapı sistemi suya karşı yalıtım malzemeleri kullanılarak yalıtımlar yapılmaktadır. Çoğu durumlarda bu yalıtım işlemi tam olarak işlevini görememektedir (Özdemir, 2002). Yapıda dekoratif özellikleri nedeniyle kaplama taşı olarak kullanılan kayaçlarda yalıtım yapılamamaktadır.

Tavan-taban veya yan yüzeylerinden yapı içine giren su yapı malzemesinin, nem içeriği ile ısısının değişmesine neden olmakta, ısı ve su içeriğindeki söz konusu bu değişim, malzemede büzülme ve şişme gibi hacimsel deformasyonlara yol açmaktadır. Meydana gelen bu hacimsel deformasyonlara bağlı olarak malzemede zamanla mikro çatlaklar oluşabilmekte daha sonra, oluşan bu mikro çatlaklardan, yapı malzemesi içerisine suyun girişi ve onun içerisindeki hareketi çok daha kolaylaşmaktadır. Su molekülleri kendilerinden daha büyük olan yapı malzemesi içerisindeki gözeneklere ve mikrofissürlere rahatlıkla girebilmekte ve üzerindeki basınca bağlı olarak da birbirleriyle bağlantılı olan gözenekler ve mikrofissürler içerisinde hareket edebilmektedir. Yapı malzemesine doğrudan veya dolaylı yollarla giren su, yapılarda hasarlara, çiçeklenmeyle de yüzey bozunmalarına neden olmaktadır (Şekil 1.2). Yine kapiler su emmeyle iç mekanlardaki havanın nem oranı sürekli değişmekte ve bunun sonucu olarak da yapı malzemeleri ile burada yaşayan canlılar genelde olumsuz yönde etkilenmektedir (Özdemir, 2002).



Şekil 1.2. a: Kapiler su emme ile oluşan çiçeklenme (blok diyagram); **b:** Çiçeklenmenin meydana geldiği yapı elemanından bir görünüm; **c:** Yapı elemanı üzerindeki çiçeklenme yüzeyinin yakından görünümü.

Doğal yapı taşları, yapı sektöründe farklı kullanım alanlarına bağlı olarak doğrudan veya dolaylı olarak çevresel etkileşimler sonucu bozunmaya uğrarlar. Bozunmalar yapı taşlarının kullanıldığı bina ve çevre düzenlemelerinde küçük veya büyük ölçekte problemler oluşturmaktadır (Şekil 1.3). Bu tür problemlerin çözümü ise kişi veya kurumların bütçelerine ilave yükler getirmektedir. Bozunmaya neden olan en önemli faktörlerden biri de kuşkusuz doğal yapı malzemesinin suya maruz kalmasıdır. Bozunmayı önlemek için de öncelikle bozunmaya neden olan faktörlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 1.3. a) Niğde' de tarihi bir yapıdaki kapilerite etkisiyle gözlenen yüzeysel bozunmalar, b) Niğde' de tarihi bir yapının çevre düzenlemesinde gözlenen yüzeysel bozunmalar

Bilindiği üzere su, tek başına veya diğer çevresel faktörlerle birleşerek, kayalarda bozunmayı hızlandırmakta ve kayanın fiziko-mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı, özellikle doğal yapı taşlarında bozunma mekanizmasını belirlemek için suyun yapı taşları içerisindeki hareketinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Genellikle akışkan bir sıvı ile temas eden gözenekli bir ortam, kapilerite etkisiyle onu absorbe eder. Aynı şekilde, yağma bir yapının veya yüzey kaplamasının bir parçası olarak kullanılan gözenekli bir yapı taşı, yağmur ve yüzey suları ile karşılaştığı zaman mutlaka suyu bünyesine alma eğilimi gösterir. Bu tamamen kayalar içerisindeki gözeneklerin kontrol ettiği kapiler emme kuvveti ile ilişkilidir ve kendiliğinden gerçekleşen bir olaydır. Kapiler su emme mekanizması, gözenek sisteminin geometrisine, büyüklüğüne ve gözeneklerin birbiri ile bağlantılı olup olmamasına bağlıdır ve akışkan sıvının yüzey gerilimi ile gözenek duvarının emme kuvveti

arasındaki denge ile gerçekleşir. Yapı taşlarının kapiler su emme değerleri ile gözenek sistemini karakterize eden bazı özellikleri karşılaştırıldığında, kapiler su taşınmasının, petrografik özellikler ve gözenek sistemiyle sıkı bir ilişkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Cueto vd., 2009; Vazquez vd., 2010).

Kayaç içerisine değişik yollarla çekilen su ve nemden dolayı birçok yapıda iç ve dış yüzeylerin bozulduğu, özellikle tarihi yapılarda sanatsal değeri yüksek olan süslemelerin önemli derecede zarar gördüğü bilinmektedir (Topal ve Doyuran, 1997; Topal ve Sözmen, 2000; De Gennaro vd., 2001; Larsen ve Cady, 1969; Torraca, 1988; Trechsel, 1994; Lourenço vd. 2006; Bell, 2004; Lee vd., 2009; Killip ve Cheetham, 1984; Sandrolini ve Franzoni, 2006; Yavuz ve Topal, 2007; Zedef vd., 2007; Ulusoy, 2007; Heinrichs, 1988). Daha önce inşa edilen yapılarda su emmeye bağlı olarak gelişen nemlenme zararlarının azaltılması veya ortadan kaldırılması ile yeni inşa edilecek yapılarda uygun malzeme seçiminin, yapılabilmesi için yapı malzemelerin su emme durumlarının bilinmesi gerekmektedir.

Ancak ülkemizde kullanılan doğal yapı taşlarının farklı su emme durumlarının ele alındığı ve birlikte değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada ülkemizde yaygın olarak yapılarda gerek taşıyıcı gerekse de kaplama malzemesi olarak kullanılan doğal yapı taşlarının farklı su emme yöntemlerine göre bu kayaçların bazı jeomekanik özellikleriyle olan ilişkileri araştırılması hedeflenmiştir.

1.3 Önceki İncelemeler

Bu bölümde çalışma konusuyla ilgili başlıca ulusal ve uluslararası çalışmalara ana hatlarıyla değinilmiştir.

1.3.1 Çalışma konusu ile ilgili çalışmalar

Carretero ve Galan (1996), Deniz suyuna ve yağmura maruz kalan yapıtaşlarında, sıcaklık ve nispi nem değerlerine bağlı olarak kayaçların gözeneklerindeki tuz kristalleşmelerinin etkisi ile bozulmalar görüldüğünü söylemişlerdir. Sıcaklığın ve nispi nem farklılığının olduğu yerlerde ise farklı oranlarda bozulmalar gözlenebileceğini belirtmişlerdir.

Topal ve Doyuran (1997), Kapadokya yöresi tüfleri üzerinde araştırmalar yapmış olup, tüflerin çok zayıf kaya özelliğinde olduğunu, düşük birim ağırlıkta ve yüksek poroziteye sahip kaya özellikleri sunduklarını belirtmişlerdir. Tüflerin yapısal unsurlarının ve zayıf kaya özellikleri nedeniyle bozunmaya karşı duraylılıklarının düşük olduklarını ortaya koymuşlardır.

Drever ve Stillings (1997), Yer altı suyunun taşıdığı organik asitlerin kayaçlarda bulunan minerallerin dengesini bozarak onların daha kolay bozuşmasına yol açacağını belirtmişlerdir.

Halsey ve diğ. (1998), Sıcaklık ve nem değişikliklerinin kayaçların bozuşmasında etkili olduğunu araştırmışlardır. Ayrıca, mineraller üzerinde etkili olan sıcaklığın düşmesi ile minerallerin hacimlerindeki artma ve azalmadan dolayı kayaçlardaki alterasyonları kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Theoulakis ve Moropoulou (1997), Tarihi yapılardaki gözenekli kayaçların ayrışma mekanizmasında etkili olan tuz kristallerinin büyümeleri ile ilgili yaptıkları çalışmada Rodos'un Medieval şehrindeki tarihi yapılara ait 50 den fazla noktada örnekleme çalışması yapmışlardır. Örnekler üzerinde SEM ve elektron prob mikroanalizleri (EPMA) ve kimyasal analizler gerçekleştirmişlerdir. Yapılan alışmalar sonucu ilk aşamada; tuz kristallerinin buharlaşma kanalları ile ilişkili daha büyük gözeneklerde büyüdüğünü ve daha küçük gözeneklerdeki çözeltiyle beslendiğini saptamışlardır. İkinci aşamada ise kristallerin gözenek boyutunu aştığını ve daha küçük gözenekleri örttüğünü belirterek evaporasyon oranının çözelti miktarından fazla olduğu zaman yüzeyin kuruduğunu, çözelti ile kristalin temasının azalması sonucu kristal büyümesinin dışarıya doğru çok daha ince olduğunu savunmuşlardır.

Tuğrul ve Zarif (1999), İstanbul'da yapı taşı olarak kullanılan kireçtaşlarındaki bozunma üzerine yaptıkları çalışmada; kireçtaşlarındaki ayrışmanın özellikle çözünebilir tuz etkilerinden, biyolojik etkilerden ve kapiler etkiyle yeraltı suyundaki artmaya bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, sülfatlar ile Ca, Mg, Na ve K tuzları gibi zararlı çözünebilir tuzların kayaçlardaki ayrışmanın ana faktörleri olduğunu belirtmişlerdir.

Marevelaki-Kalaitzaki ve Biscontin (1999), Fiziksel ve kimyasal bozuşma mekanizmalarının en önemli iki ögesinin su ve tuz olduğunu söylemişlerdir. Suyun taşıdığı kükürtlü ve karbonlu bileşiklerin ortamın pH düşmesine, asitlerin aktif hale gelmesine sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Goudie (1999), Kayaç özellikleri ile ilişkili olarak, kireçtaşlarının deneysel tuz ayrışması isimli çalışmasında 21 adet kireçtaşı üzerinde doygun sodyum sülfat çözeltisi ile yaptığı deney sonucunda bu kireçtaşlarının parçalanmasının geniş bir çeşitlilik gösterdiğini belirterek, 3 grup altında toplamıştır. Birinci grup örneklerin hızlı ve yoğun bir şekilde iyi taneli olarak parçalandığını, ikinci grup örneklerin büyük miktarda tuzu emdikten sonra parçalandığını ve üçüncü grup örneklerin ise az miktarda tuz emdiğini fakat ağırlığında bir azalma gözlenmediğini ve parçalanma olmadığını belirtmiştir. Fakat bu son grup örneklerin elastik modülünde bir azalma gözlenmiştir. Yüksek elastik modülüne, yüksek yoğunluğa, düşük su emme kapasitesine ve düşük tuz emme eğilimine sahip olan kayaçların dirençli olmasına rağmen, düşük elastik modülü olan, düşük yoğunluğa, yüksek su emme kapasitesine ve yüksek tuz emme eğiliminde olan kayaçların hassas (duyarlı, çabuk kırılabilen) olduğunu belirtmiştir. Yazar bu faktörlerin, kapiler su emmenin ve tuz ayrıştırmasının etkili olduğu kayaçlarda açıklanması ve önceden tahmin edilmesinin tek başına yeterli olmayacağını ve boşluk özellikleri ve kabuk içerikleri gibi diğer faktörlerinde muhtemel etkisi olabileceğini belirtmiştir.

Feng ve diğ. (2001), Granitin basınç gerilmesi ve mikro çatlaklarındaki su kimyasının etkileri isimli çalışmalarında, incelemiş oldukları örnekleri laboratuvar ortamında 105 C de ve 6 saat boyunca kurutarak örneklerde ısınmaya bağlı olarak çatlak gelişimini sağlamışlar ve porozite, permeabilitesini arttırmışlardır. Bu çalışma ile incelemiş oldukları granitlerdeki suyun varlığının nihai basınç dayanımını azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, incelenen kayaçta basınç gerilmesindeki azalmanın uygulanan solüsyonun (deneylerde kullanılan NaCl, NaHCO₃, CaCl₂ solüsyonları) asitlik veya alkalın özelliğine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Gerilimin en az Nötür sularda azaldığını ve solüsyonun asitik veya alkalın özelliğinin artmasına bağlı olarak gerilimin artacağını belirtmişlerdir.

Özdemir (2002), yaptığı çalışmada Konya ve yakın çevresinde kullanılan bazı doğal ve suni yapı malzemelerin, kapiler su emme potansiyelleri incelemiştir. Gözenekli hafif yapı malzemelerinde kapiler su emmenin daha fazla, yoğun doğal malzemelerde ise daha düşük olduğu belirlemiştir. Gözenek oranı fazla olan gaz beton ve bims betonunda fazla su emme, granitte ise en düşük su emme olduğunu tespit etmiştir. Kapiler su emme katsayısı ile granit kullanımının tercih edilebilir olduğu savunmuştur. Yörede fazlaca kullanılan andezitik tüfün kapiler su emme katsayısı ise betona yakın olduğunu bulmuştur. Ayrıca Konya çevresinde bulunan tarihi yapılarda yaygın olarak kullanılan ve yörede Sille Taşı olarak bilinen andezitik tüflerin kapiler su emme katsayısı betona yakın, traverten, kireçtaşı ve granitten daha yüksek olduğunu ve eski yapılarda yoğun olarak gözlenen nemlenmede andezitik tüfte gözlenen yüksek kapiler su emme katsayısının önemli derecede etken olduğu vurgulamıştır.

Benavente ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada gözenekli yapıya sahip yapıtaşlarının duraylılık özelliklerinin tahmininde gözenek yapısı, kapiler su emme ve kayacın dayanım özelliklerini kullanmışlardır. Araştırmacılar önerdikleri petrofiziksel duraylılık belirleyici modelini yalnızca tuz ayrışması ile karşılaştırılarak diğer bozuşma mekanizmaları dikkate almamışlardır. Buna yönelik olarak gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalarla da tuz kristallenmesi sonucu gerçekleşen bozunma ile önerdikleri petrofiziksel duraylılık belirleyici modeli arasında yüksek bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Tuz kristallenmelerinin bozunmayı hızlandıran en önemli faktörlerden biri olduğunu ifade etmişlerdir.

Sousa ve diğ. (2005), Portekiz'in kuzeydoğusundan alınan 9 farklı granit örneğinin duraylılık ve fiziko-mekaniksel özellikleri üzerinde gözenekliliğin etkisini araştırmışlardır. Tuz kristallenmesi ve termal şok gibi yapay bozunma deneyleri sonucunda çatlak yoğunluğu fazla olan granitlerde daha fazla malzeme kaybı olduğunu ve termal çatlakların ise daha az çatlak yoğunluğuna sahip granitlerdeki P-dalga hızında daha büyük etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca düşük gözenekliliğe sahip granitlerin bozunmaya karşı yüksek gözenekliliğe sahip granitlere oranla daha dirençli olduğunu saptamışlardır.

Nickmann ve diğ. (2006), zayıf kayalarda yapılan çalışmalar, genelde kullanılan performans deneylerinin, örneğin kabul edilen uluslararası standartlar (DIN, O-Norm, ASTM), veya önerilen metotların (IAEG, ISRM) doğrudan doğruya uygun cevapları kapsamadığı ve zayıf kayanın uzun vadede yapıdaki davranışını yansıtmadığını ve dayanım hakkındaki yanlış değerlendirmeler, önemli stabilite, kazılabilirlik, kazılan malzemenin toplanıp taşınması gibi konularda önemli problemlere neden olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında 7 ayrı lokasyondan 40 değişik tip kayaç (kumtaşı, çamurtaşı/kil-silttaşı ve marn) incelenmiştir. Kayaçların sadece genel özellikleri ve suya karşı duraylılıkları değil, aynı zamanda gözeneklilik, karbonat içeriği, tane boyu dağılımı ve basınç direnci gibi diğer kaya parametreleri de belirlenmiştir. Bu özellikler yapılarak yapılan sınıflama suya karşı duraylılık indeksinin başını çektiği ve farklı kayaç duraylılığını etkileyen faktörlere dayanmaktadır. Dolayısıyla duraylılığın sadece tek bir parametreye bağlı olduğunu değil, basınç direnci, tane boyu ve gözeneklilik gibi birkaç parametrenin birleşimine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sınıflama ile birlikte yapısal direnç denilen ve zayıf kaya ile sağlam kaya arasındaki geçişi tanımlayan sınırı daha kesin bir şekilde tanımlayabileceklerini belirtmişlerdir.

Korkanç (2007), Nevşehir dolayında geniş alanlarda yüzeylenen Kavak ignimbiritlerine ait farklı renklerdeki piroklastikler seçtiği çalışmada, renk ve dokusal özellikleri çok sık değişim göstermelerinden dolayı 6 farklı alanda örnekleme yapmıştır. Derlenen bu örneklerin öncelikle petrografik ve kimyasal özellikleri belirlemiş olup, jeomekanik özelliklerini belirlemek amacıyla da standart kaya mekaniği deneyleri yapmıştır. Elde edilen verilere göre, incelenen piroklastiklerin iyi kaynaşmamış ignimbirit özelliğinde olduğu, bunların jeolojik, kimyasal ve petrografik özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasında önemli ilişkilerin olduğu ortaya koymuştur. Özellikle opak mineral, ince taneli kayaç parçası içeriği ile matris oranı-tane oranından yüksek olan örneklerin porozitesinin daha düşük, yoğunluklarının ve basınç dayanımlarının da nispeten daha yüksek değerler gösterdiklerini belirtmiştir.

Van ve diğ. (2007), Tuz kristallenmesi deneyleri sırasında, tuz çözeltisi içinde bekleyen örneklerin gözeneklerinde tuz birikimi olmasına karşın, deneyin kurutma aşamasında, gözeneklerdeki suyun buharlaştığı ve geriye kalan tuzların ikincil kristallenmesi sırasında basınçlar geliştiği belirtilmektedir. Yapılan deneyler sonucunda, kılcallık

etkisinin daha fazla olduğu kireçtaşı türünde diğesine oranla tuz bozunmasının daha etkili olduğunu söyleyerek, kayaçtaki kılcal emilmenin ve su hareketinin bozunma etkisinin ortaya konmasında anahtar unsurlar olduğu vurgulamışlardır.

Tomasic ve diğ. (2011), Hırvatistan da bulunan iki ayrı doğal kireçtaşı örneği üzerinde yaptıkları deneylerle kapiler su emme değerlerinde farklılıklar gözlemlemişler. Yaptıkları çalışmada iki malzemenin de yoğunluğunun aynı olmasına rağmen, gözeneklilik ve toplam porozitelerinin çok farklı olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan kayaçların kalitesini tanelerin dağılımı ve gözeneklerin toplam hacminin önemli ölçüde etkilediğini göstermişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmada kapiler su emme yoluyla kayaçların bünyesine giren suların beraberinde taşıdığı tuzlar ile kayaç içerisinde bulunan makro ve mikro ölçekteki gözeneklere yerleştidiğini ve burada çiçeklenme denilen olayın gerçekleştiğini saptamışlardır. Kayaç içerisindeki tanelerin mekansal dağılımının, taneler arası bağlantının, gözenek kesitinin büyüklüğünün, miktarının ve kapiler su emme hızının kayaçların dayanımında ve kalitesinin belirlenmesinde en önemli etken olduğunu da vurgulamışlardır.

Türkdönmez ve Bozcu (2012), çalışmalarında Çan-Etili civarında yaygın yayılımları bulunan Geç Oligosen–Erken Miyosen yaşlı ve Çan volkanizmasının piroklastik ürünlerinden tüflerin jeolojik, petrografik, kimyasal ve fiziko-mekanik özellikleri araştırılarak, bunların kaplama ve yapıtaşı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde ettikleri veriler ışığında bölgedeki riyolitik bileşimli tüflerin petrografik ve kimyasal özellikleri ile fiziko-mekanik özellikleri arasında dolaylı bir ilişkinin varlığını belirlemişlerdir. Özellikle petrografik incelemelerinde taneleri bağlayan matriksin (volkanik cam) içerdiği boşluklar ve ince taneli kaya parçası miktarına bağlı olarak yoğunluklarının ve basınç dayanımlarının daha yüksek değerler gösterdikleri belirtmişlerdir. Kimyasal analizlerde ise özellikle SiO₂ içeriği düşük örneklerin basınç dayanımlarının da düşük olduğu gözlemişlerdir.

Dinçer ve diğ. (2013), çalışmalarında Ahlat bölgesinde Selçuklu döneminden günümüze kadar kullanılan farklı renge sahip ignimbiritlerin kapiler su emme değerleri farklı özellikteki kayalar ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kırmızımsı kahve, koyu kahve, sarımsı gri ve siyah renkli olmak üzere 4 farklı ignimbirit, killi kireçtaşı, bazalt ve dolomitik kireçtaşından oluşan toplam 7 farklı numune kullanılmışlardır. Elde

ettikleri sonuçlara göre, Ahlat ignimbiritleri yapı taşı olarak kullanılan diğer kayaç türlerine göre oldukça yüksek kapiler su emme potansiyeline sahiptir. Bu özelliğinden dolayı özellikle Selçuklu döneminde yapılan mezar taşları üzerinde gözlenen fiziksel bozunmaların en önemli nedeninin Ahlat ignimbiritlerinin sahip olduğu kapilerite olduğu düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen belirleme katsayıları göz önüne alındığında, numunelerin kapiler su emme değerleri ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

İnce (2013), Çalışmasında Konya, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kayseri ve Kırşehir illerinin çevresinde yüzeyleyen ve yapı taşı olarak kullanılan veya muhtemel olarak kullanılacak 22 kayaçta donma-çözülme döngüsünün mühendislik parametreleri üzerine etkisi araştırmış ve bunun sonucunda da tarihi yapılarda rekonstruksiyon yapılırken kullanılacak yapı taşlarının D-Ç sürecinden etkilenmeyen veya en az etkilenenlerin tercih edilmesi kültürel mirasın daha uzun süreyle korunmasına yardımcı olacağını belirtmiştir. Ayrıca Ülkemizde ve dünyada mevcut kültürel mirasın korunabilmesi için yapı taşında D-Ç süreci sonrası bozunmaya neden olan yeraltı ya da yüzey sularının mimari yapılardan uzaklaştırılması gerektiğini vurgulamıştır.

Bozdağ (2013), Yaptığı çalışmada Konya, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kayseri, Kırşehir, Muğla, Mersin ve Karaman çevresinde yüzeyleyen ve yapı taşı, bina iç-dış cephe kaplama taşı, beton agregası, anroşman, yol kaplama ve asfalt malzemesi olarak kullanılan 10 farklı kayaçta tuz (NaCl) kristallenmesinin mühendislik parametreleri üzerine etkisi araştırmış ve yapılan incelemeler sonucunda kayaçların tuz kristalizasyon deneyinden etkilenmelerindeki en önemli nedenlerin başında kayaçlarda var olan mikro çatlaklar, süreksizlikler, porozite ve minerallerde var olan alterasyonlar olduğu saptanmıştır. Ayrıca kayaçlar içerisinde var olan biyotit, kalsit, plajiyoklas gibi minerallerin kristallenme deneyinden daha fazla etkilenerek kayaçlarda bütünlük kayıplarına yol açmakta ve kayaçların dayanım özelliklerini etkilemekte olduğunu belirtmiştir.

BÖLÜM II

MATERYAL METOD

Bu araştırma kapsamında; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Araştırmalara literatür derlemesi ile başlanmış olup, yapılacak çalışmalara, aşağıda başlıklar halinde değinilmiştir. Kayaçların kapilerite özelliğinden dolayı, suyla temas edecek ortamlarda kullanılacak olan yapı taşları için kapiler su emme katsayısının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla, UNE-EN 1925 (1999) ve TS EN 1925 (2000) gibi standartlar kullanılmaktadır. Doğal yapı taşlarında kapilerite özelliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılan TS EN 1925 standardında deney için, kenar uzunluğu veya çapı 70 ± 5 mm ile 50 ± 5 mm olan küp veya çapı boyuna eşit silindirik numunelerin kullanılması önerilmiştir. 2012-2013 yılları arasında İç Anadolu Bölgesi'nden Kayseri, Niğde, Nevşehir ve Aksaray il sınırları içerisinde yer alan ve doğal yapı taşı olarak kullanılan veya muhtemel olarak kullanılacak farklı köken ve dokudaki kaya birimlerinin (Volkanik, volkanosedimanter, magmatik, sedimanter ve metamorfik) yüzeylendiği kesimler üzerinde arazi çalışmaları yapılmıştır. Farklı alanlardan fazla sayıda örneğin değerlendirilmeye alınması ile çalışmanın başarı ölçütünün yüksek olacağı öngörülmüş ve bu kapsamda, Konya, Karaman, Kırşehir, Isparta ve Adana illerinden de farklı numuneler temin edilmiştir. Çalışmanın en önemli hedefleri arasında yer alan birçok doğal yapı taşının yer aldığı ve bunlar üzerindeki farklı su emme özelliklerin jeomekanik özelliklerine etkisinin belirlenmesi hedefi olan bu çalışma bu yönleri ile özgün bir çalışma olup, bu çalışmanın tüm deneysel verilerle birlikte korelasyonu yapıp bulgular kısmında verilmiştir. Ülkemizde kullanılan doğal yapı taşlarının farklı su emme durumlarının birlikte ele alındığı ve değerlendirildiği kapsamlı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle ülkemizde yaygın olarak yapılarda gerek taşıyıcı gerekse de kaplama malzemesi olarak kullanılan kireçtaşı, traverten, granit, bazalt, andezit, tuf, ignimbirit gibi doğal yapı malzemelerinin farklı su emme yöntemlerine göre bu kayaçların bazı jeomekanik özellikleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır. Deneysel çalışmada daha çok boy/çap oranı yaklaşık 2,5 olan NX çapındaki silindirik numuneler kullanılmıştır.

2.1 Büro Çalışmaları

Bu çalışmaya 2012 yılı yaz aylarından itibaren araştırma konusu ile ilgili literatür derlemeleriyle başlanmıştır. Yapılan gözlem ve deneylerden elde edilen bütün veriler, bilgisayar ortamına aktarılarak, incelenen kayaçların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki etkileşimlerin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, deneysel verilerden elde edilen jeomekanik özellikler arasında istatistiksel ilişkilerin olup olmadığı denenmiş, var olan ilişkiler belirlenerek, grafikler halinde sunulmuştur.

2.2 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları ve örnek derlenmesi, 2013 yılı yaz aylarında yoğun saha çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları, doğal yapı taşı olarak kullanılan veya muhtemel olarak kullanılacak farklı kaya birimlerinin (volkanik, volkanosedimanter, magmatik, sedimanter ve metamorfik) yüzeylettiği kesimler üzerinde özellikle eski taş ocakları ile işletilmekte olan taş ocaklarında ve mostranın iyi gözleendiği alanlarda yoğunlaştırılmıştır. Bu çalışmalar sırasında kayaçların kütleli ölçekte ayrışma, süreksizlik özellikleri, yayılımı, rengi ve diğer özellikleri de belirlenmiş olup, bu özelliklere bağlı olarak blok derlemeleri yapılmıştır. Örnekleme sayısının artırılması amacıyla başka bölgelerden de numuneler temin edilmiştir. Bu sayede daha fazla kayaç örneği değerlendirmeye alınmıştır.

2.3 Laboratuvar Çalışmaları

Deneysel çalışmalar, araziden derlenen standartlara uygun örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Doğal yapı taşları üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları, başlıca; petrografik incelemeler, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi şeklinde yürütülmüştür.

Arazi çalışmalarından derlenen örnekler üzerinde çalışmanın amacı doğrultusunda yapılan laboratuvar çalışmaları aşağıdaki şekilde yürütülmüştür:

1- Laboratuvar çalışmalarında kayaçların özellikle jeomekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler yapılmadan önce laboratuvara getirilen bloklar

üzerinde yüzey sertliğini belirlemeye yönelik Schmidt sertlik deneyi yapılmıştır.

2- Farklı alanlarda yüzeylenen kayaçların yanı sıra, aynı alandan farklı dokudaki kesimlerinden de örneklemeler yapılmıştır. Alınan örneklerden öncelikle ince kesit hazırlanmış ve bu kesitler polarizan mikroskobu ile incelenmiş, kayacın dokusal ve mineralojik özellikleri belirlenmiştir.

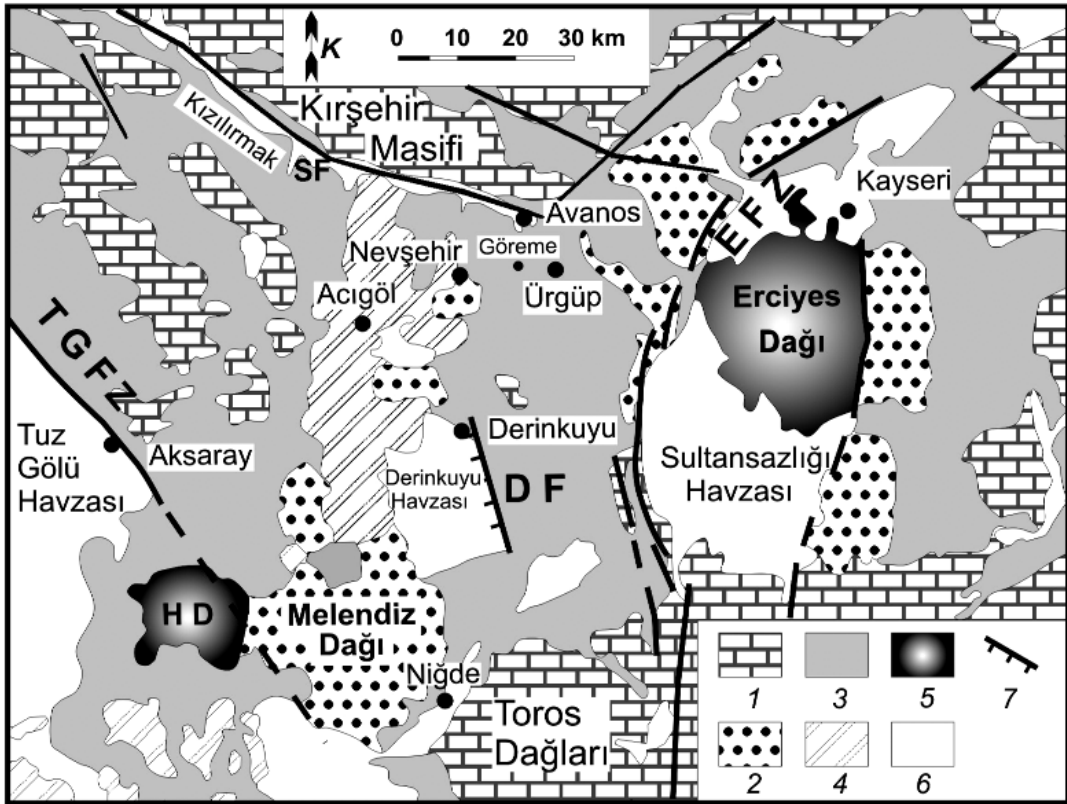
3- Farklı bileşim ve özellikteki kayaçların mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla karot örnekleri hazırlanmıştır. Karot örnekleri, iri blok numunelerinden, laboratuvardaki karot makinesi ile elde edilmiştir. Karotlar üzerinde yapılacak incelemeler için alınan karotların alt ve üst yüzeyleri düzeltilmiştir. Hazırlanan karot örnekler üzerinde; kuru ve doygun birim ağırlık, efektif porozite, donma-çözünme, tek eksenli basınç dayanımı ve P-dalga hızı deneyleri yapılmıştır. Küresel örnekler üzerinde ise suda dağılma (slake-durability) indeksi deneyleri yapılmıştır.

4- İncelenen kayaçların su emme kapasitesinin belirlenmesi kapsamında özellikle atmosfer basıncında ağırlıkça su emme, kaynar suda ağırlıkça su emme deneyleri ile kapiler su emme deneyi yapılarak kayaçların farklı su emme etkileri karşısındaki etkileşimleri, topluca değerlendirilmeye çalışılmıştır.

BÖLÜM III BULGULAR

3.1 İncelenen birimlerin Jeolojik Özellikleri

Bu bölümde çalışmada kullanılan, ülkemizin değişik yörelerinde yüzeyleyen 39 farklı özelliklerdeki kayaçların jeolojik özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada daha çok Kapadokya bölgesinden örnek derlenmiştir (Şekil 3.1). Örnek derlenen birimlerin sunumunda, yaşlıdan gence doğru tanımlanmalarına dikkat edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.1. Kapadokya yöresinin jeoloji haritası, 1. Temel kayaçlar, 2. Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik birimler, 3. Piroklastikler ve güncel karasal birimler, 4. Kuvaterner volkanizması, 5. Büyük Kuvaterner volkanları, 6. Alüvyonlar, 7. Önemli faylar (TGFZ: Tuz Gölü Fay Zonu, EFZ: Ecemiş Fay Zonu, DF: Derinkuyu Fayı, SF: Salanda Fayı) (Temel vd., 1998; Aydan vd., 2007'den alınmıştır).

3.1.1 Değirmentaş formasyonu

DK1 nolu örnek Adana yöresinde Değirmentaş formasyonu adı altında incelenen kaya biriminden alınmıştır. Değirmentaş kireçtaşı kalın tabakalı, siyah ve beyaz renkli, yer yer dolomitize, kristalize kireçtaşlarından oluşmuş ve Emirgazi formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Demirtaşlı, 1967). Arazide domuz sırtı morfolojisi oluşturması ile karakteristik olan bu birim Kambriyen yaşlıdır. Bu kireçtaşı üzerine uyumlu olarak pembemsi ve yeşilimsi renkli, orta ve ince tabakalı, yumrulu görünümlü kireçtaşından oluşan Kerkeztepe formasyonu gelir (Metin, 1983). Bu birim yanal olarak fasiyes değişimleri gösterir ve kuvars taneleri kapsar.

3.1.2 Karaisalı formasyonu

KK1 nolu örnek Adana yöresinde Karaisalı formasyonu adı altında incelenen birimden alınmıştır. Kalfalar köyü batısında yer alan Karaisalı kireçtaşı oldukça sınırlı bir alanda yüzeylenmektedir. Birim tabanda Üst Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu üzerinde açısız diskordanslıdır. Üzerine geçişli olarak Güvenç formasyonu gelmektedir (Pampal, 1984).

Birim bölgede sarımsı-boz renkli, sert, sağlam, keskin köşeli kırıklı ve orta derecede dayanımlıdır. İstifin tabana yakın kesimlerinde çoğunlukla Demirkazık formasyonundan türeme değişik boyutta kırıntı bileşenlidir. Kayaçta tabaka sınırları yer yer ondüleli olup orta-kalın katmanlıdır. Gözenek oranı oldukça düşüktür. Çatlaklar orta-iri boyutlu foraminifer kapsamı oldukça yüksektir. Kalfalar köyü mermer ocağında birim tabanda Demirkazık formasyonu üzerinde breşimsi görünümlü bir düzey ile başlamaktadır. İstifin üst düzeylerine doğru kırıntı bileşenlerin boyu incelmektedir (Pampal, 1984).

3.1.3 Aşıgediği metamorfiti

A1 ve A2 nolu örnekler Kayseri ve Niğde yöresinde Üçbaş Formasyonu adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Göncüoğlu vd. (1992) göre, Orta Anadolu metamorfileri, yaygın olarak yüzeyleyemez ve iki formasyonla simgelenir. Bu iki formasyondan ilkinin temsil eden Aşıgediği metamorfiti (Mza) çalışma alanında en alt ve en yaşlı birimi oluşturmaktadır. Birimin adlanması ilk kez Niğde Yöresinde Aşıgediği

metamorfite olarak adlanmıştır (Göncüoğlu vd., 1994). Fakat Kayseri yöresinin jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda Aşıgediği metamorfiti (Mza) olarak kullanılmıştır.

Formasyon, mermer - kristalize kireçtaşlarından oluşur. Birim gri - koyu gri renkli, orta - kalın katmanlı, yer yer yapraklanmalıdır. Seyrek olarak ince şist ara düzeyleri kapsar. Birim, en altta alacalı renkli metakırıntılarla başladığı, bunların kuvars ve kuvarstik gnaylardan oluştuğu, daha üste doğru sarımsı gri muskovit ve kuvarslı mermerlere geçtiği, bunların da üzerine gri - beyaz renkli kalın katmanlı mermerlerin geldiği ve istifin en üstünde çört ara düzeyli mermerlerin yer aldığı belirtilmektedir. Türkecan vd., (2003) tarafından yapılan çalışmada, formasyonun alt dokanak ilişkisi gözlenememekle birlikte, alt dokanak ilişkisinin tektonik olduğu yapılan çalışmalarda saptanmıştır, ayrıca çalışma alanı içerisinde Tavşancıdağtepe formasyonu, birim üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Aşıgediği metamorfitinin özgün kalınlığı tektonizma nedeniyle saptanamamıştır (Türkecan vd., 2003). Önceki çalışmalar ve tez kapsamında yapılan arazi çalışmaları sonucunda fosil bulgusuna rastlanmadığından birimin yaşı saptanamamıştır. Fakat metamorfiti oluşturan kristalize kireçtaşı - mermerler, bölgesel deneştirmeler yapıldığında Aşıgediği metamorfitinin, Üst Triyas – Jura zaman diliminde platform koşullarında çökelmiş ve sonrasında da metamorfizmaya uğramış olmalıdır.

3.1.4 Hacılabaz formasyonu

H1 nolu örnek Isparta yöresinde Hacılabaz formasyonu adı altında incelenen kaya biriminden alınmıştır. Formasyon kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitten oluşmaktadır. Birim, Sultan Dağları yöresinde Demirkol (1981) tarafından Hacılabaz kireçtaşı, bu bölgede yapılan çalışmada Özgül (1997) tarafından Polat kireçtaşı, Turan (2000) tarafından Hacılabaz kireçtaşı, Şarkikaraağaç yöresinde Öncel (1995) Hacılabaz formasyonu olarak incelenmiştir. Bu çalışmada da Hacılabaz formasyonu adlaması kullanılmıştır.

Birim, altta siyahımsı-gri, boz, sarımsı-gri renkli, bol çatlaklı orta-kalın tabakalı dolomit, dolomitik kireçtaşlarıyla başlamakta üste doğru yer yer merceksi özellik gösteren masif yapılı, dolomit ara seviyeli dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı ile devam etmektedir. Dolomitik seviyeler siyahımsı gri renkli oldukça çatlaklı ve kırıkkan bir

yapı göstermektedir. Kireçtaşı seviyeleri ise oldukça çatlaklı ve çatlaklar 0.5-2 cm arasında değişen kalsit dolgulu, yer yer karstik çözünmeli, ayrışma yüzeyleri sarımsı-kahvemsı gri, boz renkli bir görünüm sunmaktadırlar. Üst seviyelerinde ise gri-boz, sarımsı gri, siyahımsı gri renkli oldukça çatlaklı yer yer karstik erimeli ve laminalı seviyeler görülmektedir.

Turan (1995) bu bölgede yaptığı çalışmada formasyondan aldığı örneklerde; *Clypeina jurassica* Favre, *Cambelliella striata* (Carrozzi), *Valvulina lugeoni* Sepfauntain, *Valvulina* sp., gibi bentik faunaya rastlanmış ve birime Üst Jura yaşı verilmiştir.

3.1.5 Aksazak traverteni

AT1 nolu örnek Karaman yöresinde Aksazak traverteni adı altında incelenen kaya biriminden alınmıştır. Aksazak Travertenleri, Orta Toroslar'da Yukarı Göksu havzası'nda Karaman-Habiller Köyü'nün yaklaşık 7 km kadar güneydoğusunda daha geniş ve eski bir traverten oluşumunun içinde, yenilenmiş bir halde görülmektedir. Kale Tepe'nin güneydoğu yamaçlarından itibaren, Göksu vadisi tabanına kadar nispeten geniş bir alanda görülen bu birimin yaşı Mesozoik'tir (Biricik, 1990). Bu birimden alınan örnekler bej renğinde ve gözenekli bir dokuya sahiptir.

3.1.6 Ağaçören plütönu

AP1 nolu örnek Aksaray-Yaylak Köyü civarındaki Ağaçören plütönu içerisinde açılmış granit ocağından alınmıştır. Aksaray Yaylak isimli yapı taşı Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin batısında (Aksaray'ın kuzeyinde) Geç Kratese (110±14 milyon) yaşlı granitoid bileşimli Ağaçören plütönu ürünüdür (Güleç, 1994; Kadioğlu ve Güleç, 1996; İlbeyli, 2005). El örneklerinde açık-koyu gri renkte gözlenen birimde makroskopik olarak plajiyoklas, kuvars, ortaklas ve biyotitler gözlenmektedir. Kayaç kristalleşme derecesine göre "holokristalin doku" göstermektedir.

3.1.7 Ekecikdağ plütönu

EP1 nolu örnek Aksaray yöresinde Ekecikdağ Plütönu adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Gri, boz, koyu yeşil ve siyah renkler sunan birim birçok

araştırıcı tarafından incelenmiştir. Orta anadoluda mağmatik ve metamorfik kayaaçlardan oluşan topluluk Okay (1954) tarafından ‘Orta Anadolu Masifi’ olarak tanımlamıştır. Orta Anadolu masifini kesen sokulum kayaaçları biruok araştırıcı tarafından uğşitli isimler altında incelenmiştir. Tureli (1991) yaptığı ualışmada granit, monzogranit ve granodiyorit oluşan birimi ‘Ekecikdağ Plütonu’ olarak tanımlamıştır. Bu ualışmada da Ekecikdağ plütonu adı benimsenmiştir. Birim, gri boz renkler sunan, granit, granodiyorit, monzogranit ve bunları yer yer kesen siyah-yeşil renkli diyorit ve diyabazdan oluşmaktadır. Birim iueriesinde bulunan granit geniş alanlar boyunca yayılım gosteremekte olup yer yer kırık ve uatlaklar iuermektedir. Gri renkli, kuuuk-orta taneli granit orneğinde makroskopik olarak biyotit, plajiyoklas, ortoklas ve kuvars kristalleri gozlenebilmektedir. Orta Anadoludaki mağmatik kayaaçların yaş aralığı biruok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Ataman (1972) tarafından yapılan ualışmada Baranadağ plütonundan aldığı kayaaçlarda yaptığı radyometrik tayine gore kayacın 71 milyon yıl yaşında olduğunu belirtmiştir. Gocuouğlu (1986), Orta Anadolunun guneyinde yaptığı ualışmada plütonun yaşının 95 milyon yıl olduğunu soylemiştir. İlbeyli vd. (2004), Boztuğ vd. (2009) Orta Anadoludaki sokulum kayaaçlarında yaptıkları radyometrik yaş tayinlerinde birimin yaşını Geu Kretase-Paleosen olarak belirtmişlerdir. İlbeyli vd. (2009), buna gore birimin yaşını Geu Kretase-Paleosen olarak kabul etmişlerdir.

3.1.8 Hamit plütonu

HP1 nolu ornek Kırşehir yoresinde Hamit Plütonu adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Kaman Rose isimli yapı taşı olarakta adlandırılan bu ornek Orta Anadolu Kristalen Kompleksinin kuzeybatısında (Kırşehir’in kuzeybatısında) yaklaşık 120 km² yayılıma sahip Geu Kretase- Paleosen magmatizma urunu olan Hamit plütonu urunudur (İlbeyli, 2004; İlbeyli vd. 2009). Plüton, nefelin siyenit, psödolosit siyenit, alkali feldspat siyenit ve kuvars siyenitden meydana gelir (İlbey, 2004). Auık-koyu gri - pembe renkte gozlenen bu kayaaçlarda makroskopik olarak orta taneli kuvars, plajiyoklas ve hornblend kristallerinden oluşan tanesel bir fazın iueriesinde, bu faza ait iri ortaklas kristalleri izlenmektedir. Bu kayaaçlardaki ortoklas kristallerinin uapı yer yer 5 cm’ye kadar ulaşabilmektedir.

3.1.9 Başmakçı kireçtaşları

BK1 nolu örnek Niğde yöresinde Başmakçı kireçtaşları adı altında incelenen kaya biriminden alınmıştır. Niğde ilinin yaklaşık 45 km güneyinde yer alan Eminlik köyü çevresinde yüzeyleyen, Ulukışla havzasının kuzeyinde yer alan beyaz, beyazımsı mavi, orta-kalın tabakalı kireçtaşları Başmakçı Kireçtaşları olarak adlandırılmıştır (Blumenthal, 1956). Birim kalınlığı 250 m olup, bol foraminifer, alg ve mercan kavkıları içermektedir (Nazik ve Gökçen, 1989). Birimin yaşı Geç Paleosen-Erken Eosendir (Çevikbaş ve Öztunalı, 1992). Kayaç makro incelemelerinde beyaz renkli ve bol fosilli olarak gözlenmiştir.

3.1.10 Erkilet bazaltı

B1 nolu örnek Kayseri yöresinde Erkilet bazaltı adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Erkilet ve çevresinde yüzeyleyen açık-koyu gri, siyah renkli bazalttan oluşan birim Erkilet bazaltı olarak adlandırılmıştır (MTA, 2002). Birimin yaşı Miyosen'dir (MTA, 2002). Erkilet Bazaltı açık-koyu gri, siyah olup, makroskobik olarak siyah renkli mafik minerallerin arasını gri renkli mineraller doldurmuştur ve gözenekli bir doku sunmaktadır. Bu kayaçın mineralojik bileşiminde plajiyoklas mikrolitleri (% 59), kilinoproksen (% 15), ortoproksen (% 10), olivin (% 10), plajiyoklas (% 5) ve opak mineral (% 1) tespit edilmiştir. Bu kayaçlar kristalleşme derecesine göre "holokristalin doku" gösterirken tane durumuna göre "porfirik doku" gösterirler. Hamur fazı göz önüne alındığında kayaç "holokristalinporfirik ve intersetal doku" ludur. Kayaç içindeki piroksenlerde oksitlenme ve karbonatlaşmaya rastlanmaktadır. Olivinlerde yer yer iddingsitleşme izlenmektedir (MTA, 2002).

3.1.11 Melendizdağ tufü

M1, M2, M3 ve M4 nolu örnekler Niğde yöresinde Melendizdağ tufü adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. İlk kez Beekman (1966) tarafından adlandırılan Melendizdağ Tufü, gri, sarımsı, beyazımsı renkte, plajiyoklas, piroksen, olivin fenokristallerinin içinde yer aldığı volkanik kayaç parçalarını bağlayan koyu kırmızı, kahverenkli volkanik camdan oluşmuştur (Atabey vd., 1990). Birimin alt dokanağı Melendizdağ aglomerası ile üst dokanağı ise Melendizdağ andeziti ile geçişli olup

birimin yaşı Üst Miyosen'dir. Andezitik lav akıntılarının altında yer almaktadır. Birimde limonitleşme ve silisleşme yaygın olarak gözlenmektedir. Manganez ve kükürt çökelleri kapsar. Kükürt oluşumlarının varlığı, volkanik faaliyette solfator safhasına geçildiğine işaret edebilir (Atabey vd., 1990).

3.1.12 Melendizdağ andeziti

M5, M6, M7, M8 ve M9 nolu örnekler Niğde yöresinde Melendizdağ andeziti adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Formasyon genellikle lav akıntıları halinde görülmektedir. İçerisinde yer yer volkanik breş ve aglomera kısımları bulunmaktadır. Aglomera, tuf ve ignimbritlerin üzerinde yer alan andezitik lav akıntıları, andezit bazalt arası bir özellik gösterir. Alt düzeyler andezite, üst düzeyler bazalta daha yakındır. Andezitik kısımlar ojit andezit veya hipersten-ojit andezit niteliktedir. Andezitik lav akıntıları oldukça monoton bir görünüme sahiptirler. Porfirik yapıda plajiyoklaz ve klinopiroksenler, zaman zaman da ortapiroksen, hornblend ve biyotitler makroskopik olarak görülebilen fenokristallerdir (Batum, 1978).

Andezitlerde K/Ar yöntemine göre yapılan yaş tayinleri sonucunda $13,7 \pm 0,3$ ile $6,5 \pm 0,2$ m.y arası değerler elde edilmiştir (Batum,1978). Bu verilerin sonucu olarak, bölgede volkanizmanın başlangıcı olarak Üst Miyosen başlarından Ponsiyen'e kadar olan zaman aralığında hemen hemen andezitik ürünlerin püskürmüş olduğu söylenebilir (Jung vd., 1972, Batum, 1978).

Kayacın kuvars oranı yüksek olup, az oranda mikro çatlak bulunmaktadır. Kayacın yüzeyi alterasyona uğramış olup, kırmızımsı yeşil görünümlüdür. Kuvarslar saçınımlıdır. Melendiz andezitlerinin alt dokanağı Melendizdağ tüfleri ile geçişlidir.

3.1.13 Kavak ignimbiriti

KA1, KA2 ve KA3 nolu örnekler Nevşehir yöresinde Kavak ignimbiriti adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Ürgüp Formasyonuna ait volkano-sedimanter istifin en alt temelini Kavak Üyesi oluşturmaktadır. Kavak Üyesi, kül ve akıntı ürünlerinin volkanik-kırıntılı malzeme ile ara tabakalanmasından oluşmaktadır (Topal ve Doyuran, 1997). Birim ilk defa Pasquare (1968) tarafından Kavak Üyesi olarak

adlandırılmıştır. Schumacher ve diğ., (1990) tarafından Alt ve Üst Göreme İgnimbiritleri olarak ikiye ayrılan birim, Ercan vd., (1990) tarafından Gülşehir Tüfü olarak, Temel (1992) tarafından Kavak Üyesi, Le Pennec vd., (1994) tarafından ise Kavak İgnimbiriti olarak adlandırmıştır. Kavak Üyesi adını, en tipik gözlendiği Kavak köyünden almıştır (Pasquare, 1968). Temel vd., (1998)'e göre, 2600 km²'lik bir yayılım alanına sahip olan bu üyenin kalınlığı 10 ile 150 m arasında değişmektedir. Bölgede piroklastik akıntıların ilk ürünlerini oluşturan Kavak ignimbiriti birbirlerinden konglomeratik, laharik veya flüviyatik oluşumlarla ayrılan kaynaklaşmamış piroklastik akıntılardan oluşmaktadır (Dönmez ve diğ., 2003). Schumacher vd., (1990) tarafından Alt ve Üst Göreme İgnimbiriti olarak ikiye ayrılmıştır. Kavak İgnimbiriti genellikle homojen bir yapıya sahip olup, biyotit ve hornblend mineralleri içeren andezit ve dasit türü yabancı kayaç parçalarıyla, matriksinde önemli ölçüde biyotit içermektedir (Pasquare, 1968). Pomzalar, mineral içermelerinin yanı sıra, köpüksü bir yapı göstermektedirler. Birim Karadağ'da alterasyona uğramış ve yer yer silisleşmiştir (Dönmez ve diğ., 2003).

Birimin alt ve üst sınırı çok iyi gözelenememektedir. Ancak Sultansazlığı batısında Erdemsin Aglomerası'nın üzerine, Kavak civarında Mesozoyik yaşlı ofiyolitik karmaşık üzerine gelmektedir. Alt dokanağı erozyonlu olup, üst dokanığında yer yer daha genç çökel ya da volkanik ürünler yer almaktadır (Dönmez ve diğ., 2003).

Kavak İgnimbirit'nin gerek stratigrafik konumu, gerekse bazı araştırmacılar tarafından yapılan radyometrik yaş tayinlerine dayanılarak Üst Miyosen yaşta aktivite gösteren volkanik etkinlik sırasında oluştuğu bilinmektedir (Dönmez ve diğ., 2003). Bu birime ait tüf akıntılarında, biyotitlerde K/Ar yöntemiyle İnnocenti vd. (1975) tarafından $8,6 \pm 17$ my., Temel (1992) tarafından $11,2 \pm 2,5$ my. Schumacher vd., (1992) tarafından $8,96 \pm 0,2$ my. ortalama yaşları saptanmıştır.

3.1.14 Gördeles ignimbiriti

G1 ve G2 nolu örnekler Kayseri yöresinde Gördeles ignimbiriti adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Beekman (1966)'ya göre gri-mor yer yer renkli, pomza, litik ve vitrik parçalar içeren tek bir piroklastik akıntıda oluşan birim adını Gördeles Köyü'nden almaktadır. Temel (1992) 'ye göre birimin kalınlığı 7 ile 10 m. arasında

değişmektedir. Birimin alt kesimleri daha ince taneli olup matriksi bol miktarda biyotit içermektedir. Üst kesimlere doğru pomzaların tane boyu artmaktadır. Birim yer yer gaz kaçış boruları içermektedir (Dönmez ve diğ., 2003).

Gördeles İgnimbiriti içerisinde gözelenen pomza parçalarının kendine özgü bir iç yapısı olup, pomzaların bu özelliği yardımıyla birimi diğer ignimbiritik seviyelerden ayırmak mümkün olabilmektedir. Pomzaların içerisindeki iri feldispat ve kuvars minerallerinin lifsi, kıymıksı mineraller tarafından bir gözü andıracak şekilde sarılması ve ignimbiritlerin gri mor rengi oldukça tipiktir. Pomzalar bol miktarda feldispat, biyotit, kuvars ve amfibol içermektedir (Dönmez ve diğ., 2003).

Mikroskop incelemelerinde hipokristalin-porfirik doku gösteren kayaç örnekleri, plajioklas, biyotit, klinoproksen, amfibol kuvars, opak mineraller ile pomza ve kayaç parçacıkları içermektedir. Hamur önemli ölçüde volkanik cam kıymıkları ile az miktarda mikrolitlerden oluşmaktadır. İçindeki kayaç parçacıkları, andezit ve bazaltik bileşiminde olup yer yer yuvarlaklaşmıştır. Pomzalarda yapılan mikroskopik incelemeler ise bunların biyotit, piroksen, plajioklas, kuvars ve opak minerallerden oluştuğunu göstermektedir (Temel 1992).

Birim Gördeles Köyü'nün yaklaşık 2-3 km güney-güneydoğusunda ofiyolitik kompleks üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Diğer alanlarda ise üst dokanağı, birimin altında da yer alan kırmızımsı killi kumlu tuf, çakıllı kumlu kil ve kumtaşından oluşan birimle uyumludur (Dönmez ve diğ., 2003).

Birimde İnnocenti vd., (1975) tarafından yapılan yaş tayinlerinde 6.8 ± 1.4 ve 7.8 ± 1.6 my'lik yaşlar elde edilmiştir. Bu radyometrik yaş tayinleri Gördeles İgnimbiriti'nin Üst Miyosen'de oluştuğunu göstermektedir.

3.1.15 Kızılkaya ignimbiriti

Kayseri ve Niğde bölgesinde yer alan K1, K2, K3, K4 ve K5 nolu örnekler yörede Kızılkaya ignimbiriti adı altında incelenen kaya birimlerinden alınmıştır. Kızılkaya ignimbiriti uzaktan bakıldığında yatay konumlu bazalt akıntılarının andırmaları ile karakteristiktirler. Eklemler ve sütünsal çatlaklı bir yapıya sahip olan ignimbiritler kirli

beyaz, sarımsı ve kahverenkli dış görünümlü, taze rengi ise sarımsı beyazdır (Batum, 1978). Birim ilk kez Beekman (1966) tarafından Kızılkaya Köyü'ndeki yayılımı nedeniyle adlandırılmıştır. Oldukça geniş alanlar kapsamaktadır. Yeşilhisar (Kayseri), Ürgüp (Nevşehir), Develi (Kayseri), Aksaray, Niğde arasında her alanda mostralarına rastlanır. Yaklaşık 4800-5000 km² lik bir alan kaplamaktadır (Pasquare, 1968). Kızılkaya İgnimbiriti Temel (1992), Schumacher ve Schumacher (1996)'ya göre tek bir seviyeden ibaret değildir. Alttan üste doğru farklı ignimbirit ve tüflü düzeyler içermektedir.

Dönmez vd., (2003) çalışmalarında Kızılkaya İgnimbiriti'nden farklı seviyelerden alınan kesitlerde birbirinden farklı beş seviye tespit edilmiştir. En altta beyaz sarı tuf ve pomzalardan oluşan birim yer alır. Bunu gri-pembe renkli, kuvars ve feldispatların etrafını saran sarmal şekilli pomzalarla lifsi yapıdaki pomzalı seviyelerin yer aldığı 3-5 m. pliniyen türü oluşuklardan oluşan bir düzey izler. Daha yukarıda, gri, beyaz renkli, bol boşluklu, ignimbiritik seviye yer alır. Bu seviyede gözlenen irili ufaklı boşluklar, birim içerisinde yer alan pomza parçacıklarının ayrışarak dağılıp gitmesiyle oluşmuştur. En üst kesimde genel olarak herkesin hafızasında yer alan kahve, kırmızı renkli sütunsal yapılı, iyi kaynaklaşmış ignimbiritik düzey gözlenir. Fakat Kızılkaya İgnimbiritlerinin arazide genel bulunuş şekli daha sadedir. Altta, kırmızı-kahve renkli akarsu çökellerinin yer aldığı bir istif yer alır. Bunu taban türbülans (base surge) çökelleri izler ve bu çökeller üzerine geçişli olarak gri-pembe renkli ince, orta ve iri taneli pomzaların yer aldığı pliniyen türü döküntülerden oluşan gevşek bir düzey gelir. Bu birim her yerde çizgisel bir geçişle kırmızı, kahve renkli iyi pekişmiş ignimbiritlere geçer (Dönmez vd., 2003).

Kızılkaya İgnimbiriti'nin dokanak ilişkileri yüzeyletiği her yerde gayet açıktır. Kendinden önceki tüm birimleri örterler ve bunu her yerde görmek mümkündür. Yeşilhisar civarında Üst Miyosen volkanitlerini üzerleyen ignimbiritler, Ürgüp Formasyonu'na ait gölsel çökeller üzerine gelir. Kimi yerlerde Gördeles, kimi yerde Cemilköy İgnimbiritleri üzerinde akmaktadır. Birim Kışladağ Kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Soğanlı vadisinde Soğanlı-Nevşehir yolu üzerinde Güzelöz Köyü civarında bu ilişki görülebilir. En önemli dokanak ilişkisi ise Develi yakınlarında (Kayseri) görülür. Develi doğusunda, Tahtalararası Dere'de İncesu İgnimbiritinin altında gözlenmektedir. Bu ilişki Kızılkaya İgnimbiriti'nin en azından

Sultansazlığının doğusuna kadar ulaşabildiğini ya da Sultansazlığının bu esnada henüz açılmamış olabileceğini göstermektedir (Dönmez vd., 2003).

Petrografik incelemede vitroklastik dokuda olduğu tespit edilen ignimbritlerde, volkanik cam parçaları plajiyoklas ve biyotitin volkanik külden oluşmuş bir hamur maddesi içinde yer aldıkları saptanmıştır (Batum, 1978).

Kızılkaya İgnimbiriti'nden yapılan yaş tayinlerinde Innocenti vd. (1975), Karahöyük'de 4.4 ± 0.1 ve Başköy'de 5.4 ± 1.1 ve 5.1 ± 0.3 my., Schumacher vd., (1990), 4.3 my., Batum (1978), ignimbritlerdeki biyotitler üzerinde K/Ar yöntemiyle yaş tayini yapmış ve 4,9-5,5 \pm 0,2 my.'yaşlar bulunmuşlardır. Buna göre birimin yaşı Alt Pliyosendir.

3.1.16 Üçbaş formasyonu

U1 ve U2 nolu örnekler Karaman yöresinde Üçbaş Formasyonu adı altında incelenen birimden alınmıştır. Birim içerisinden alınan örnekler, Karaman İli'nin Taşkale Köyü sınırları içerisinde olup, Taşkale Köyü'nün yaklaşık 6 kilometre batısında bulunmaktadır. İnceleme alanında genellikle beyazımsı renkli kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan birim içinde yer yer merceksel kumtaşı ve silttaşı bulunmaktadır. Birim orta kalın tabakalı olup erime boşlukları içermektedir. Bu kireçtaşları içerisinde bulunan ocak, dekoratif ve iç-dış kaplama malzemesi elde etmek amacıyla işletilmektedir. İncelenen noktada kayaç, beyaz-kirli beyaz renk sunan kireçtaşından oluşmaktadır.

Gölse ortamda oluşan kayaç neomorfizmaya uğramış ve ilksel doku korunamamıştır. İnceleme noktasında birimin kalınlığı ortalama 4 metre civarındadır. Koçyiğit (1978)'de yaptığı çalışmada birim içerisinde *llyocypris gibba* (Ramdohr), *llyocypris brady Sars*, *Candona* sp., *Chara* sp. Ve küçük Gastropod fosillerini tanımlamış ve kayaca Pliyosen yaşını vermiştir. Buna göre birimin yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir (Koçyiğit, 1978).

Şafak (1997), Karaman yöresinde yaptığı çalışmada Geç Miyosen'de genellikle sığ denizden başlayarak lagün ortamına kadar geçebilen ostrakod faunalarına rastlarken, Pliyosen'de ise bu ostrakod faunalarının tamamen göl ortamını karakterize ettiğini belirtmişlerdir.

3.1.17 Valibaba tepe ignimbiriti

Çalışmada kullanılan V1, V2, V3, V4, V5 ve V6 nolu örnekler Valibaba tepe ignimbiritine ait kaya birimlerinden alınmıştır. Bölgede ilginç yüzey şekilleri oluşturan, kalın katmanlı ve masif görümlü volkano-sedimanter istif, İç Anadolu Bölgesi piroklastik kayaları içerisinde en geniş yayılıma sahip ve en fazla kaynaklaşma özelliği gösteren ignimbirittir. Pasquare (1968)' in İncesu ignimbiriti olarak haritaladığı birim, Le Pennec ve diğ., (1994), Temel ve diğ., (1998), Şen ve diğ., (2003) tarafından Valibaba tepe ignimbiriti olarak adlandırmışlardır. Birim Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kayseri illeri arasında geniş bir bölümde yayılım göstermektedir. Valibaba tepe ignimbiritinin kaynak alanı, Pasquare (1968), Le Pennec ve diğ., (1994), Şen (1997), Kürkçüoğlu ve diğ., (1988) ve Schumacher ve diğ., (2004) tarafından Erciyes stratovolkanının doğu kanadında yer alan Koçdağ olabileceği belirtilmiştir. Birim bölgede gri-koyu, gri-siyah-kiremit kırmızısı-hardal sarısı-pembe renk sunmaktadır. Valibaba tepe ignimbiriti, petrografik bileşen bakımından volkan camı kıymıkları (shard), pomza ve pomza parçaları, kristal ve kristal parçaları ile litik bileşenlerden oluşmaktadır (Koralay, 2006). Mineralojik olarak taban, orta ve tavan seviyelerinde plajiyoklaz (oligoklaz, andezin ve nadiren labrador) + piroksen (klinoenstatit) + opak mineraller (manyetit, ilmenit) ve daha az oranda \pm kuvars, \pm biyotit ve \pm amfibol mineralleri görülmektedir. Valibaba tepe ignimbiritlerinden K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinlerinde $2,52 \pm 0,49$ my'lık yaşlar elde edilmiştir (Aydar vd., 2011).

3.2 İncelenen Örneklerin Lokasyon Tanımlamaları

Örnek derlemesi ve arazi çalışmaları esnasında farklı köken ve dokudaki kaya birimlerine göre (mağmatik, volkanik, metamorfik ve sedimanter) toplam 39 blok numunesi ayrılmıştır. Ayrılan örneklere ait kısa tanımlama ve adlamaları aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3.1). Örnek derlemesi ve arazi çalışmaları sırasında aynı litolojideki kaya gruplarının renk ve dokusal özelliklerinin arazide çok sık değiştiği gözlenmiştir. Bu nedenle farklı renk ve dokusal özelliklere sahip örnekler, ayrıntılı olarak tanımlanmış ve temsilci blok örnekleme gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. İncelenen örneklerin lokasyon tanıtımı ve kayaç özellikleri

Sayı	Örnek No	Formasyon	Lokasyon	Kayaç özellikleri	Litoloji tipi
1	K1	Kızılkaya	Kızılören Köyü taş ocağı	Homojen, yer yer iri kaya kırıntılı ve pomza çakıllı, açık pembe renkli	İgnimbirit
2	K2	Kızılkaya	Edikli Köyü taş ocağı	İnce taneli homojen, grimsi pembe renkli sert yapılı	İgnimbirit
3	K3	Kızılkaya	Kayseri-Araplı Köyü	Homojen, yer yer iri kaya kırıntılı ve pomza çakıllı, açık pembe renkli zayıf kayaç	İgnimbirit
4	K4	Kızılkaya	Kayseri-Araplı Köyü	Matriksi kırmızı renkte, ince taneli sert kayaç	İgnimbirit
5	K5	Kızılkaya	Kayseri-Araplı Köyü	Matriksi gri renkli, çok ince taneli olmayan, orta-sert kayaç	İgnimbirit
6	KA1	Kavak	Nevşehir Saray taş ocağı	Matriksi pembe- beyaz renkli eş boyutlu ve beyaz renkli taneli, az oranda koyu renkli taneli	İgnimbirit
7	KA2	Kavak	Nevşehir Saray taş ocağı	Matriksi sarı, beyaz eş taneli, kaya kırıntısı oranı düşük, sert yapılı	İgnimbirit
8	KA3	Kavak	Nevşehir Saray taş ocağı	Hidrotermal alterasyon nedeniyle dekoratif özellikler sunan, iri pomza çakıllı, orta dayanımlı, boşluklu, içerisinde farklı boyutlarda volkanik kayaç parçacıkları içermektedir.	İgnimbirit
9	G1	Gördeles	Kayseri-Doğanlı Köyü	İnce taneli, iri pomza çakıllı, pembemsi gri renkli, sert yapılı	İgnimbirit
10	G2	Gördeles	Kayseri-Doğanlı Köyü	Homojen, yer yer iri kaya kırıntılı ve pomza çakıllı, açık gri renkli	İgnimbirit
11	V1	Valibabatepe	Nevşehir	Matriksi kırmızımsı, orta-ince taneli, dağınık halde beyaz pomza taneleri içeren yumuşak yapılı	İgnimbirit
12	V2	Valibabatepe	Kayseri-Koççağız Köyü	Hardal sarısı renginde çok ince taneli, yumuşak yapılı	İgnimbirit
13	V3	Valibabatepe	Aksaray	Matriksi gri renkte, içerisinde beyaz anklavlar bulunan, orta-sert yapılı	İgnimbirit
14	V4	Valibabatepe	Kayseri	Matriksi gri renkte olan, çok ince taneli, homojen yerleşmiş, yumuşak yapılı	İgnimbirit
15	V5	Valibabatepe	Kayseri-Koççağız Köyü	Matriksi siyah renkte, ince taneli, homojen yerleşmiş, sert yapılı	İgnimbirit

Çizelge 3.1. (Devam) İncelenen örneklerin lokasyon tanıtımı ve kayaç özellikleri

16	V6	Valibabatepe	Nevşehir	Krem renkli, yumuşak yapılı.	İgnimbirit
17	M1	Melendiz	Niğde-Akkaya Barajı'nın Kuzeybatısı	Sarı matriksi olan, homojen olmayan yer yer iri kaya kırıntılı ve pomza çakıllı sarı renkli kayaç	Tüf
18	M2	Melendiz	Niğde-Akkaya Barajı'nın Kuzeydoğusu	Sarı matriksi olan, homojen olmayan, yer yer ince kaya kırıntılı ve pomza çakıllı sarı renkli kayaç	Tüf
19	M3	Melendiz	Niğde-Güllüce Köyü	Sarı renkli olan, ince taneli ve yumuşak yapılı	Tüf
20	M4	Melendiz	Niğde-Güllüce Köyü	Krem renkli, İçerisinde homojen dağılmış beyaz pomza olan, sert yapılı	Tüf
21	M5	Melendiz	Niğde-Altunhisar Balcı Köyü	Gri renkli yer yer boşluklu ve sert yapılı	Andezit
22	M6	Melendiz	Niğde-Altunhisar As Taş Ocağı	Koyu gri renkli, ince taneli ve sert yapılı	Andezit
23	M7	Melendiz	Niğde-Altunhisar As Taş Ocağı	Koyu gri renkli iri ve ince taneli, sert yapılı	Andezit
24	M8	Melendiz	Niğde-Gebere Barajı'nın batısı	Koyu kırmızımsı, iri taneleri olan, sert yapılı	Andezit
25	M9	Melendiz	Niğde-Gebere Barajı'nın doğusu	Kırmızı renkli, homojen tane dizilimine sahip olan, orta-sert yapıda.	Andezit
26	M10	Melendiz	Niğde-Sazlıca	Koyu gri-siyah renkli yer yer gaz boşluklu ve sert yapılı	Bazalt
27	B1	Erkilet Bazaltı	Kayseri-Erkilet	Bej renkte, homojen taneli, sert yapıda	Bazalt
28	EP1	Ekecikdağ Plütону	Aksaray-Ortaköy	Gri, boz renkler sunan, içerisinde makroskopik olarak küçük-orta taneli.	Granit
29	AP1	Ağaçören Plütону	Aksaray-Ağaçören	Krem renkli matriksi olan, İnce taneli, Sert yapılı	Granit
30	HP1	Hamit Plütону	Kırşehir-Kaman (Roza)	Gri matriksi olan, homojen olmayan pembe hornblend içeren sert yapılı	Granit
31	AT1	Aksazak	Karaman-Göksu	Krem renginde, boşluklu ve sert yapıda	Traverten

Çizelge 3.1. (Devam) İncelenen örneklerin lokasyon tanıtımı ve kayaç özellikleri

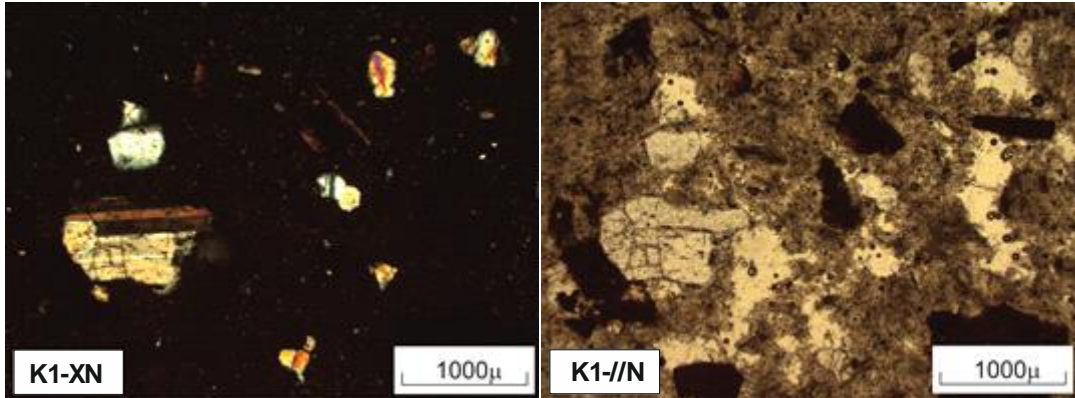
32	U1	Üçbaş	Karaman-Taşkale	Krem renginde, sparit damarlı, sert yapıda	Mermer
33	U2	Üçbaş	Karaman-Taşkale	Krem renkli, sparit damarları, sert yapılı	Mermer
34	A1	Aşıgediği metamorfiti	Kayseri-Koççağız	Siyah renkli, boşluklu ve sert yapılı	Dolomitik Kireçtaşı
35	A2	Aşıgediği metamorfiti	Niğde (Sazlıca Yöresi)	Beyaz renkli olan, bantlı ve sert yapılı	Mermer
36	H1	Hacılabaz	Isparta Şarkikaraağaç yöresi	Siyah renkli, sparit damarlı ve sert yapılı	Dolomitik Kireçtaşı
37	KK1	Karaisalı Kireçtaşı	Adana-Kadirli Kalfalar Köyü	Kırmızımsı-pembemsi renklerde, içerisinde beyaz çakıl taneleri bulunan, çok sert yapılı	Mermer
38	DK1	Değirmentaş Kireçtaşı	Kayseri-Develi	Siyah renkte ara ara beyaz damarlar içeren sert yapılı	Dolomitik Kireçtaşı
39	BK1	Başmakçı Kireçtaşı	Niğde	Beyaz renkte, masif görünümlü, sert yapılı	Mermer

3.3 İncelenen Örneklerin Petrografik Özellikleri

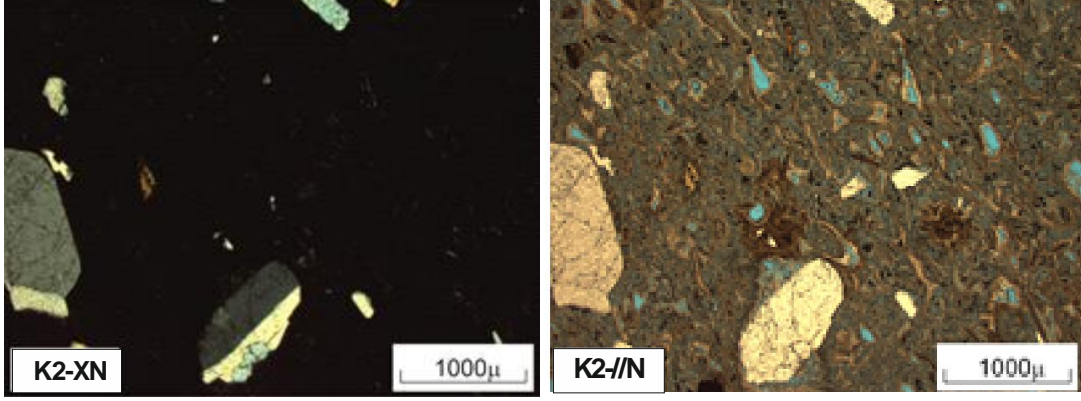
Çalışma kapsamında farklı yörelere ait 39 farklı örneğin ayrı ayrı petrografik tanımlamaları yapıldıktan sonra örneklerin değerlendirilmesinde benzer litolojidekiler birlikte değerlendirilmiştir (Kızılkaya İgnimbiriti, Gördeles İgnimbiriti, Kavak İgnimbiriti, Valibabatepe İgnimbiriti, Melendiz Tüfü, Melendiz Andeziti, Melendiz Volkaniti, Erkilet Bazaltı, Ekecikdağ, Ağaçören ve Hamit Plütönu, Aksazak Traverteni, Üçbaş Formasyonu, Aşıgediği Metamorfiti, Hacılabaz Formasyonu, Karaisalı Formasyonu, Değirmentaş Formasyonu ve Başmakçı Kireçtaşı). Yapılan petrografik incelemelerde aynı litolojideki farklı örnekler arasındaki değişimin; tanelerin dağılımı, fenokristallerin büyüklüğü, minerallerin ve düzensiz boşlukların oranı, litik kayaç parçaları, opak mineral oranı ve örneklerin dokusu gibi özelliklerin olduğu belirlenmiştir.

Kızılkaya ve Gördeles İgnimbiritlerinin mikroskop altındaki genel görüntüsü plajiyoklas, biyotit mineralleri, kayaç ve cam parçaları ile yaygın litik kırıntıların volkanik külden oluşan bir matriks içinde yer alması şeklindedir. Ayrıca örnekler içerisinde yer yer kuvars, amfibol, piroksen minerallerine de rastlanmıştır. İncelemelerde örneklerin vitroklastik dokuda oldukları belirlenmiştir.

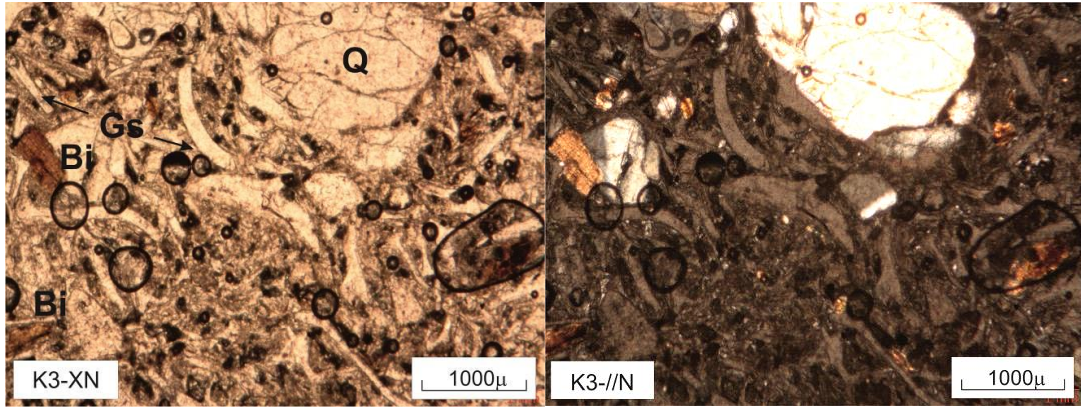
Kızılkaya İgnimbiritinden alınan örnekler farklı derecede kaynaşma özellikleri sunmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda, Kızılkaya İgnimbiritlerinden K1, K2 örneklerinin iyi kaynaşmış, K4, K5 örneklerinin orta derecede kaynaşmış, K3 ve Gördeles İgnimbiritine ait G1, G2 örneklerinin kaynaşmamış ignimbirit özelliklerinde olduğu görülmüştür. Ayrışma etkileri özellikle kayacın tamamında değil, mineral ve litik tanelerin sınırlarında belirgin bir şekilde görülmektedir. Ayrışma etkilerinin en belirgin gözlemlendiği Kızılkaya İgnimbiritlerinden K1 örneği ile Gördeles İgnimbiritlerinden G1 örneğinde mineral ve litik tanelerin sınırlarında gözlenmektedir. Mikroskop altında incelenen örneklerin opak mineral oranı ise düşük olup, yer yer volkanik kayaç parçaları da görülmektedir. Kızılkaya İgnimbiritlerinden K2, K4 ve K5 örneklerindeki cam oranı diğer örneklere oranla daha fazladır (Şekil 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6).



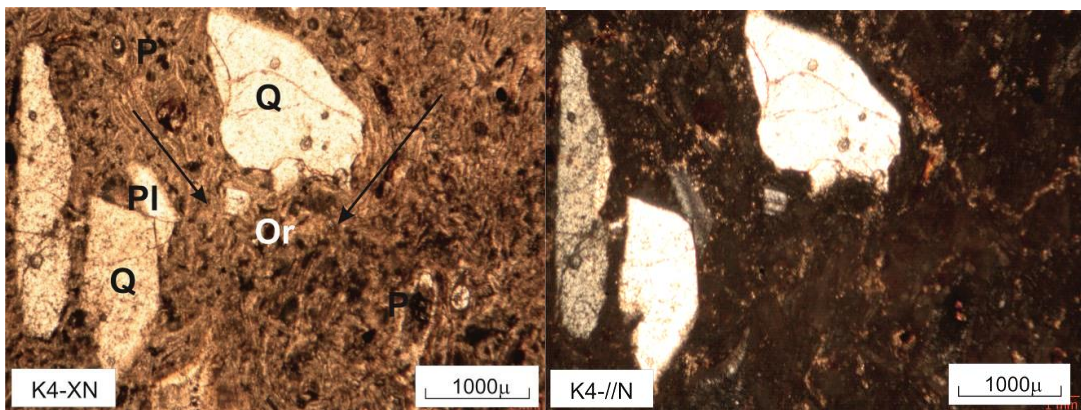
Şekil 3.2. K1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü-büyütme 2,5X (Solak, 2012'den alınmıştır).



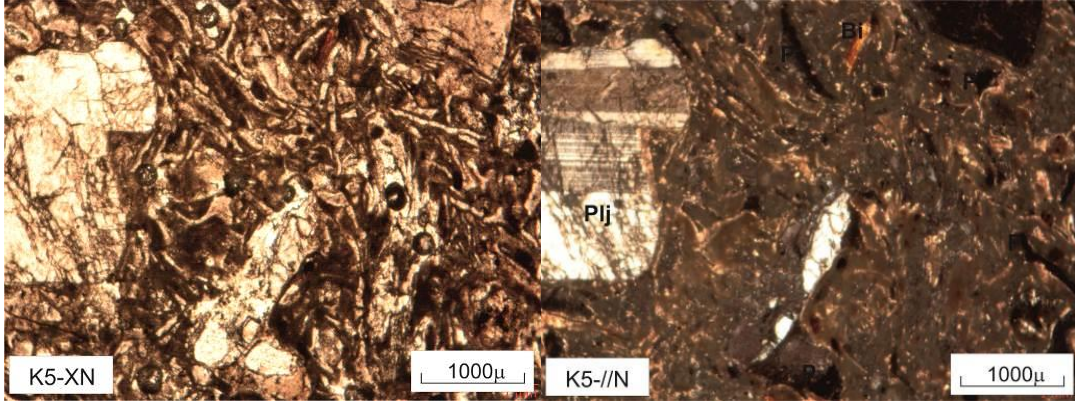
Şekil 3.3. K2 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü-büyütme 2,5X (Solak, 2012'den alınmıştır).



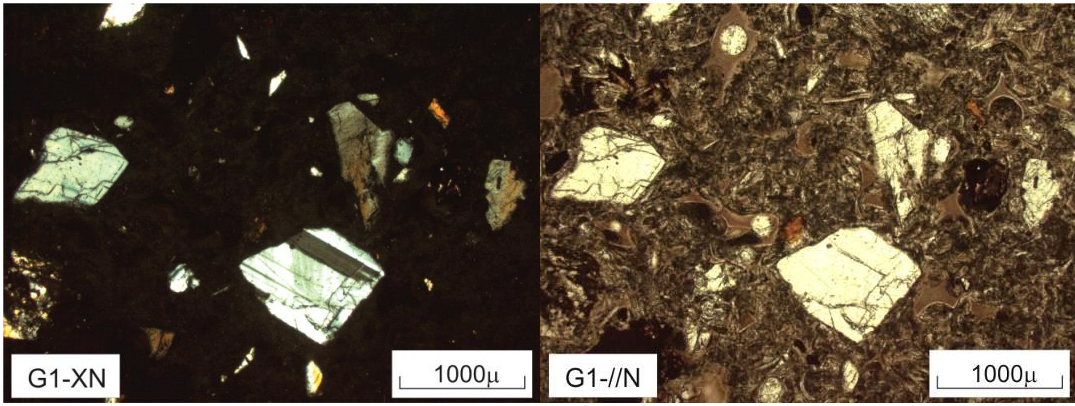
Şekil 3.4. K3 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Gs: Glass shards, Q: Kuvars)



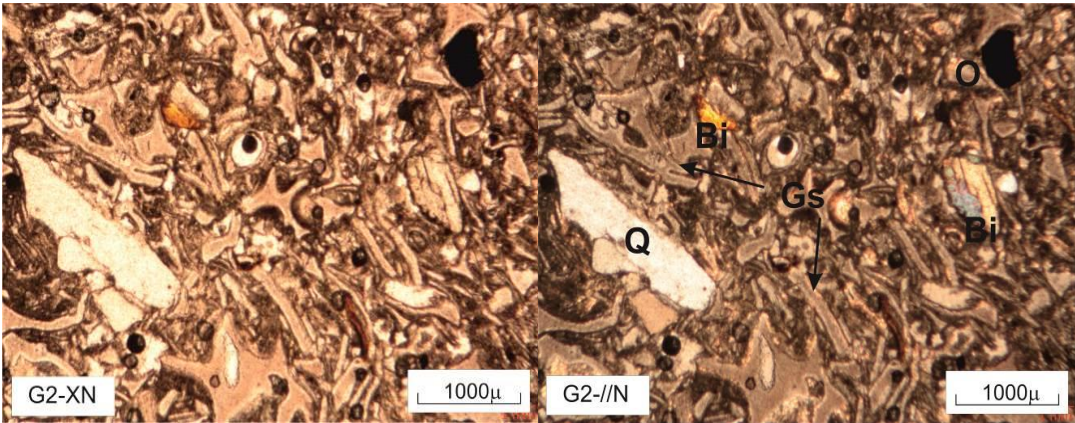
Şekil 3.5. K4 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Or: Yönlenme, Pl: Plajiolklaz, Q: Kuvars)



Şekil 3.6. K5 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Plj: Plajoklaz)



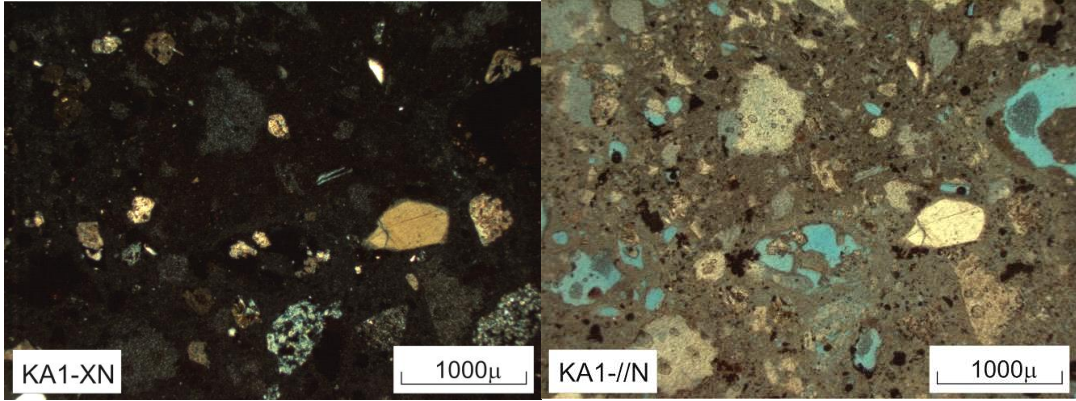
Şekil 3.7. G1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü-büyütme 2,5X (Solak, 2012'den alınmıştır).



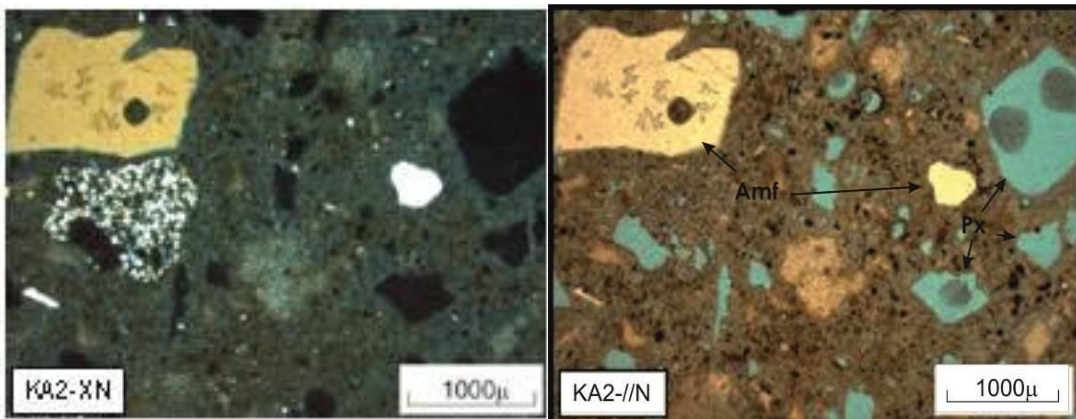
Şekil 3.8. G2 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Gs: Glass shards, O: Opak, Q: Kuvars)

Kavak İgnimbitlerine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre örneklerin tamamının düşük derecede kaynaşmış ignimbirit özelliği sunmakla birlikte bunların, ayrıntılı incelemelerinde fenokristal-matriks, opak mineral ile ince taneli kristal oranları değişken olup, volkanik kayaç parçası ve yer yer yönlennmeler

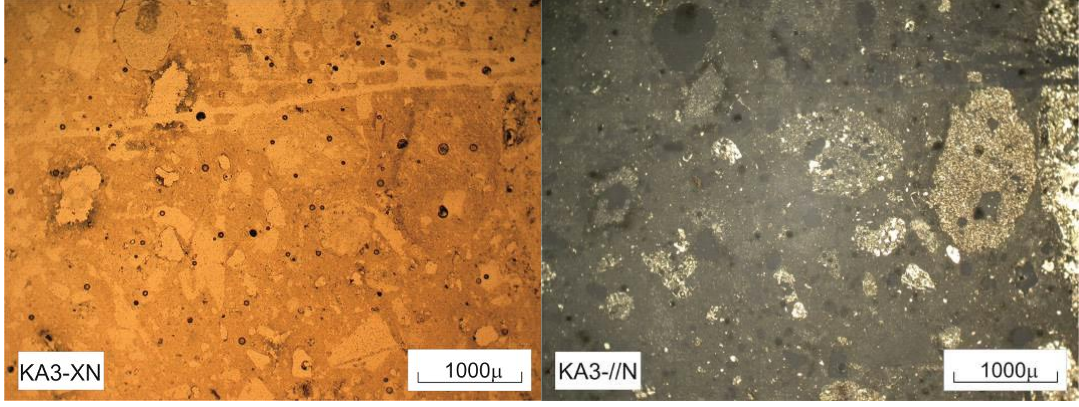
gözlenmiştir. Örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre plajiyoklas, biyotit, amfibol, piroksen minerallerinden oluşmaktadır. Kavak İğnimbiritlerinde ayrışma oldukça etkin olup, örnekleri oluşturan mineral sınırlarında daha belirgin olarak gözlenmiştir. Örneklerde yer yer farklı boyutta volkanik kayaç parçaları gözlenmektedir. Kavak İğnimbiritlerindeki matriks oranı, tane oranından fazladır. Alterasyon sonucunda bazı örneklerde demir oksit boyanmaları görülmüştür (Korkanç, 2007). Özellikle KA1 ve KA3 örneklerinde kil ve demir alterasyonunun etkileri belirgin olarak gözlenmiştir. Örneklerin tamamında cam matriks rekrystalize olmuştur. Özellikle KA2 örneğinde matriksin genel olarak silisleştiği görülmüştür. Kayaçların bünyesindeki bazı kuvars kristalleri kayacın orijinalinde olmasına karşın bazı kristaller hidrotermal alterasyon nedeniyle diğer minerallerin yerini alarak oluşmuştur. Kavak İğnimbiritlerinde gözlenen bu alterasyon özelliklerinin örneklerin dayanım özelliklerinde etkin rol oynadığı düşünülmektedir. Kavak İğnimbiritlerinde yer yer opak mineraller gözlenmekte olup, örneklerde hipokristalin porfirik doku hakimdir (Şekil 3.9, 3.11).



Şekil 3.9. KA1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü-büyütme 2,5X (Solak, 2012'den alınmıştır).

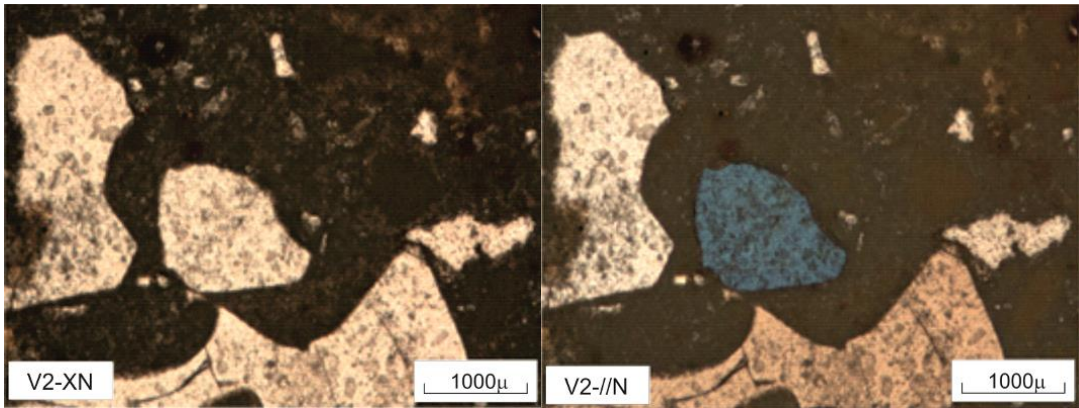


Şekil 3.10. KA2 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü-büyütme 2,5X (Solak, 2012'den alınmıştır) (Amf: Amfibol, Px: Piroksen)

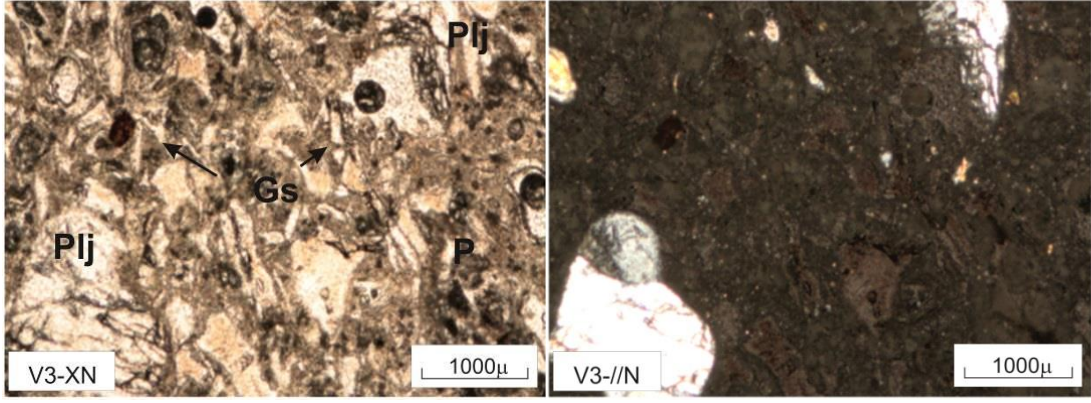


Şekil 3.11. KA3 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü-büyütme 2,5X (Korkaç, 2007'den alınmıştır.)

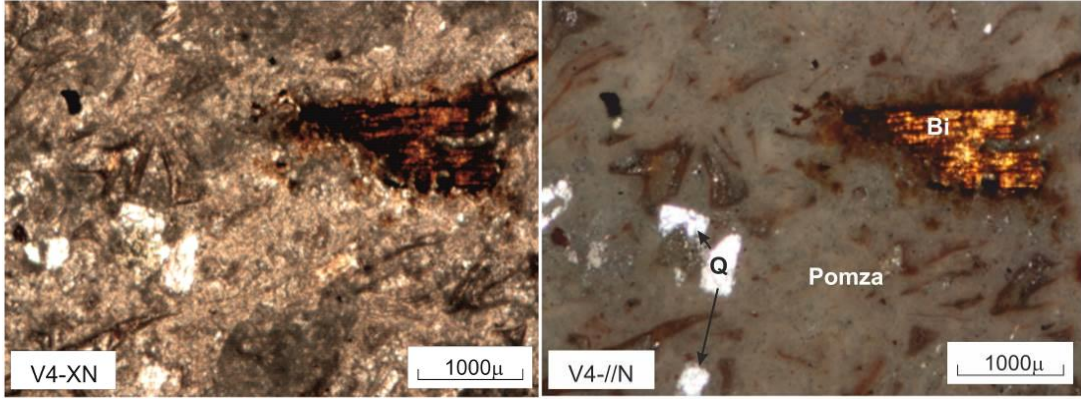
Valibaba Tepe İgnimbiritine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç plajyoklas, amfibol, klinopiroksen, kuvars, opak mineraller, dasidik pümsiten oluşan kayaç parçaları ile volkanik camdan oluşmuştur. Valibaba Tepe İgnimbiri örneklerinin bünyesinde biyotit mineralinin nadir bulunması bu ignimbiritin en karakteristik özelliğidir. Örneklerde varolan biyotit minerallerinin sınırında hidrotermal alterasyon sonucunda oksitlenme olduğu gözlenmiştir. Ayrışma kayaçta etkin olup, bunun sonucunda da bazı örneklerde kil ve demir alterasyonu etkileri belirgin olarak gözlenmiştir. Kayaç içerisindeki tanelerin düzensiz yerleşiminin, bazı örneklerin bünyesinde boşluklu bir yapının oluşmasına neden olabileceği öngörülmüştür. Kayacın bünyesindeki bu düzensiz boşluklar poroziteyi etkiler nitelikte olduğu düşünülmektedir. Valibaba Tepe İgnimbiritlerine ait örnekler vitroklastik ve porfirik dokudan oluşmuştur (Şekil 3.12, 3.13, 3.14, 3.15)



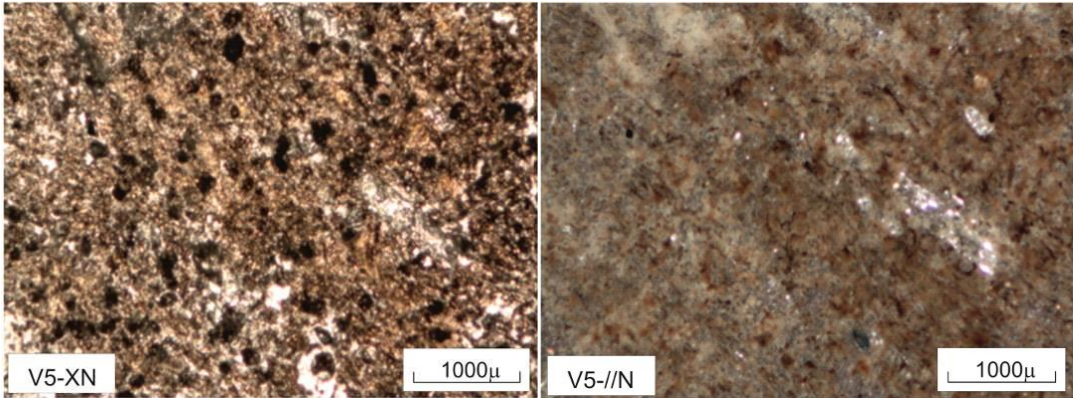
Şekil 3.12. V2 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X)



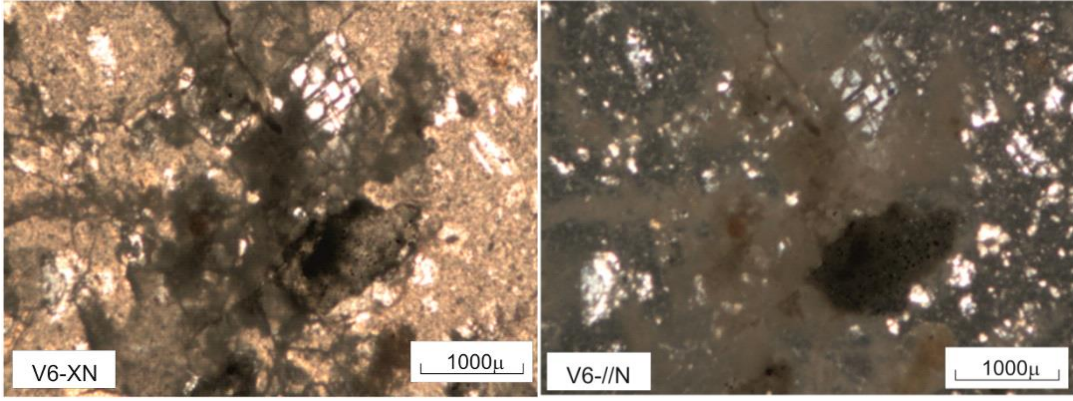
Şekil 3.13. V3 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Gs: Glass Shards, Plj: Plajiolklaz, P: Porozite)



Şekil 3.14. V4 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Q: Kuvars)

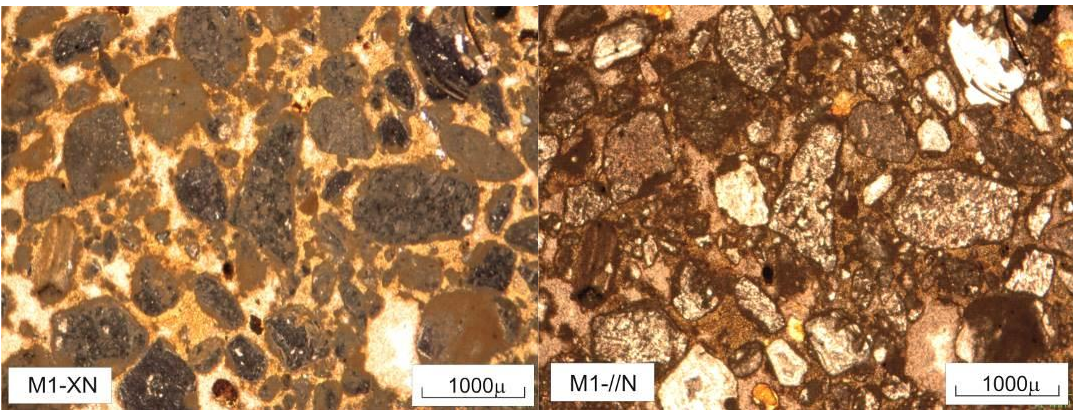


Şekil 3.15. V5 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)

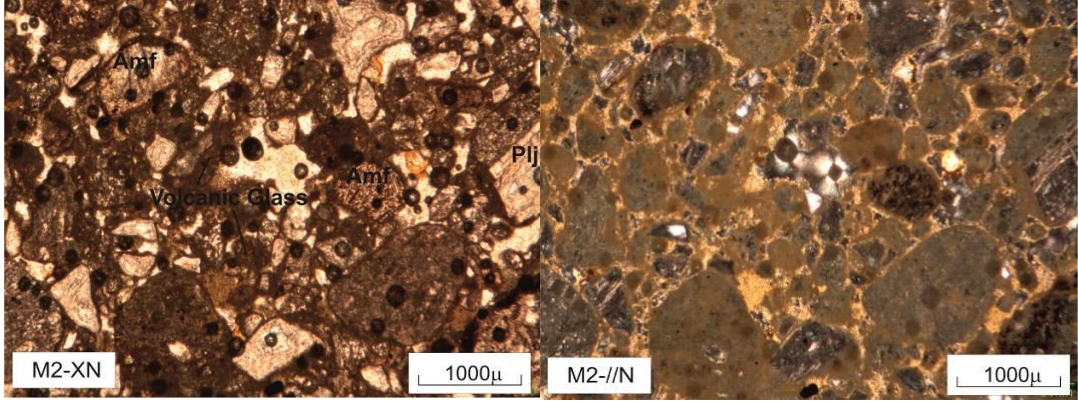


Şekil 3.16. V6 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X)

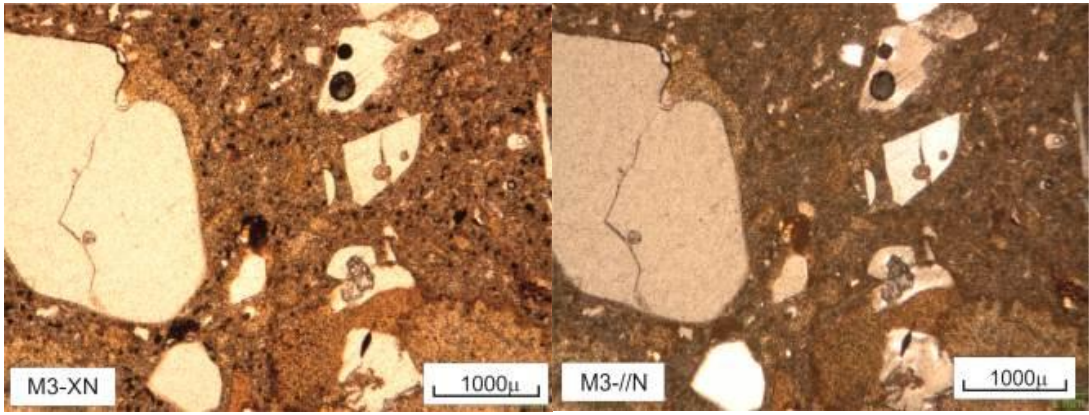
Melendiz Tüflerine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç genel olarak gri, sarımsı beyaz ve beyaz renklerde plajyoklas, piroksen, biyotit, opak mineraller ve litik tanelerin yer aldığı bazik volkanik kayaç parçalarını bağlayan koyu kırmızı, kahverenkli volkanik camdan oluştuğu görülmüştür (Solak, 2012). Melendiz Tüflerine ait örneklerin bünyelerindeki litik kayaç parçaları diğer örneklere göre nispeten daha fazladır. Bu litik kayaç parçaları farklı renk, boyut ve şekillerde olduğu saptanmıştır. Örneklerin bünyesinde varolan bu düzensiz boşluklar kayacın su emme koşullarını tetikleyen dolayısıyla jeomekanik özelliklerin değişimini etkileyen en önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Ayrıca örnekler üzerinde hidrotermal alterasyondan dolayı renk değişimine rastlanmıştır. Melendiz Tüflerine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre örneklerin tane oranı ile matriks oranı arasındaki fark makro boyutta bile görülebilecek düzeyde diğer örneklere oranla daha azdır. M3 ve M4 örneklerinde mineralin ve litik tanelerin sınırlarında ayrışma etkileri belirgin bir şekilde görülmektedir. Melendiz Tüflerine ait örnekler hipokristalin porfirik doku sunmaktadır (Şekil 3.17, 3.18, 3.19, 3.20).



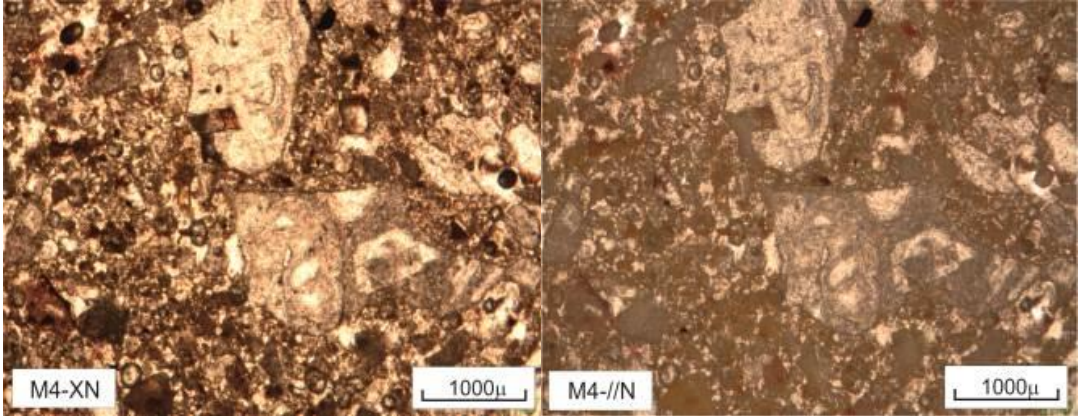
Şekil 3.17. M1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X)



Şekil 3.18. M2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)



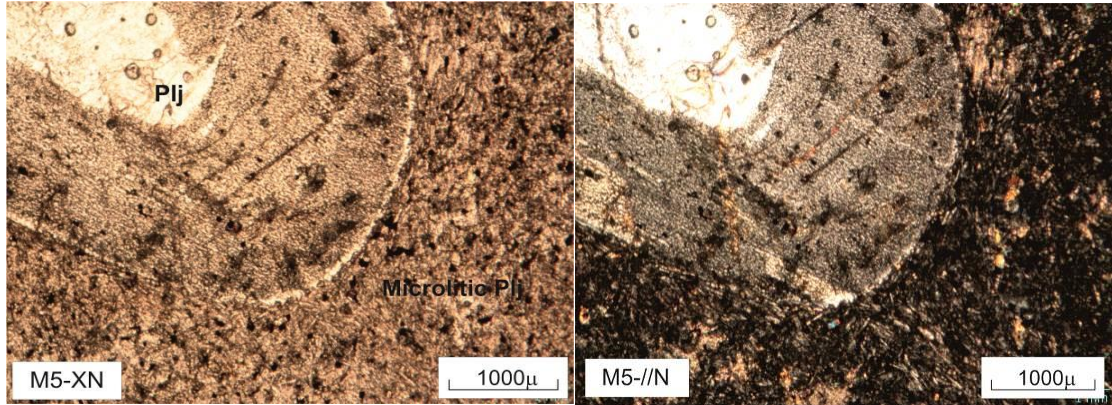
Şekil 3.19. M3 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)



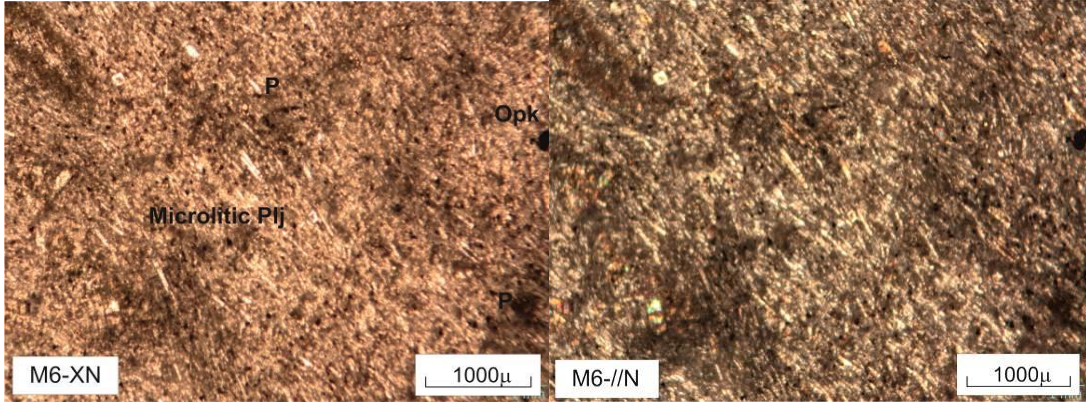
Şekil 3.20. M4 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)

Melendiz Andezitlerine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç içerisinde yarı öz şekilli ve öz şekilli, mikro kristal boyutlu ve mikrolit şekilli plajioklaslar bol miktarda bulunmakta olup, bunlara ortopiroksen (enstatit) ve tek yönde dilinim gösteren klinopiroksenler (ojit) eşlik etmektedir. Kayaçtaki mineralleri birarada

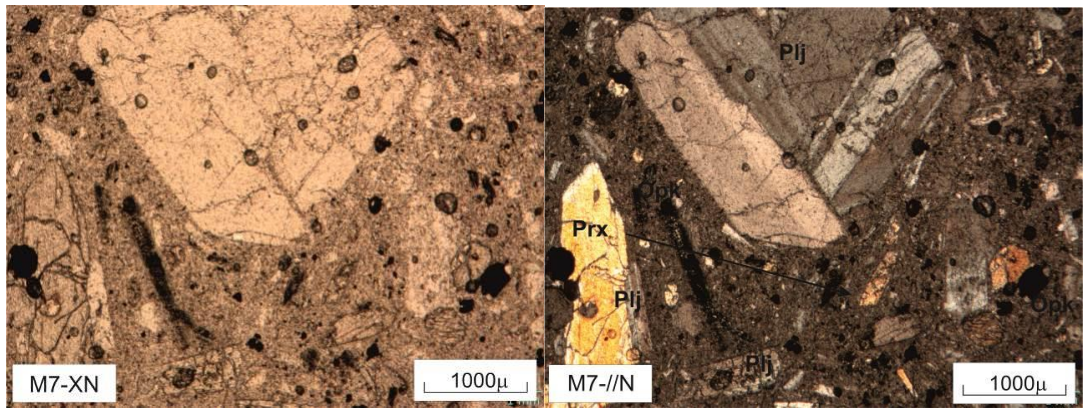
tutan matrikste de bu minerallerin mikro kristalleri yanında ise koyu renkli volkanik cam bulunur. Opak mineral olarak piroksen ve amfibollere de rastlanılmıştır. Ancak M6 örneğinde kayaç kısmen mikro plajiyoklas mikrolitlerinden kısmen volkan camından (açık kahverengi) oluşan bir hamur içinde bulunmakla, bazaltik andezit görünümü sunmaktadır. Plajiyoklaslarda zonlanmalar mevcuttur. Plajiyoklasların yüzeyinde ve diğer minerallerin sınırlarında bozunma etkileri görülmüştür. Bunun nedeni de andezitleri oluşturan magmanın dengesiz bir şekilde kristallendiğini göstermektedir. Ayrıca kayacı oluşturan minerallerde zonlanma elek ve kemirilme yapıları mevcuttur. Melendiz Andezitlerine ait örneklerin bileşimi genel olarak birbirinden farklıdır. Örneklerin gerek yapı itibariyle gerekse de maruz kaldıkları ani sıcaklık ve basınç değişimi nedeniyle ayrışma koşulları birbirinden farklıdır. Genel olarak örnekte yapılan incelemeler sonucunda kayacın yoğun bir şekilde alterasyona uğradığı görülmüştür. Özellikle M8 ve M9 örneklerinde kayacın atmosferik etkilerle ayrışmaya uğramasıyla kayaçtaki feldispat yoğunluğundan killeşmeye doğru gittiği düşünülmüştür. Örnekler içerisindeki fenokristallerin büyüklüğü ve boşluk oranı kayacın jeomekanik özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden birisi olduğu düşünülmektedir. Örnekler genel olarak porfirik dokuda olmakla beraber, hiyalo-mikrolitik, glomeroporfirik, zonlu ve elek dokusu da sunmaktadırlar (Şekil 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25).



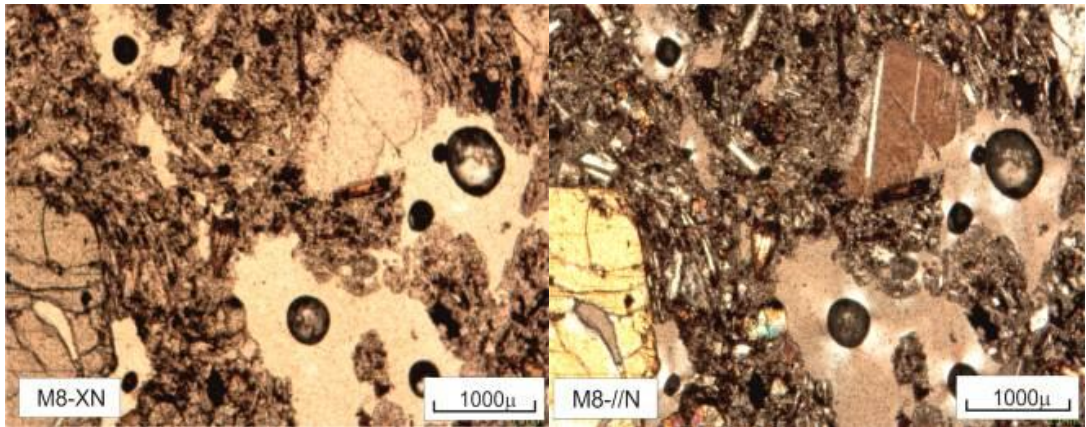
Şekil 3.21. M5 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)



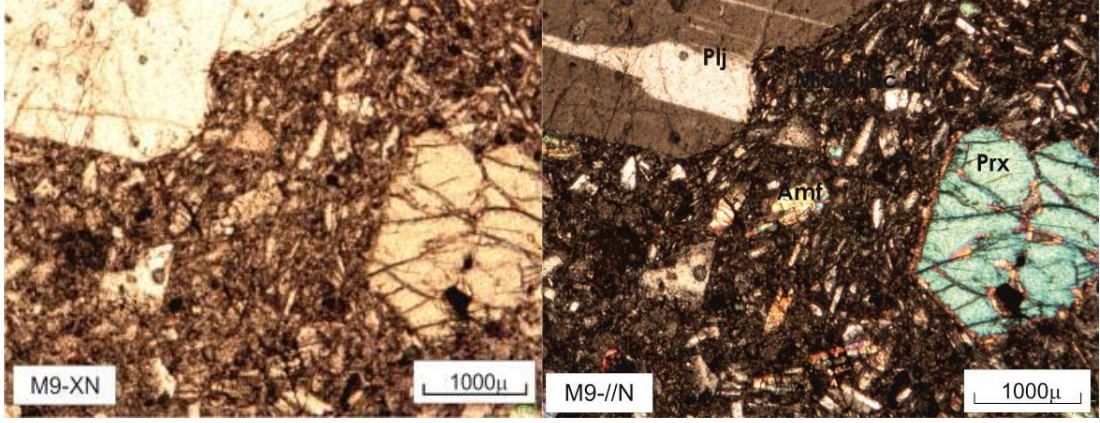
Şekil 3.22. M6 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)



Şekil 3.23. M7 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Plj: Plajiklaz, Prx: Piroksen)

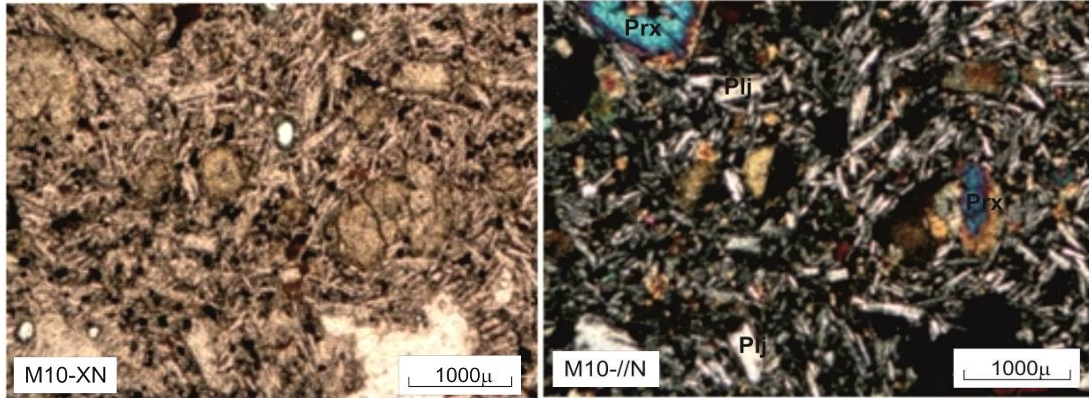


Şekil 3.24. M8 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)

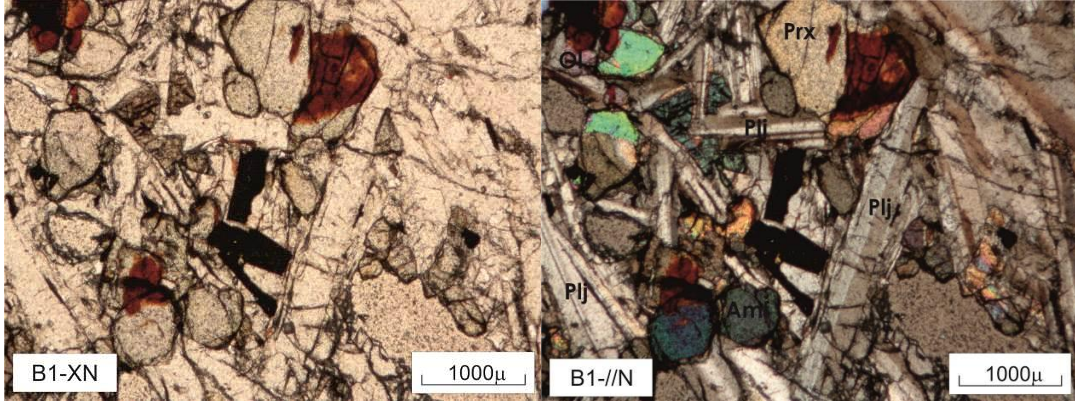


Şekil 3.25. M9 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Amf: Amfibol, Plj: Plajiolklaz, Prx: Piroksen)

Melendiz ve Erkilet Bazaltlarının mikroskop altındaki genel görüntüsünde M10 örneğinde mikrolit şekilli çok sayıda plajiolklas mineralleri ve daha az miktarda ojit mikrolitlerinin birbirini keser-engeller biçimde dağıldığı ve bunları ortopiroksen (enstatit), olivin ve opak minerallerin arasını volkan camının kaplaması şeklindedir. M10 örneğinde olivinler bol kırık ve çatlaklı olmakla birlikte plajiolklaslarda serizitleşme gözlenmiştir. B1 örneğinde de kayaca aynı mineraller eşlik etmekle beraber yaygın olarak olivin ve plajiolklas daha az oranda ise piroksen kristalleri bulunmaktadır. Kayaçta tipik iki yönde dilinime sahip yarı öz şekilli plajiolklas fenokristallerinin yüzeylerinde ve diğer minerallerin sınırlarında ayrışma etkileri gözlenmiştir. Kayaç genel olarak glomeroporfirik doku sunmaktadır (Şekil 3.30).

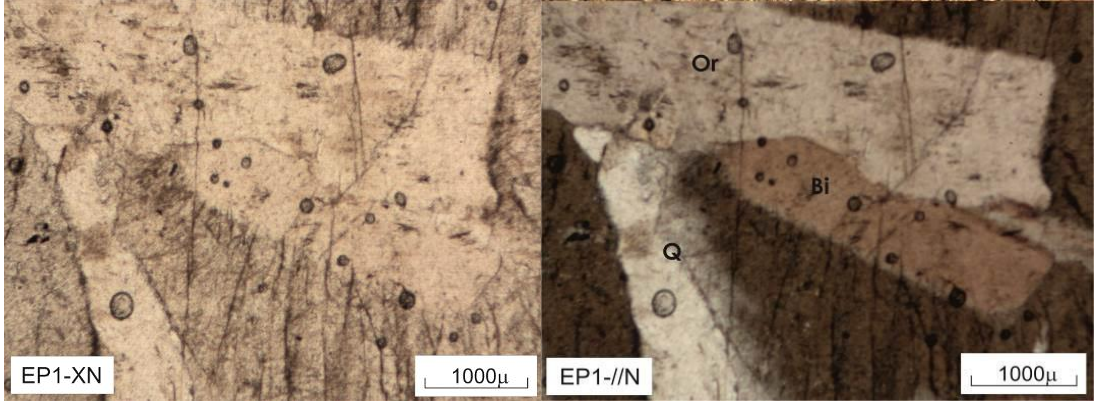


Şekil 3.26. M10 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Plj: Plajiolklaz, Prx: Piroksen)

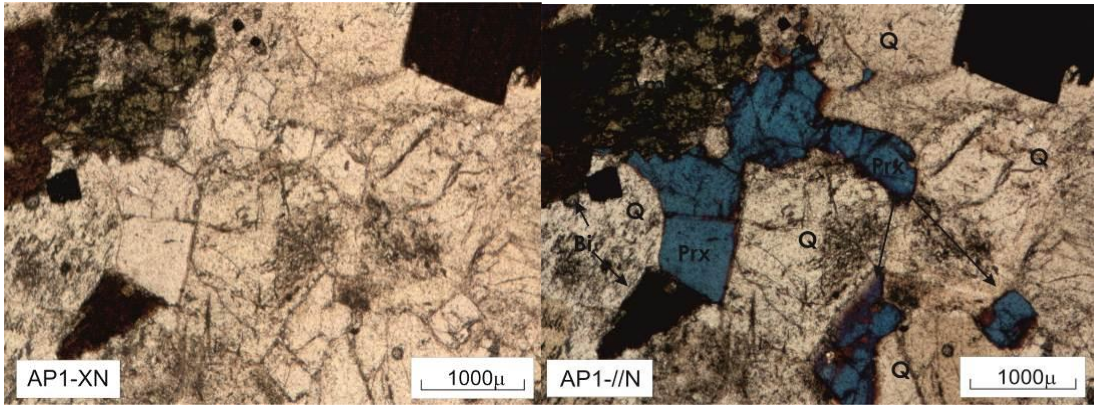


Şekil 3.27. B1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Amf: Amfibol, Prx: Piroksen, Plj: Plajioklas, Q: Kuvars)

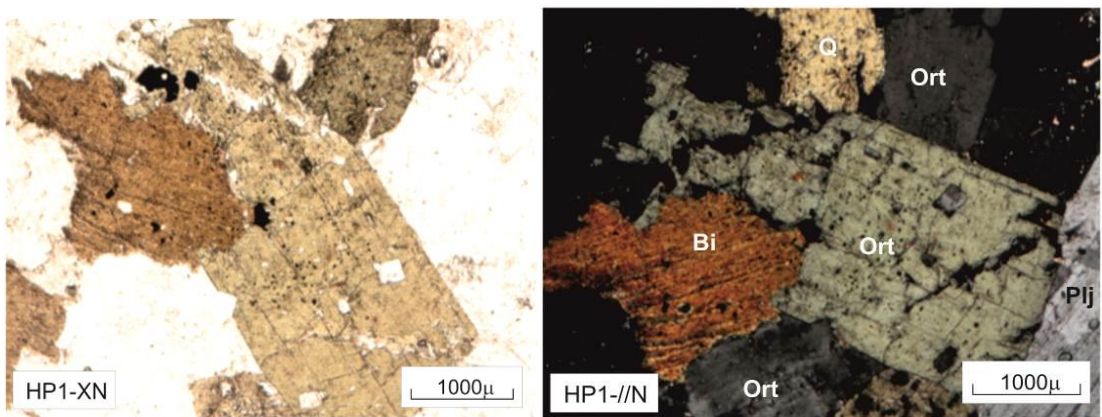
Granit örnekleri üzerinde yapılan mikroskobik incelemelerine göre EP1 örneğinde kayalık içerisinde plajioklas, kuvars, ortoklas, biyotit, az oranda amfibol, serisit ve opak mineraller bulunmaktadır. Yarı öz şekilli plajioklaslarda genellikle zonlu ve albit ikizi gözlenirken, ortoklaslar ise özşekilsiz olup yer yer pertitik dokulu ve kalspat ikizi sunmaktadır. Kayalık içerisindeki biyotitlerde oksitleşme ve kloritleşme, plajioklas ve taneseli ortoklaslarda serisitlenme, amfibollerde ise epidotlaşma gözlenmiştir. Kayalık kristallenme derecesine holokristalin dokulu tane durumuna göre hipidyomorf taneseli dokudur (Şekil 3.28). AP1 örneğinin mineralojik bileşimde kuvars, plajioklas, ortoklas, biyotit, amfibol ve opak mineraller tespit edilmiştir. Kayalık içerisindeki biyotitler genelde kloritleşmiştir. Bazı ortoklaslarda serisitlenmeye rastlanırken bazıları pertitik yapıları ile karakteristiktir. Kayalık kristallenme derecesine göre holokristalin doku gösterirken tane durumuna göre hipidyomorf taneseli doku göstermektedir (Şekil 3.29). HP1 örneği üzerinde yapılan mikroskobik incelemelere göre, kayacın mineralojik bileşiminde; ortoklas, plajioklas, kuvars, amfibol, az oranda biyotit ve opak mineraller bulunmaktadır. Yarı özşekilli olan plajioklaslarda genellikle zonlu ve albit ikizi gözlenirken, ortoklaslar ise özşekilsiz olup yer yer kalspat ikizi sunmaktadırlar. Kayalık içerisindeki biyotitlerde oksitleşme, plajioklaslarda serisitlenme gözlenmektedir. Kayalık kristallenme derecesine göre holokristalin dokulu, tane durumuna göre hipidyomorf dokudur (Şekil 3.30).



Şekil 3.28. EP1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Ort: Ortoklaz, Q: Kuvars)



Şekil 3.29. AP1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Prx: Piroksen, Q: Kuvars)

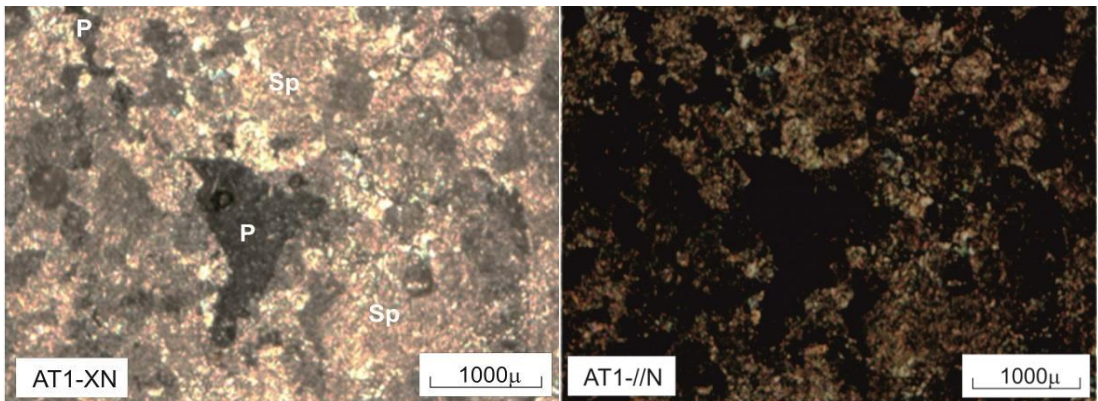


Şekil 3.30. HP1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Bi: Biyotit, Ort: Ortoklaz, Plj: Plajiolaz, Q: Kuvars)

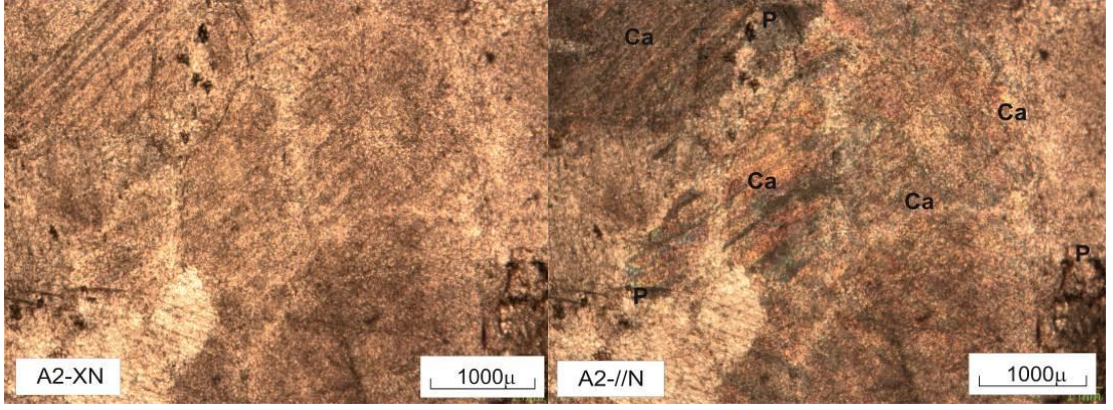
Karbonatlı kayaç örnekleri üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre AT1 örneğinde kayacın iri taneli mikritik özellikler sunduğu, boşlukların iri taneli ikincil

kalsitler ile kısmen dolgulu olduğu gözlenmiştir. Kayaçta bulunan boşluklarda sadece iri taneli kalsit oluşumları ikincil kökenli olup, çeşitli kayaç parçaları ve farklı mineraller gözlenmemiştir. Ayrıca kayaçtaki boşluk oranı diğer karbonatlı kayaçlara oranla yüksek değerler sunmaktadır (Şekil 3.31). A2 ve H1 örnekleri mineralojik olarak benzer özellikler sunmakla birlikte kayaçların neredeyse tamamının kalsit mineralinden oluştuğu gözlenmiştir. Örneklerdeki kalsit minerali çok iri otomorf kristaller halinde görülmektedir. Ancak A1 ve H1 örneklerinin kalsit minerallerinde deformasyon etkisiyle bükümlü ve kırıklı görünümleri belirgindir. Ayrıca örnekler üzerinde deformasyon etkisiyle oluşmuş polisentetik ikizlenmeler ve baklava dilinim izleri bulunmaktadır. Ayrıca örnekler üzerinde küçük ksenomorf taneler halinde kuvars ve opak mineraller, tali mineral olarak bulunmaktadır. Örneklerdeki kırıklar boyunca da demiroksit oluşumları mevcuttur (Şekil 3.32, 3.33).

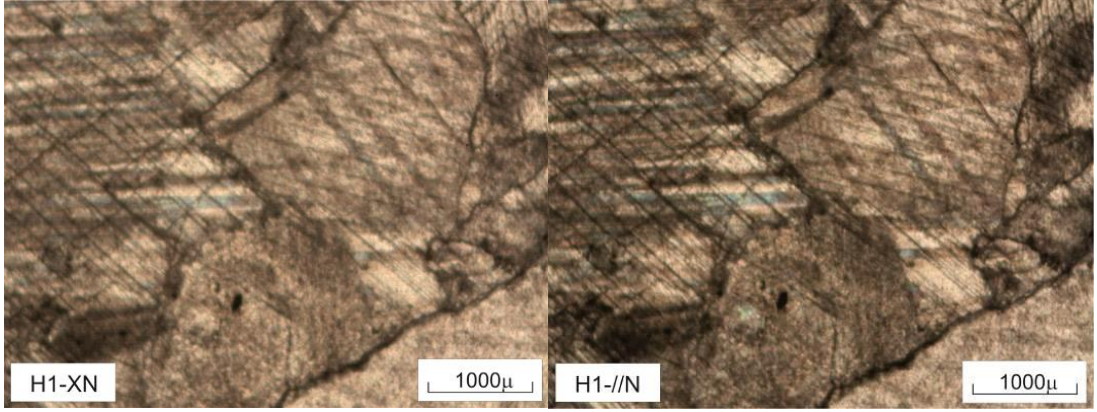
KK1 örneğinde ise belirgin ikizlenmeli iri kalsit kristallerinin etrafı kataklastik tanelerle çevrili olduğu gözlenmiştir. Kayaçta tektonizma etkileri nedeniyle meydana gelen defarmasyon minerallerin sınırlarında ve yüzeylerinde net bir şekilde görülmektedir. Ayrıca kalsit mineralleri bükümlü bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.34). DK1 örneğinde ise kayaçtaki kalsit mineralleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Örneğin içerisindeki kırıklar siyah opak madde ile dolguludur. Kayaca siyah rengi vereninde bu siyah maddeler olduğu düşünülmektedir. Aşırı kırıklar ile kaya yer yer kataklastik görüntülüdür (Şekil 3.35).



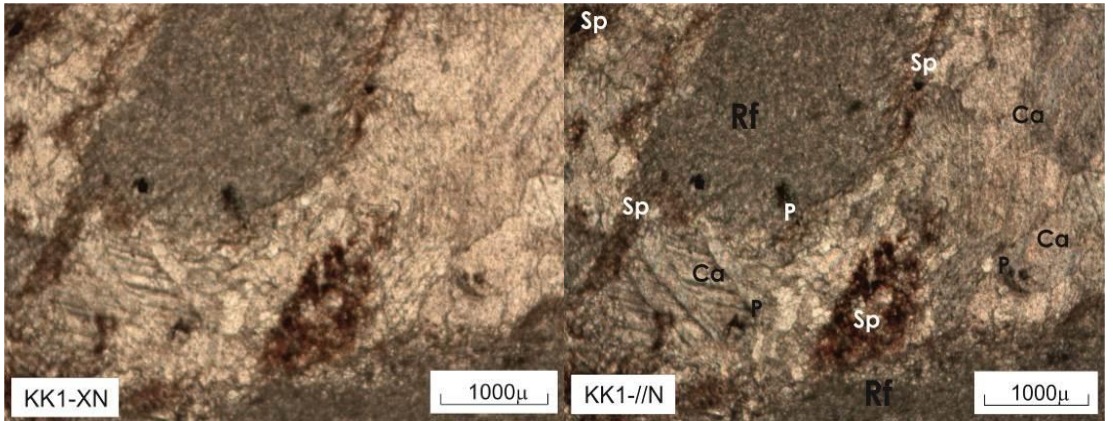
Şekil 3.31. AT1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (P: Porozite, Sp: Sparit dolgusu)



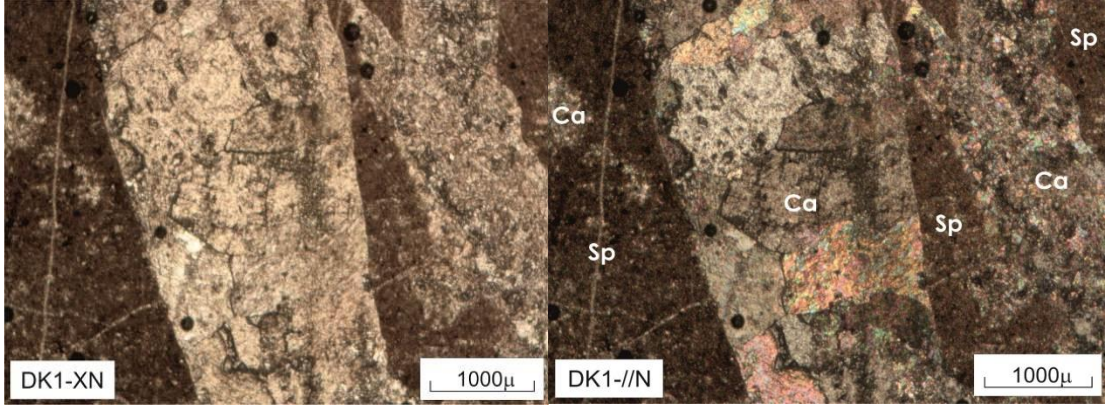
Şekil 3.32. A2 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Ca: Kalsit kristali, P: Porozite)



Şekil 3.33. H1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X)



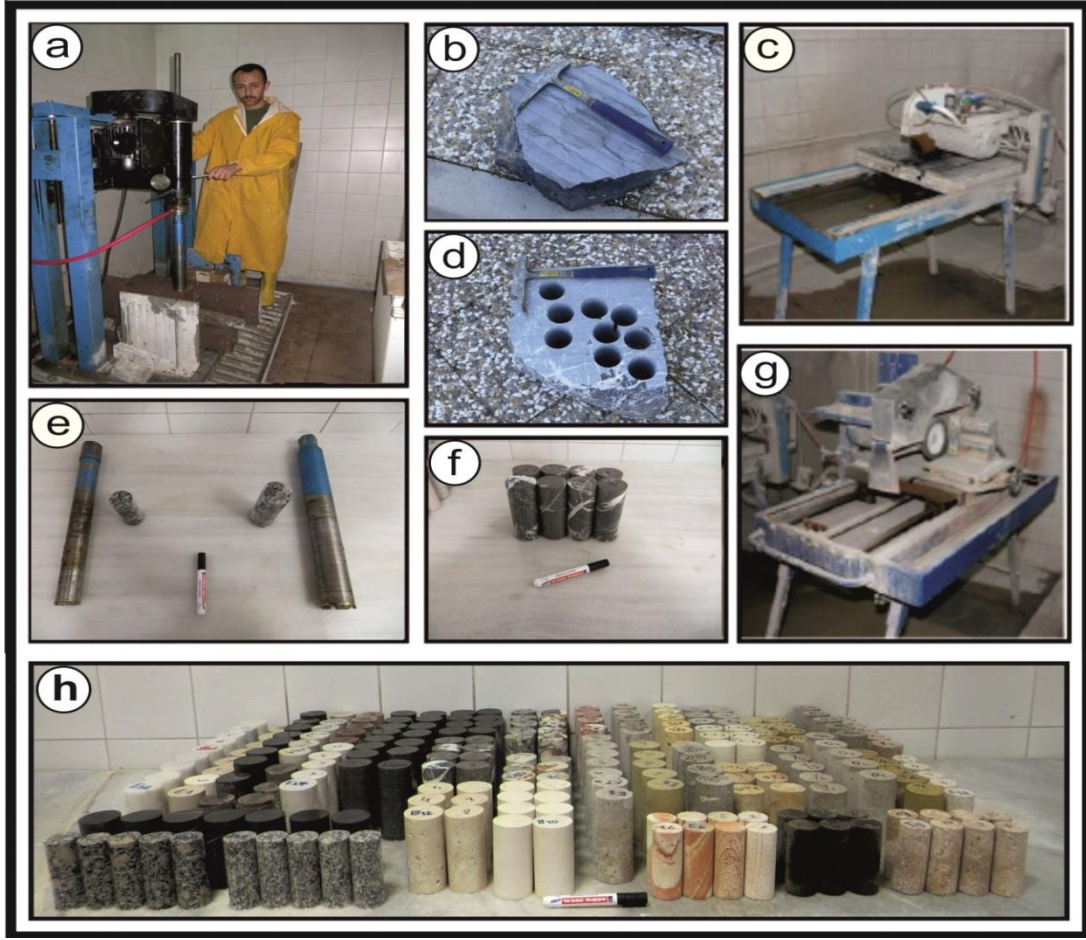
Şekil 3.34. KK1 nolu örneğin mikroskopik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Ca: Kalsit, Rf: Kayaç kırıntısı, P: Porozite, Sp: Sparit dolgusu)



Şekil 3.35. DK1 nolu örneğin mikroskobik görüntüsü (büyütme 2,5X) (Ca: Kalsit kristali, Sp: Sparit dolgusu)

3.4 İncelenen Örneklerin Jeomekanik Özellikleri

İncelenen kayaçların jeomekanik özelliklerinin belirlenmesi aşamasında, blok örneklere ait Schmidt sertlik tayini ve taze örneklere ait; kuru ve doymun birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme, kaynar suda su emme, efektif porozite, P-dalga hızı, donma-çözünme, kılcal su emme, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi ile tek eksenli basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. ISRM (2007) tarafından önerilen yöntemler esas alınarak yapılan deneyler için araziden blok örnekler derlenmiş, daha sonra bunlardan laboratuvarında karot ve parça örnekler hazırlanmıştır (Şekil 3.36). İncelenen kayaçların jeomekanik özelliklerine yönelik değerlendirmeler, başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.36. a) Karot alma işleminden bir görünüm, b) araziden alınan blok örnek, c) karot kesme makinesi genel görünümü d) karot alındıktan sonraki blok örneğin görünümü, e) değişik çaptaki karotiyer ve karot örneklerinden bir görünüm, f) alt ve üst yüzeyleri düzeltilmiş karot örneği, g) karot düzleme makinesinin genel görünümü, h) deneye hazır hale getirilmiş karotların genel görünümü

3.4.1 Kuru birim ağırlık

Farklı yörelerden derlenen kayaç örneklerinin kuru birim ağırlık deneyleri, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınarak, beş karot numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Kuru birim ağırlık değeri kayaların bileşim ve dokusu ile yakından ilgilidir. Farklı yörelerden derlenen numunelerin yanı sıra aynı yöreden ve aynı formasyonda olan farklı özellikteki numunelerin birim ağırlıklarında gözlenen değişim, kayanın kimyasal bileşimine, boşluk yapısına ve boşluk miktarına bağlıdır. Pratikte birim hacim ağırlıkları

yüksek olan kayalar genellikle düşük poroziteli, düşük su emmeli ve yüksek özgül ağırlık değerlerine sahiptir (Erguvanlı, 1975).

Genel olarak yapı taşı olarak kullanılacak kayaçların kuru birim ağırlıklarının yüksek olması istenmektedir. Yapı taşı olarak yaygın kullanıma sahip olan piroklastiklerin bileşimleri itibariyle birim ağırlıkları düşük olmakla birlikte magmatik ve karbonatlı kayaç numunelerinin ise bileşimleri itibariyle birim ağırlıkları yüksektir.

Çizelge 3.2. İncelenen örneklere ait kuru birim ağırlık değerleri

Kuru birim ağırlık, γ_d (kN/m³)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	5	24,02	24,19	0,08	24,12
K2	5	16,53	16,80	0,10	16,71
K3	5	14,87	15,31	0,19	15,07
K4	5	20,34	20,80	0,18	20,61
K5	5	14,61	15,58	0,43	15,09
KA1	5	14,94	16,50	0,65	15,78
KA2	5	16,30	18,04	0,66	16,92
KA3	5	15,44	16,49	0,92	16,16
G1	5	15,54	15,82	0,11	15,71
G2	5	15,14	16,02	0,035	15,52
V1	5	14,06	14,45	0,17	14,23
V2	5	16,23	16,72	0,25	16,61
V3	5	14,27	16,05	0,69	16,16
V4	5	15,10	15,83	0,29	15,40
V5	5	13,70	19,46	2,26	15,52
V6	5	15,12	15,50	0,18	15,31
M1	5	17,34	17,83	0,20	17,68
M2	5	16,27	17,87	0,69	17,45
M3	5	14,38	14,77	0,16	14,59
M4	5	15,15	17,19	0,75	16,32
M5	5	25,63	26,86	0,53	26,57

Çizelge 3.2. (Devam) İncelenen örneklere ait kuru birim ağırlık değerleri

M6	5	25,99	26,92	0,38	26,64
M7	5	25,43	26,42	0,47	26,00
M8	5	18,86	19,60	0,26	19,25
M9	5	23,30	24,25	0,37	23,77
M10	5	23,18	23,88	0,34	23,61
B1	5	24,85	25,69	0,31	25,38
EP1	5	25,02	26,29	0,62	25,42
AP1	5	25,26	25,92	0,27	25,62
HP1	5	26,13	26,50	0,15	26,39
AT1	5	24,46	25,33	0,34	24,77
U1	5	26,16	26,47	0,14	26,33
U2	5	25,72	26,28	0,20	26,02
A1	5	25,51	26,32	0,34	25,96
A2	5	26,22	26,42	0,08	26,32
H1	5	27,04	26,83	0,12	26,90
KK1	5	26,22	26,68	0,18	26,55
DK1	5	25,68	26,46	0,34	25,96
BK1	5	25,97	26,61	0,28	26,33

Çizelge 3.2’ de görüldüğü gibi, araştırılan örneklerden piroklastiklere ait elde edilen ortalama, en yüksek kuru birim ağırlık değeri 24,12 kN/m³ olup, Kızılkaya İgnimbiritine ait kaynaşmış K1 örneğine aittir. En düşük değer ise 14,23 kN/m³ olup, Valibaba Tepe İgnimbiritine ait çok boşluklu ve kaya kırıntısı oranı az olan V1 örneğine aittir. Mağmatik kökenli örneklere ait elde edilen ortalama, en yüksek kuru birim ağırlık değeri 26,57 kN/m³ olup, Melendiz Andezitlerine ait M5 örneğine aittir. En düşük değer ise 19,25 kN/m³ olup, Melendiz Andezitlerine ait boşluk oranı fazla olan M5 örneğine aittir. Karbonatlı kayaç numunelerine ait elde edilen ortalama, en yüksek kuru birim ağırlık değeri 26,90 kN/m³ olup, Hacılabaz Kireçtaşına ait H1 örneğine aittir. En düşük değer ise 24,77 kN/m³ olup, Aksazak Travertenine ait çok boşluklu AT1 örneğine aittir. NBG (1985)’e göre yapılan değerlendirmeler sonucunda, bölgeden elde edilen farklı renk, bileşim ve dokudaki ignimbirit ve tüfler, birim ağırlık değerlerine göre, “çok düşük birim ağırlıklı kaya” sınıfında yer almaktadır. Mağmatik ve karbonatlı kayaçlar ise “orta derecede birim ağırlıklı kaya” sınıfında yer almaktadır.

3.4.2 Doygun birim ağırlık

Yapı malzemesi araştırmalarında kayacın doygun birim ağırlığının bilinmesi son derece önemlidir. Suyu doygun konumda bulunan kayaların, birim ağırlığında gözlenen değişim kayada bulunan etkili gözenekleri sayesinde. Birim ağırlık değerini önemli ölçüde denetleyen unsurlar bulunmaktadır. Bunların en önemlisini, kayacın kimyasal bileşimi ve boşluk yapısı oluşturmaktadır. Özellikle kayadaki boşlukların birbiri ile ilişkili olması ve gözeneklerde bulunan suyun, doygun ağırlığı değiştirdiği bilinmektedir (McNally, 1998).

Doygun birim ağırlık deneyleri, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınarak, beş karot numunesi üzerinde gerçekteştirilmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.12’de sunulmuştur.

İgnimbirit ve tüflerden elde edilen doygun birim ağırlık değerleri, ortalama 17,14 ile 24,73 kN/m³ arasında olup, K1 nolu örneken en yüksek değer, V1 nolu örnekten ise en düşük değer elde edilmiştir. Mağmatik kökenli örneklere ait elde edilen ortalama, en yüksek doygun birim ağırlık değeri 26,69 kN/m³ olup, Melendiz Andezitlerine ait M6 örneğine aittir. En düşük değer ise 19,46 kN/m³ olup, Melendiz Andezitlerine ait M8 örneğine aittir. Karbonatlı kayaç numunelerine ait elde edilen ortalama, en yüksek doygun birim ağırlık değeri 25,01 kN/m³ olup, Hacıalabaz Kireçtaşına ait H1 örneğine aittir. En düşük değer ise 26,92 kN/m³ olup, Aksazak Travertenine ait çok boşluklu AT1 örneğine aittir. Örneklerden elde edilen sonuçlara göre, kuru birim ağırlık değeri yüksek olan örneklerin doygun birim ağırlık değerleri de yüksek değerdedir.

Çizelge 3.3. İncelenen örneklere ait doygun birim ağırlık değerleri

Doygun birim ağırlık, γ_s (kN/m³)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	5	24,66	24,78	0,06	24,73
K2	5	18,69	18,86	0,07	18,81
K3	5	17,1	17,57	0,19	17,34
K4	5	20,56	21,03	0,19	20,89
K5	5	17,71	18,64	0,45	18,16
KA1	5	17,61	18,83	0,48	18,27

Çizelge 3.3. (Devam) İncelenen örneklere ait doygun birim ağırlık değerleri

KA2	5	18,4	19,68	0,47	18,9
KA3	5	17,83	19,39	0,8	18,46
G1	5	17,98	18,16	0,08	18,07
G2	5	19,08	19,84	0,29	19,58
V1	5	16,96	17,33	0,15	17,14
V2	5	17,72	18,28	0,22	18,03
V3	5	16,57	18,05	0,64	17,34
V4	5	17,69	18,17	0,21	17,87
V5	5	16,37	21,2	2,02	17,63
V6	5	17,84	18,22	0,15	18,04
M1	5	18,68	19,09	0,19	18,96
M2	5	18,56	19,38	0,35	19,15
M3	5	16,99	17,26	0,11	17,19
M4	5	17,88	19,46	0,59	18,87
M5	5	25,7	26,92	0,53	26,63
M6	5	26,05	26,98	0,37	26,69
M7	5	25,58	26,57	0,48	26,15
M8	5	19,04	19,32	0,28	19,46
M9	5	24,15	24,92	0,3	24,54
M10	5	23,62	24,29	0,31	24,02
B1	5	25,05	25,86	0,3	25,56
EP1	5	25,02	26,61	0,64	25,81
AP1	5	25,32	25,94	0,26	25,67
HP1	5	26,19	26,55	0,15	26,43
AT1	5	24,69	25,51	0,32	25,01
U1	5	26,17	26,48	0,14	26,34
U2	5	25,75	26,31	0,2	26,06
A1	5	25,63	26,39	0,32	26,05
A2	5	26,28	26,43	0,08	26,34
H1	5	26,81	27,06	0,12	26,92
KK1	5	26,24	26,7	0,19	26,57
DK1	5	25,7	26,47	0,34	26,11
BK1	5	26,05	26,62	0,27	26,36

Doğgun birim ağırlık değeri, kayanın birim ağırlık değerlerinden biri olup, kayanın bünyesinde bulunan suyun etkisiyle kuru birim ağırlık değerinden fazladır. Dolayısıyla sınıflama açısından düşünüldüğünde, farklı özelliklerdeki incelenen örneklerin birim ağırlık değerleri açısından NBS (1985)'e göre piroklastikler “çok düşük birim ağırlıklı kaya” sınıfında yer aldıkları, mağmatik ve karbonatlı kayaların ise “orta derecede birim ağırlıklı kaya” sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

3.4.3 Su emme

Bilindiği gibi su emme, kayanın bağlantılı boşlukları sayesinde daha etkin bir rol oynamaktadır. Kayanın su emme değeri, don sonucu etkilerinin belirlenmesinde etkin bir değerlendirme ölçütü olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca yapı taşı olarak kullanılan kayaların nemlenme ile bozulmasını sağlamakta ve kayanın dayanımını düşürmesi nedeniyle, yapı malzemesi olarak kullanılması düşünülen taşların su emme oranlarının belirli değerlerde olması gerekmektedir (Korkanç, 2007).

Kayalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda su emme değeri, ağırlıkça ve hacimce olmak üzere iki şekilde belirlenmektedir. Bu çalışmada efektif porozite suya doyurma yöntemi ile belirlendiği için hacimce su emme değerine eşit olup, ayrıca hacimce su emme değerlerine tekrar değinilmemiştir. Bilindiği gibi, su emen kayaların hacimlerinin az veya çok artmaktadır. Ayrıca su emme değeri, kaya içerisinde bulunan boşlukların durumunun bilinmesinde ve bu boşlukların birbiri ile olan ilişkilerini belirlenmesinde oldukça önemlidir. Kayalarda su emme değerinin değişiminin belirlenmesi ile, dona ve termik genleşmeye karşı dolaylı bilgi edinilmesini sağlamaktadır (Postacıoğlu, 1987; McNally, 1998).

Örneklenen farklı piroklastiklerin ağırlıkça su emme deneyi, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınarak, beş karot numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.4'te sunulmuştur.

Çizelge 3.4. İncelenen örneklere ait ağırlıkça su emme değerleri

Ağırlıkça su emme, w_a (%)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	5	2,46	2,69	0,09	2,54
K2	5	7,8	10,9	1,33	9,4
K3	5	14,77	15,62	0,32	15,08
K4	5	3,73	5,49	0,86	4,82
K5	5	16,64	18,42	0,73	17,16
KA1	5	15,07	17,86	1,15	16,75
KA2	5	9,10	12,88	1,54	11,75
KA3	5	9,97	16,94	2,62	14,38
G1	5	12,71	13,12	0,92	11,56
G2	5	12,67	17,94	2,29	16,03
V1	5	13,98	18,42	1,23	16,18
V2	5	8,34	9,18	0,35	8,57
V3	5	8,94	12,52	1,44	10,45
V4	5	8,45	13,56	1,02	11,81
V5	5	8,96	19,48	4,34	14,04
V6	5	14,32	17,24	0,64	15,14
M1	5	3,74	6,73	0,41	4,42
M2	5	8,54	14,08	9,80	2,49
M3	5	8,43	12,58	0,73	9,81
M4	5	6,91	15,13	3,08	10,81
M5	5	0,19	0,24	0,022	0,22
M6	5	0,18	0,24	0,02	0,20
M7	5	0,54	0,64	0,04	0,58
M8	5	1,94	5,32	1,35	3,06
M9	5	2,75	3,62	0,38	3,25
M10	5	1,58	1,92	0,16	1,74
B1	5	0,63	0,78	0,07	0,71
EP1	5	0,24	1,36	0,45	0,70
AP1	5	0,09	0,25	0,07	0,20

Çizelge 3.4. (Devam) İncelenen örneklere ait ağırlıkça su emme değerleri

HP1	5	0,13	0,20	0,03	0,17
AT1	5	0,72	1,10	0,15	0,97
U1	5	0,21	0,56	0,12	0,32
U2	5	0,10	0,19	0,04	0,14
A1	5	0,25	0,50	0,10	0,35
A2	5	0,26	0,42	0,1	0,36
H1	5	0,18	0,38	0,13	0,23
KK1	5	0,16	0,29	0,07	0,18
DK1	5	0,21	0,47	0,24	0,34
BK1	5	0,04	0,30	0,11	0,13

Çizelge 3.4'te görüldüğü gibi, incelenen piroklastiklerin ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değeri K5 örneğinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise M2 örneklerinden elde edilmiştir. Mağmatik kayaç örnekleri içerisinde, ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değeri M9 örneğinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise HP1 örneklerinden elde edilmiştir. Karbonatlı kayaçlardan ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değeri AT1 örneğinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise BK1 örneklerinden elde edilmiştir. Araştırma kapsamındaki örneklerin ağırlıkça ve hacimce su emme değerleri çok değişken olmakla birlikte, kayacın petrografik ve dokusal niteliklerinin yanı sıra boşluk oranının bu değişimde etkin olduğu düşünülmektedir (Çizelge 3.3).

İncelenen örneklerden piroklastik kayaçların genelde boşluklu bir yapıda olduğundan ağırlıkça su emme değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür (K5 ve KA1). Mağmatik ve karbonatlı kayaç numunelerinin ise su emme değerleri orta düzeyde çıkmıştır. Ancak bu örneklerinde içlerinde yüksek anomali değeri veren numunelerde çıkmıştır (EP1 ve AT1). Bu da örneklerin hidrotermal alterasyon ve atmosferik etkilerle deformasyona uğradığını, içlerinde kırıklı-çatlaksı zayıf zonlar bulunduğunu ve boşluklu bir yapı sunduğunu göstermektedir. Yüksek su emme değerleri genellikle yapı taşlarında istenmeyen bir özelliktir.

3.4.4 Kılcal su emme

İncelenen örneklerin kapiler su emme potansiyellerini belirlemek amacıyla kapiler su emme deneyi yapılmış ve katsayısı hesaplanmıştır. Deney TS EN 1925 standardına göre 3 karot örneği üzerinde yapılmıştır. Elde edilen kılcal su emme katsayıları, Çizelge 3.21’de sunulmuştur. İncelenen örneklerin kapiler su emme katsayısı (C) 0.74–141.02 $\text{gr/m}^2\text{sn}^{0.5}$ arasında değişmektedir. Snethlage (2005), kapiler su emme değerlerini $\text{kg/m}^2\text{h}$ cinsinden kullanarak kayaları, $C < 0.5 \text{ kg/m}^2\text{h}$ ise az emici, $0.5 < C < 3.0 \text{ kg/m}^2\text{h}$ ise orta emici ve $C > 3.0 \text{ kg/m}^2\text{h}$ ise yüksek emici kayalar olarak sınıflandırmıştır. Deneysel verilerden elde edilen değerler, $\text{kg/m}^2\text{h}$ cinsinden Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5. İncelenen örneklere ait kılcal su emme katsayısı değerleri

Kılcal su emme katsayısı, C_1 ($\text{kg/m}^2 \text{ h}$)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	3	6,44	8,13	0,70	7,36
K2	3	7,63	8,64	0,41	8,18
K3	3	9,23	12,56	1,40	10,63
K4	3	10,44	12,02	0,66	11,34
K5	3	4,30	7,50	1,42	5,49
KA1	3	7,46	9,24	0,82	8,07
KA2	3	6,73	7,66	0,38	7,21
KA3	3	11,25	12,54	0,53	11,83
G1	3	6,71	7,56	0,34	7,13
G2	3	6,78	7,95	0,49	7,28
V1	3	4,47	7,26	1,15	5,99
V2	3	6,23	7,75	0,62	7,06
V3	3	6,98	7,19	0,08	7,09
V4	3	7,34	7,55	0,08	7,46
V5	3	6,98	7,53	0,23	7,20
V6	3	7,21	7,49	0,14	7,16
M1	3	7,24	8,00	0,33	7,53
M2	3	8,19	8,24	0,02	8,21

Çizelge 3.5. (Devam) İncelenen örneklere ait kılcal su emme katsayısı değerleri

M3	3	10,23	12,41	0,92	11,51
M4	3	11,47	13,21	0,71	12,31
M5	3	0,10	0,90	0,36	0,38
M6	3	0,09	0,15	0,02	0,13
M7	3	0,12	0,18	0,02	0,15
M8	3	1,95	2,23	0,11	2,08
M9	3	0,66	1,12	0,20	0,84
M10	3	0,56	0,84	0,12	0,73
B1	3	0,52	1,42	0,36	0,97
EP1	3	0,14	0,36	0,09	0,26
AP1	3	0,14	0,31	0,07	0,23
HP1	3	0,11	0,28	0,07	0,18
AT1	3	0,15	0,22	0,03	0,59
U1	3	0,23	1,24	0,46	0,18
U2	3	0,40	0,45	0,02	0,43
A1	3	0,15	0,40	0,11	0,24
A2	3	0,19	0,43	0,01	0,30
H1	3	0,12	0,24	0,05	0,18
KK1	3	0,11	0,15	0,01	0,13
DK1	3	0,17	0,32	0,06	0,24
BK1	3	0,15	0,16	0,07	0,16

Çizelge 3.5’de görüldüğü gibi, incelenen piroklastiklerin ortalama en yüksek kapiler su emme değeri M4 örneğinden elde edilmiştir. En düşük kapiler su emme değeri ise K5 örneklerinden elde edilmiştir. İncelenen mağmatik kayaçların ise ortalama en yüksek kapiler su emme değeri M8 örneğinden elde edilmiştir. En düşük kapiler su emme değeri ise M6 örneklerinden elde edilmiştir. İncelenen karbonatlı kayaç numunelerinin ortalama en yüksek kapiler su emme değeri ise AT1 örneğinden elde edilmiştir. En düşük kapiler su emme değeri ise BK1 örneklerinden elde edilmiştir. Snethlage (2005)’e göre, incelenen piroklastik kayaçların “yüksek emici kaya” sınıfında olduğu, incelenen mağmatik ve karbonatlı kayaçların ise genel olarak “orta emici kaya” sınıfında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. İncelenen örneklerden bazılarının ait kılcal su emme katsayılarının Snethlage (2005)'e göre sınıflanması

Numune No	Kapiler Su Emme Katsayısı kg/m ² h	Kayaç Adı	(Snethlage (2005)'e göre) sınıfı
K4	11,34	İgnimbirit (Kızılkaya)	Yüksek emici kaya
KA3	11,83	İgnimbirit (Kavak)	Yüksek emici kaya
G2	7,28	İgnimbirit (Gördeles)	Yüksek emici kaya
V4	7,46	İgnimbirit (Valibaba Tepe)	Yüksek emici kaya
M4	12,31	Tüf (Melendiz)	Yüksek emici kaya
M5	0,38	Andezit (Melendiz)	Az emici kaya
M8	2,08	Andezit (Melendiz)	Orta emici kaya
B1	0,97	Bazalt (Erkilet)	Orta emici kaya
HP1	0,18	Granit (Hamit Plütönu)	Az emici kaya
AT1	0,59	Traverten (Aksazak)	Orta emici kaya
U2	0,43	Kireçtaşı (Üçbaş)	Az emici kaya

Elde edilen kılcal su emme değerlerine bakıldığında kapileritenin, kayaçların bileşimine, kaynaşma durumuna, yapısına, dokusuna, alındığı lokasyonun konumuna ve boşlukların karakteri gibi jeomekanik özelliklere bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir.

Tomašić vd. (2011) çalışmalarında doğal taşlarda kılcal su emmenin bileşim, yapı, doku ve boşlukların karakteri gibi çeşitli petrografik özelliklere bağlı olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca, Dinçer ve diğ. (2013), yaptıkları çalışmada, kayaçların kapiler su emme değerleri ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlemişlerdir.

3.4.5 Kaynar suda su emme

Kaynar suda su emme deneyi TS 699 (2009)'a göre yapılarak kayaçların kaynar suda ağırlıkça su emme oranları hesaplanmıştır. Elde edilen veriler yardımıyla, birim alandan emilen kaynar su miktarı hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 3.7' de verilmiştir.

Çizelge 3.7. İncelenen örneklere ait kaynar suda su emme değerleri

Kaynar suda su emme (%)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	3	3,40	3,73	0,14	3,55
K2	3	11,628	11,765	0,07	11,72
K3	3	18,41	22,36	0,75	20,58
K4	3	9,05	9,74	0,28	9,42
K5	3	19,57	20,73	0,53	19,99
KA1	3	16,98	18,96	0,82	18,06
KA2	3	13,40	14,05	0,26	13,73
KA3	3	10,02	21,96	4,96	15,34
G1	3	15,040	15,534	0,23	15,36
G2	3	17,60	25,40	3,22	21,06
V1	3	16,602	25,935	3,82	21,47
V2	3	10,057	11,047	0,44	10,44
V3	3	14,07	15,96	0,81	14,84
V4	3	15,87	16,35	0,19	16,14
V5	3	21,710	25,614	1,61	23,49
V6	3	16,707	22,846	2,70	19,07
M1	3	6,400	7,615	0,69	7,195
M2	3	2,731	11,197	3,90	5,68
M3	3	13,791	14,323	0,24	14,13
M4	3	10,55	18,79	3,43	15,13
M5	3	0,78	1,33	0,23	1,12
M6	3	0,28	0,44	0,10	0,35
M7	3	0,731	0,845	0,05	0,791
M8	3	3,93	6,93	1,33	5,80
M9	3	5,18	5,95	0,33	5,63
M10	3	1,534	2,89	0,27	2,14
B1	3	1,28	1,49	0,09	1,41
EP1	3	1,21	1,56	0,15	1,43
AP1	3	0,16	0,38	0,2	0,31

Çizelge 3.7. (Devam) İncelenen örneklere ait kaynar suda su emme değerleri

HP1	3	0,43	0,74	0,15	0,63
AT1	3	0,96	1,42	0,3	1,12
U1	3	0,38	0,56	0,12	0,47
U2	3	0,17	0,24	0,04	0,22
A1	3	0,57	0,95	0,15	0,78
A2	3	0,41	0,63	0,5	0,52
H1	3	0,36	0,48	0,7	0,44
KK1	3	0,33	0,47	0,2	0,37
DK1	3	0,36	0,58	0,4	0,49
BK1	3	0,16	0,24	0,07	0,26

Çizelge 3.7’da görüldüğü gibi, incelenen piroklastiklerin ortalama en yüksek kaynar suda su emme değeri V5 örneğinden elde edilmiştir. En düşük kaynar suda emme değeri ise K1 örneklerinden elde edilmiştir. İncelenen magmatik kayaların ortalama en yüksek kaynar suda su emme değeri M8 örneğinden, en düşük kaynar suda emme değeri ise HP1 örneklerinden elde edilmiştir. İncelenen karbonatlı kayaların ortalama en yüksek kaynar suda su emme değeri AT1 örneğinden elde edilmiştir. En düşük kaynar suda emme değeri ise BK1 örneklerinden elde edilmiştir.

4.1.4 Efektif porozite

Yapı malzemesi olarak değerlendirilecek kayaların porozitelerinin bilinmesi son derece önemli bir özelliktir. Kayaların, porozite değerlerindeki değişim kayanın fiziksel özellikleri yanında mekanik özelliklerini de önemli ölçüde etkilemektedir (Goodman, 1989).

İncelenen kayaların, efektif porozite değerlerini belirlemek amacıyla, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınmıştır. Her bir deney beş karot numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kayaçlardan elde edilen efektif porozite değerleri Çizelge 3.8’de sunulmuştur.

İncelenen kayaçlar içerisinde özellikle piroklastik kayaçlar farklı renk ve dokusal özellikleri ile boşluklu bir yapı sunmaktadır. Örneklerin porozite değerlerinin yüksek

olması kayanın kendine has özelliğinden kaynaklanmaktadır. Özellikle piroklastiklerin yapı taşı olarak kullanılması sırasında yüzey ve yeraltı suları ile temas etmemesi gerekmektedir. Çünkü, bu örneklerin gerek porozite değerinin yüksek olması gerekse de mineral kimyasının değişken olması bu durumu etkileyen sebeplerden olduğu düşünülmektedir. Nemlenme ve kapilerite ile suyla temas eden yüzeylerde ciddi anlamda bozunmalar gözlenmekte olup, patlama, dökülme gibi etkilerle kayaçta dayanım kayıpları ortaya çıkmaktadır. Özellikle Kapadokya bölgesinde kışların sert geçmesi ve yıllardır eski cami ve benzer yapılarda kullanıla gelmiş olan bu kayaçlarda şimdiye kadar suyla temas etmeyen ve donma çözünme etkisinde kalmayanlarda fazlaca bir tahribat yaşanmamaktadır (Solak, 2012).

Çizelge 3.8. İncelenen örneklere ait efektif porozite değerleri

Efektif porozite, n_e (%)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	5	6,06	6,59	0,22	6,26
K2	5	20,75	22,11	0,53	21,40
K3	5	22,76	23,70	0,34	23,17
K4	5	12,23	13,49	0,58	12,85
K5	5	29,95	31,79	0,74	31,23
KA1	5	24,61	27,72	1,21	26,58
KA2	5	16,73	21,43	2,00	20,18
KA3	5	17,92	28,46	3,76	23,54
G1	5	23,32	26,48	1,29	24,22
G2	5	37,46	44,59	2,82	41,45
V1	5	29,33	30,13	0,30	29,70
V2	5	14,09	15,18	0,41	14,51
V3	5	20,47	24,28	1,62	22,23
V4	5	23,89	26,51	1,17	25,19
V5	5	27,77	37,21	4,71	31,58
V6	5	26,89	28,85	0,77	27,88
M1	5	12,14	13,78	0,67	13,08
M2	5	15,17	23,34	3,54	17,29

Çizelge 3.8. (Devam) İncelenen örneklere ait efektif porozite değerleri

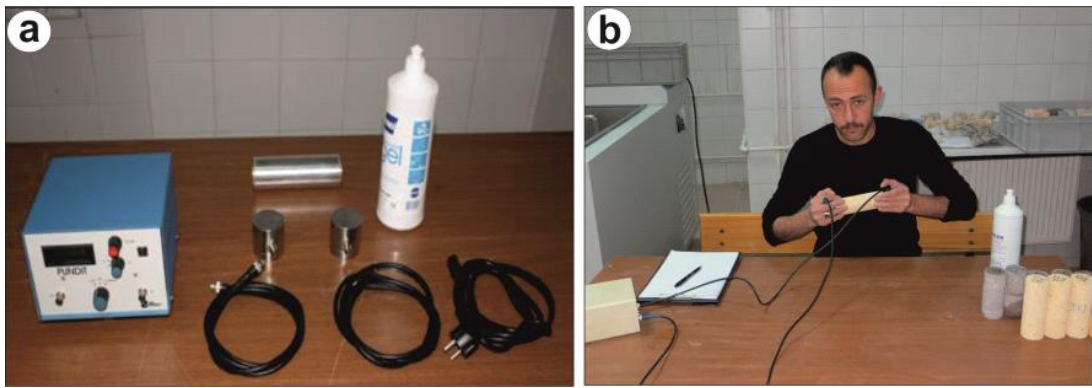
M3	5	25,38	27,49	0,86	26,50
M4	5	23,14	28,38	2,21	26,07
M5	5	0,53	0,63	0,04	0,58
M6	5	0,50	0,65	0,06	0,56
M7	5	0,74	0,94	0,04	0,88
M8	5	5,67	7,55	0,36	6,15
M9	5	6,81	8,61	0,80	7,86
M10	5	3,85	4,53	0,32	4,18
B1	5	1,63	2,04	0,18	1,84
EP1	5	3,24	4,96	0,84	3,98
AP1	5	0,23	0,64	0,17	0,52
HP1	5	0,35	0,54	0,07	0,45
AT1	5	1,86	2,79	0,36	2,44
U1	5	0,5	0,8	0,1	0,62
U2	5	0,26	0,50	0,10	0,36
A1	5	0,68	1,31	0,26	0,93
A2	5	0,67	0,73	0,03	0,69
H1	5	0,43	0,62	0,14	0,57
KK1	5	0,45	0,49	0,03	0,47
DK1	5	0,51	0,71	0,23	0,58
BK1	5	0,10	0,80	0,29	0,34

Kayaçların oluşumları esnasında ve ikincil olarak oluşan boşluklar, kayanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin değişmesinde önemli rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalarda; porozitenin artması sonucu, kayanın mukavemeti azalmakta ve kaya içinde farklı gerilmelerin oluşmasına neden olmaktadır. Porozitenin artmasıyla atmosfer etkilerine karşı direncin düştüğü bilinmektedir. Ayrıca porozitenin artması kayanın düşük yoğunluk kazanmasına neden olmaktadır (Tarhan, 1996). Çizelge 3.8' e göre, incelenen piroklastiklerin porozite değeri açısından Moos-Quervain (1948) ve NBG (1985)'e göre sınıflandığında, “çok boşluklu - çok fazla boşluklu kaya” sınıfında yer aldığı, magmatik kayaçların, “orta derecede boşluklu kaya” sınıfında yer aldığı, karbonatlı kayaçların ise, “düşük derecede boşluklu kaya” sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

4.1.5 P-dalga hızı

P-dalga hızı, kayanın dayanım özelliklerine yaklaşım sağlaması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca, kayanın boşluk, ayrışma vb. etkilerinin belirlenmesi amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Deney, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntemin esas alınarak, 5 adet karot numunesi üzerinde, sadece P-dalga hızı ölçülmüştür (Şekil 3.37). Deneylerden elde edilen P-dalga hızları Çizelge 3.9'da sunulmuştur.



Şekil 3.37. a) Ultrasonik hız deney aletinin aparatları, b) ultrasonik hız deneyinin yapılışı

Çizelge 3.9 İncelenen örneklere ait P-dalga hızı değerleri

Örnek No	Deney Sayısı	P-dalga hızı, V_p (m/sn)			
		Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	5	2877,73	3204,65	139,72	3052,85
K2	5	2728,81	3206,59	196,83	2857,56
K3	5	1195,65	1744,55	202,61	1503,91
K4	5	2798,98	3072,63	112,87	2894,85
K5	5	1599,53	1745,41	59,87	1691,32
KA1	5	2178,41	2369,11	75,71	2263,24
KA2	5	2541,81	2893,28	141,98	2666,26
KA3	5	2291,03	3448,84	488,74	2580,02
G1	5	1491,77	1591,01	37,99	1553,01

Çizelge 3.9. (Devam) İncelenen örneklere ait P-dalga hızı değerleri

G2	5	2147,44	2547,89	152,92	2336,61
V1	5	2125,26	2173,73	19,80	2156,80
V2	5	3210,40	3381,19	62,87	3309,44
V3	5	2023,99	2191,32	77,61	2118,11
V4	5	1416,22	1504,45	50,47	1474,49
V5	5	2389,02	4278,69	185,26	2602,92
V6	5	1856,37	2310,96	212,12	2065,27
M1	5	3080,57	3257,17	67,37	3195,78
M2	5	2870,71	3178,36	136,63	3021,81
M3	5	2495,41	2616,11	49,92	2529,18
M4	5	3448,98	3029,02	191,49	3142,06
M5	5	5477,18	5619,83	54,57	5561,09
M6	5	5578,51	5654,01	30,70	5629,84
M7	5	4839,86	4981,27	58,75	4927,48
M8	5	2682,45	2796,26	47,96	2733,60
M9	5	3265,24	3808,51	222,88	3545,81
M10	5	4458,75	4686,41	100,02	4573,04
B1	5	5040,44	5108,61	35,32	5079,87
EP1	5	4398,06	4755,32	147,34	4547,68
AP1	5	3996,17	5038,65	488,75	4388,54
HP1	5	4375,00	5286,43	420,83	4805,82
AT1	5	5761,90	6145,08	149,50	5884,80
U1	5	6864,20	6968,15	41,30	6930,81
U2	5	5650,00	6733,99	522,04	6333,02
A1	5	6635,80	7083,33	187,83	6826,06
A2	5	5082,40	5416,67	120,45	5229,01
H1	5	6622,55	7000,00	146,42	6857,33
KK1	5	5415,02	6306,98	387,92	5999,72
DK1	5	3718,64	6736,20	1273,99	5967,06
BK1	5	5181,43	5735,58	221,92	5502,76

İncelenen örneklerinin P-dalgası hız değerleri oldukça değişkendir. İncelenen piroklastik kayalardan elde edilen ortalama en düşük değer, Valibaba Tepe

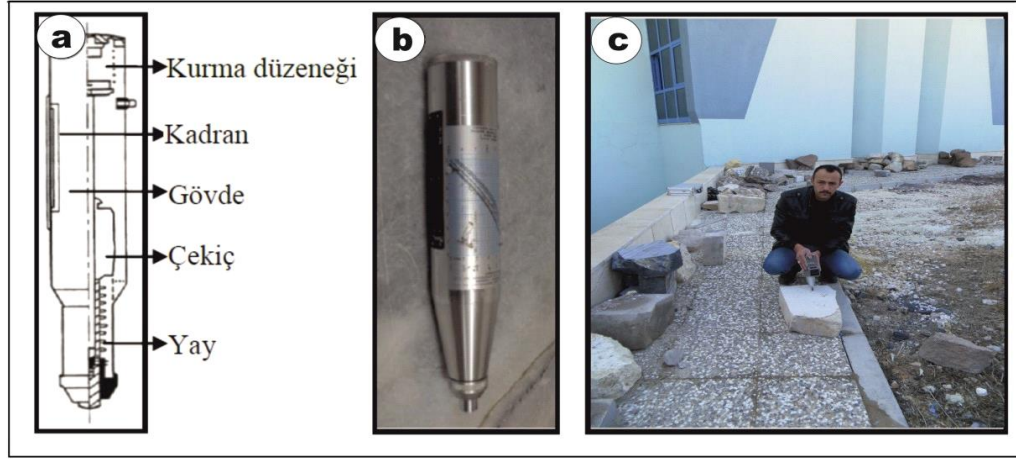
İgnimbirtine ait kaynaşmamış V4 örneklerinden (1474,49 m/sn), ortalama en yüksek değer ise Kızılkaya İgnimbiritine ait sert yapılı, boşluk oranı az olan K1 örneklerinden elde edilmiştir (5052,85 m/sn). Piroklastik kayaçların nispeten düşük P-dalga hızı değerleri sunmasında kayanın dokusunun ve porozitenin yüksek olmasının etkin olduğu düşünülmektedir. İncelenen mağmatik kayaçlardan elde edilen ortalama en düşük değer, Melendiz Andezitine ait M8 örneklerinden (2733,60 m/sn), ortalama en yüksek değer ise Melendiz Andezitine ait olan M6 örneklerinden elde edilmiştir (5629,84 m/sn). İncelenen karbonatlı kayaçlardan elde edilen ortalama en düşük değer, Aşıgediği Formasyonuna ait A2 örneklerinden (5229,01 m/sn), ortalama en yüksek değer ise Üçbaş Formasyonuna ait olan U1 örneklerinden elde edilmiştir (6930,81 m/sn).

Yapılan P-dalga hızı deneylerinin değerlendirilmesi sonucunda incelenen farklı özelliklerdeki örneklerin yüksek standart yapma değeri sunmalarında, kaya içerisindeki boşlukların değişken, homojenliğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 3.8).

İncelenen piroklastik örnekler, NBG (1985)'e göre “çok düşük - düşük sismik hızı sahip kaya” grubunda yer aldığı, mağmatik ve karbonatlı kayaçların, “yüksek sismik hızı sahip kaya” grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

4.1.6 Schmidt çekici sertlik indeksi

Başlangıçta betonun dayanımını tahmin etmek amacıyla geliştirilen Schmidt sertlik çekici, kayaların dayanımlarının özellikle arazide kısa süre içerisinde dolaylı yoldan tahmin edilmesi için uzunca bir süreden beri kullanılmaktadır. Deney, arazide kayanın gözlendiği aynalarda, ayrık bloklarda ve karotlar üzerinde kolaylıkla uygulanabilmektedir (Kahraman vd. 2002). Deney, ISRM (2007) tarafından önerilmiş yöntemle göre uygulanmıştır (Şekil 3.38). Deneylerden elde edilen Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri Çizelge 3.10'da sunulmuştur.



Şekil 3.38. a) Schmidt çekicinin kesit görünümü, b) Schmidt çekicinin genel görünümü, c) Schmidt çekici ile sertlik belirleme deneyinin yapılışı

Çizelge 3.10. İncelenen örneklere ait Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri

Schmidt çekici sertlik indeksi, SHV (L-tipi)

Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	10	34	37	1,3	35,08
K2	10	47	51	2,07	49,4
K3	10	32	37	2,16	33,2
K4	10	52	64	4,54	59,2
K5	10	38	41	1,14	39,6
KA1	10	28	31	1,3	29,2
KA2	10	40	42	0,89	40,6
KA3	10	45	52	2,71	49,2
G1	10	42	46	1,52	43,6
G2	10	51	57	2,88	54,6
V1	10	24	36	4,14	30
V2	10	41	51	4,07	46,4
V3	10	35	38	1,16	35,8
V4	10	48	55	2,28	49,8
V5	10	58	61	1,30	59,8
V6	10	28	36	3,00	31,6
M1	10	38	49	3,86	41,8
M2	10	36	42	2	39,6

Çizelge 3.10. (Devam) İncelenen örneklere ait Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri

M3	10	20	32	5,40	25,8
M4	10	26	36	4,49	30,2
M5	10	50	65	0,92	60
M6	10	49	69	0,71	61,4
M7	10	38	59	0,64	50,9
M8	10	36	40	1,64	38,2
M9	10	38	48	4,15	42,4
M10	10	50	58	2,92	52,8
B1	10	61	63	0,74	62,2
EP1	10	78	79	0,48	78,4
AP1	10	74	79	1,85	77,6
HP1	10	69	74	1,72	70,8
AT1	10	62	64	1	63
U1	10	69	71	1,09	51,8
U2	10	62	69	2,49	66,6
A1	10	44	56	3,86	50,8
A2	10	48	55	2,63	50,2
H1	10	67	69	1,09	68,2
KK1	10	51	63	5,05	57
DK1	10	65	67	0,8	66,4
BK1	10	68	72	1,62	70,4

Bilindiği gibi kayaçların sertliği; litoloji türüne, kayaların içerdiği mineral tür ve miktarına, kristallenme ya da çimentolanma tür ve derecesine göre, ayrışma derecesine bağlı olarak değişmektedir (Kahraman vd., 2002).

İncelenen piroklastik örnekler üzerinde Schmidt çekici sertlik değerleri en yüksek Kavak ignimbritlerine ait KA1 örneğinden, en düşük değer ise Melendiz tüflerine ait M3 örneğinden elde edilmiştir. Mağmatik kayaç numuneleri üzerinde Schmidt çekici sertlik değerleri en yüksek Ekecikdağ Plütonuna ait EP1 örneğinden, en düşük değer ise Melendiz Andezitlerine ait M8 örneklerinden elde edilmiştir. Karbonatlı kayaç numuneleri üzerinde Schmidt çekici sertlik değerleri en yüksek Başmakçı Kireçtaşına

ait BK1 örneğinden, en düşük değer ise Aşıgediği Formasyonuna ait A2 örneklerinden elde edilmiştir.

Günümüzde yapılan araştırmalarda, Schmidt çekici sertlik indeksleri sınıflama parametresi olarak yaygın kullanıma sahiptir. İncelenen piroklastik örneklerin Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri De Beer (1967)'ye göre sınıflandığında, “yumuşak -sert - çok sert kaya” sınıfında yer aldıkları, mağmatik ve karbonatlı kayaç numunelerinin ise, “sert - çok sert kaya” sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

4.1.7 Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi

Özellikle tuf, marn ve kil içeren zayıf kayaların ıslanma ve kuruma sonucunda parçalanma ve zayıflamaya karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneyi iki deney numunesi üzerinde 2 çevrim olarak yapılmıştır (Şekil 4.39). Elde edilen değerler Çizelge 3.11’de sunulmuştur. Bu deney, daha çok zayıf kayaçlar ile killi kayaçlarda anlamlı sonuçlar verdiğinden sert kayaçlar üzerinde uygulanmamıştır.



Şekil 4.39. a) Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deney aletinin aparatları, b) deney için hazırlanan örneklerden bir görünüm

Çizelge 3.11. İncelenen örneklere ait suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri

Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi, I_{d2} (%)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K2	2	98,70	98,91	0,07	98,80
K3	2	89,33	92,24	1,03	90,79

Çizelge 3.11. (Devam) İncelenen örneklere ait suda dağılmaya karşı duraylılık değerleri

K4	2	98,76	98,89	0,05	98,83
K5	2	99,16	99,25	0,03	99,20
KA1	2	99,41	99,46	0,02	99,44
KA2	2	95,97	96,26	0,10	96,12
KA3	2	96,59	98,31	0,61	97,45
G1	2	95,87	97,87	0,70	96,87
G2	2	95,99	96,61	0,22	96,30
V1	2	94,07	95,10	0,36	94,58
V2	2	98,20	98,29	0,03	98,24
V3	2	85,17	90,08	1,74	87,63
V4	2	96,81	97,49	0,24	97,15
V5	2	92,96	94,19	0,43	93,57
V6	2	94,07	95,16	0,39	94,62
M1	2	98,61	98,67	0,02	98,64
M2	2	98,38	98,46	0,03	98,42
M3	2	97,54	97,63	0,03	97,58
M4	2	99,14	99,16	0,01	99,15

İncelenen örneklerden suya dağılmaya karşı dayanıklılık değeri en yüksek Kavak İgnimbiritlerine ait kaynaşma oranı yüksek KA1 örneği olurken (%99,44), en düşük değer ise Valibaba Tepe İgnimbiritine ait kaynaşma oranı düşük V3 örneğine aittir (%87,63).

Örneklerin 2 çevrim sonucunda suda dağılmaya karşı duraylılıkları açısından Gamble (1971)'a göre “ orta - yüksek, yüksek ve çok yüksek derecede duraylı” kaya sınıfında yer almaktadır.

4.1.9 Don kaybı

Kayaçların don tesirine dayanıklılığın belirlenmesi amacıyla TS 699 (1987)' a göre ilgili deney standardı belirlenmiş olup, bu deney 3 karot örneği üzerinde uygulanmıştır. Deney örnekleri değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak 0.1 gr hassasiyetle tartılmıştır. Daha sonra deney örnekleri üzerinde -20 °C' dondurma ve +20 °C'de çözme işlemi 25 kez tekrarlanmış ve deney esnasında karot örnekler sürekli gözlenmiş, bazı

örneklerde parçalanma ve bozunma gözlenmiş olup, numune ağırlıklarında önemli sayılabilecek azalma meydana gelmiştir. Bazı karot örneklerinde ise kırılmalar meydana gelmiş olup, bunda kayaçtaki kil oranlarının fazla olduğundan kaynaklandığı düşünülmüştür (Şekil 4.40). Elde edilen değerler Çizelge 3.12’de sunulmuştur.

Çizelge 3.12. İncelenen örneklere ait Donma çözünme deneyi değerleri

Don kaybı, Dk (%)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	3	0,38	1,18	0,40	0,75
K2	3	1,19	3,07	0,94	2,09
K3	3	0,92	1,42	0,20	1,19
K4	3	8,27	9,07	0,35	8,59
K5	3	2,12	3,87	0,74	2,85
KA1	3	2,30	5,86	1,80	3,92
KA2	3	1,55	2,95	0,71	2,20
KA3	3	4,67	7,72	1,74	6,68
G1	3	1,34	1,96	0,35	1,56
G2	3	8,70	10,91	0,97	10,07
V1	3	4,69	6,85	1,09	5,87
V2	3	3,47	4,55	0,57	3,92
V3	3	2,13	2,94	0,43	2,45
V4	3	1,77	4,41	1,50	3,50
V5	3	3,95	8,92	2,53	6,16
V6	3	4,05	7,30	1,63	5,69
M1	3	1,95	2,32	0,19	2,16
M2	3	0,51	0,91	0,21	0,67
M3	3	12,94	15,30	1,21	13,96
M4	3	6,83	11,08	2,14	9,07
M5	3	0,03	0,42	0,18	0,25
M6	3	0,08	4,35	1,53	2,99
M7	3	0,12	0,31	0,09	0,23
M8	3	1,79	2,76	0,53	2,16

Çizelge 3.12. (Devam) İncelenen örneklere ait Donma çözünme deneyi değerleri

M9	3	1,73	4,75	1,54	3,09
M10	3	0,02	0,18	0,12	0,10
B1	3	0,20	0,30	0,05	0,26
EP1	3	0,031	0,087	0,03	0,05
AP1	3	0,15	0,27	0,07	0,21
HP1	3	0,69	0,37	0,18	0,48
AT1	3	0,24	0,34	0,05	0,30
U1	3	0,096	0,45	0,19	0,31
U2	3	0,16	1,05	0,47	0,53
A1	3	0,13	0,38	0,13	0,23
A2	3	0,04	0,05	0,01	0,04
H1	3	0,072	0,12	0,02	0,10
KK1	3	0,19	0,31	0,06	0,25
DK1	5	0,51	0,69	0,09	0,61
BK1	5	0,18	0,36	0,09	0,27

Çizelge 3.12’de görüldüğü gibi, incelenen piroklastiklerden ortalama en yüksek don kaybı değeri Melendiz Tüflerine ait M3 örneğinden elde edilmiştir. En düşük don kaybı değeri ise yine aynı formasyondan M2 örneklerinden elde edilmiştir. İncelenen mağmatik kayaçların ortalama en yüksek don kaybı değeri Melendiz Andezitlerine ait M9 örneğinden elde edilmiştir. En düşük don kaybı değeri ise Ekecikdağ Plütonuna ait EP1 örneklerinden elde edilmiştir. İncelenen karbonatlı kayaçların ortalama en yüksek don kaybı değeri Değirmentaş Kireçtaşlarına ait DK1 örneğinden elde edilmiştir. En düşük don kaybı değeri ise Aşıgediği Formasyonuna ait A2 örneklerinden elde edilmiştir.



Şekil 3.40. Don kaybı deneyi sırasında karot örneklerinde gözlenen bozunma etkileri

4.1.10 Tek eksenli basınç dayanımı

Çalışmada kullanılan kayaçların, tek eksenli basınç dayanımını belirlemek amacıyla, her bir deney 3 karot örneği üzerinde tekrar edilmiştir. Bu deney için, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır (Şekil 4.41). Deneylerden elde edilen veriler Çizelge 3.13’de sunulmuştur.

Çizelge 3.13. İncelenen örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri

Tek eksenli basınç dayanımı σ_c (kg/cm ²)					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S. Sapma	Ortalama
K1	3	170,09	192,31	9,11	181,77
K2	3	223,77	249,78	11,28	234,08
K3	3	92,93	119,22	10,75	105,62
K4	3	248,14	287,76	57,04	219,46
K5	3	121,94	127,83	2,41	124,81
KA1	3	96,86	120,18	9,58	107,77

Çizelge 3.13. (Devam) İncelenen örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri

KA2	3	128,83	154,95	10,97	140,09
KA3	3	249,39	263	47,15	212,2
G1	3	149,46	172,79	11	157,24
G2	3	165,64	238,17	29,65	200,85
V1	3	280,54	319,23	17	295,45
V2	3	182,39	241,37	25,17	206,7
V3	3	72,49	86,27	5,79	78,39
V4	3	114,47	133,16	7,99	122,14
V5	3	292,57	379,12	37,15	327,73
V6	3	180,92	216,3	15,28	195,09
M1	3	130	181	29	163
M2	3	163	212	27	181
M3	3	131	146	11	138
M4	3	230	246	10	241
M5	3	834	1044	107	928
M6	3	1072	1272	104	1156
M7	3	1452	1455	2	1454
M8	3	390	461	37	431
M9	3	292	310	10	299
M10	3	562	641	41	607
B1	3	507,44	541,89	14,25	523,03
EP1	3	453,12	512,26	24,16	482
AP1	3	735,53	775,82	18,19	761,17
HP1	3	589,71	661,98	33,72	637,38
AT1	3	398,28	478,11	35,95	448,93
U1	3	391,61	442,2	21,54	421,24
U2	3	501,69	560,42	26,53	523,02
A1	3	304,5	360,96	23,35	335,34
A2	3	310	338	15	327
H1	3	541,08	618,54	32,09	583,69
KK1	3	371,22	413,25	17,46	394,54
DK1	5	546,15	588,76	18,47	563,06
BK1	5	530,86	618,61	36,54	579,84

İncelenen piroklastik örnekler, ISRM (1981)'e göre, “düşük - orta dirençli kaya”, Deere ve Miller (1966)'e göre, “çok düşük - düşük - orta dirençli kaya” sınıflarında yer almaktadır. Mağmatik kayaç örnekleri, ISRM (1981)'e göre, “orta – yüksek dirençli kaya”, Deere ve Miller (1966)'e göre, “düşük–orta–yüksek dirençli kaya” sınıflarında yer almaktadır. Karbonatlı kayaç örnekleri ise ISRM (1981)'e göre, “orta–yüksek dirençli kaya”, Deere ve Miller (1966)'e göre, “düşük–orta–yüksek dirençli kaya” sınıflarında yer almaktadır.



Şekil 3.41. Tek eksenli basınç deneyi sonrasındaki karot örneklerinden bir görünüm

Örnekler üzerinde yapılan incelemelere göre piroklastik kayaçlarda, birim ağırlıklarının ve özgül ağırlıklarının düşük olması ve ağır mineral içeriklerinin düşük olması tek eksenli basınç dayanımlarının da düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bu örneklerde kayacın düzensiz boşlukları yanında, ayrışma ve iri pomza içeriklerinin fazla olması ile kayanın tek eksenli basınç dayanımında, düşük değerlerin ortaya çıkmasında önemli etkilerinin olması kaçınılmaz olarak düşünülmektedir.

BÖLÜM IV

DENEYSEL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmada kullanılan 39 örneğin farklı kökenlerine göre (piroklastik, mağmatik ve karbonatlı kayalar) farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkiler, istatistiksel olarak basit regresyon analizleri ile belirlenmiştir. Yapılan analizlerde, deneysel verilerin aritmetik ortalamaları kullanılmıştır. Regresyon analizlerinden elde edilen tüm ilişkilere ait korelasyon katsayıları, korelasyon matrisi halinde sunulmuştur. Anlamlı ilişkilere önemli olanları grafikler halinde sunulmuş ve bu ilişkilere ait denklemler grafikler üzerinde gösterilmiştir.

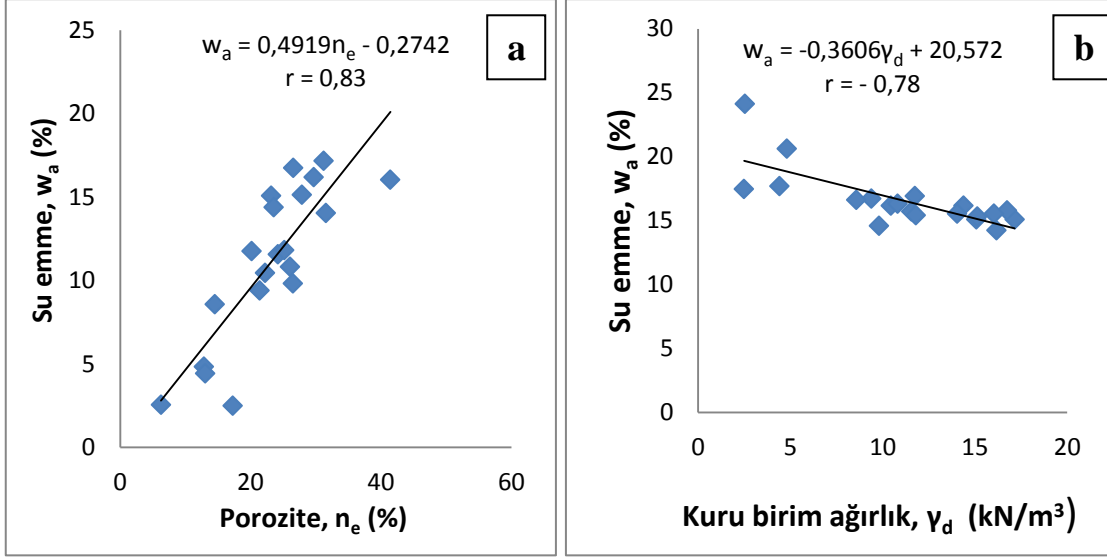
4.1 Piroklastik Kayaların Farklı Su Emme Oranları ile Bazı Jeomekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler

Piroklastik kayaların farklı su emme oranları ile bazı jeomekanik özellikleri arasındaki varolabilen ilişkiler istatistiksel olarak belirlenmiş ve bu ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 4.1’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. İncelenen piroklastik kayaların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları

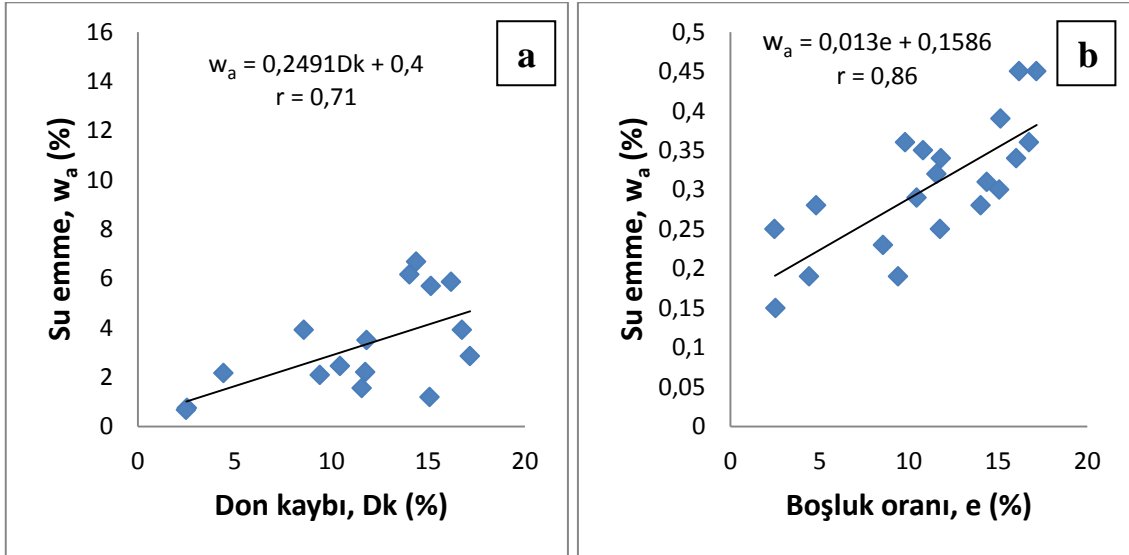
Özellik	γ_d	n_e	e	D_k	V_p	σ_c
wa (%)	-0,78	0,83	0,86	0,71	-0,73	-0,78
Skk (%)	-0,88	0,88	0,73	0,74	-0,73	-0,72
C1 (gr/m²s^{0,5})	0,81	-0,71	-0,78	0,71	-0,69	-0,75

İstatistiksel olarak su emme oranı ile porozite arasındaki ilişkiye bakıldığında, porozite arttıkça su emme oranı da buna bağlı olarak artmaktadır. Piroklastik kayaların ağırlıkça su emme oranları ile efektif poroziteleri arasında doğru orantılı ve korelasyon katsayısı $r=0,83$ olan ve ağırlıkça su emme oranları ile kuru birim ağırlık değerleri arasında ters orantılı ve korelasyon katsayısı $r=0,78$ olan bir ilişki elde edilmiştir (Şekil 4.1).



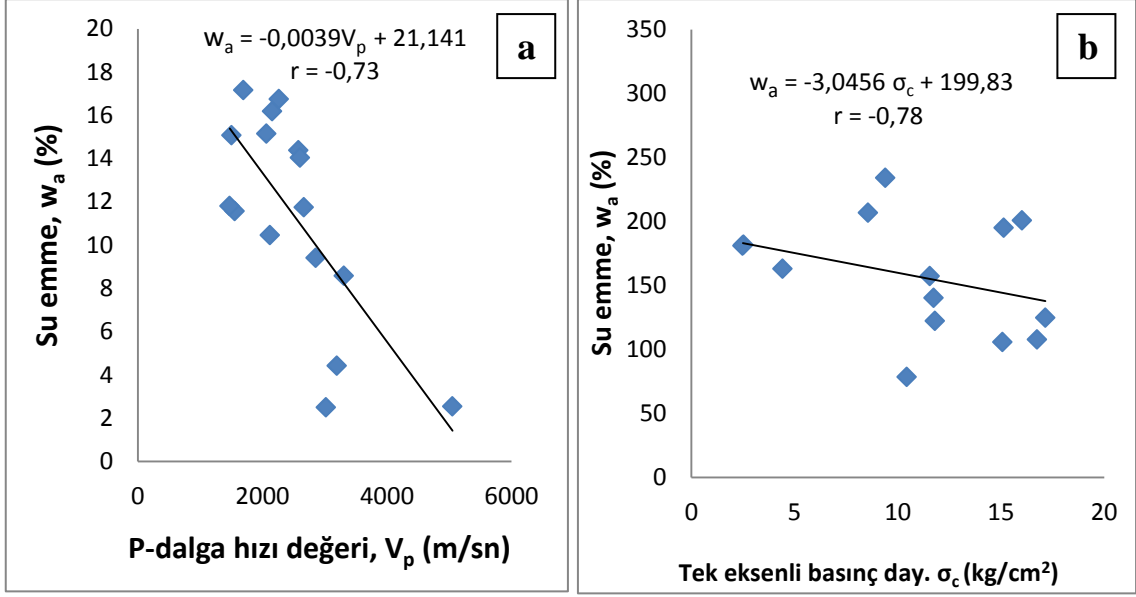
Şekil 4.1. İncelenen piroklastik kayaların ağırlıkça su emme oranları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki

Piroklastik kayaların ağırlıkça su emme oranları ile don kaybı ve boşluk oranı arasındaki ilişki incelendiğinde, su emme oranları ile don kayıpları ve boşluk oranları arasında doğru orantılı ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.2).



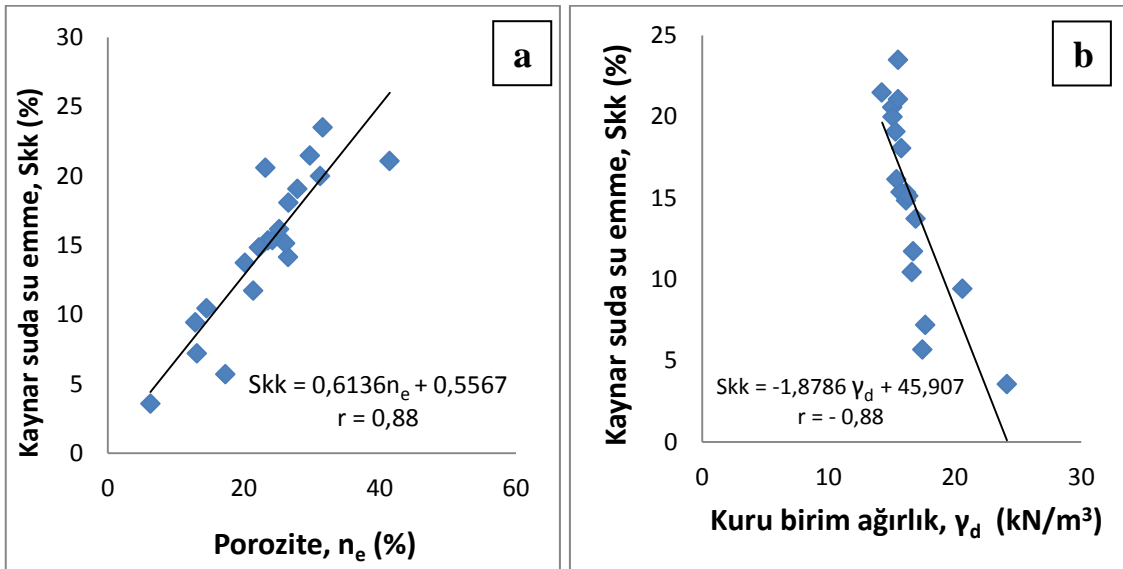
Şekil 4.2. İncelenen piroklastik kayaların ağırlıkça su emme oranları ile a) don kaybı b) boşluk oranı arasındaki ilişki

Piroklastik kayaç numunelerinin ağırlıkça su emme değerleri ile P-dalga hızı değerleri ve tek eksenli basınç dayanım değerleri arasında yapılan analizler sonucu, korelasyon katsayıları $r = -0,73$ ve $r = -0,78$ olan doğrusal ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 4.3).



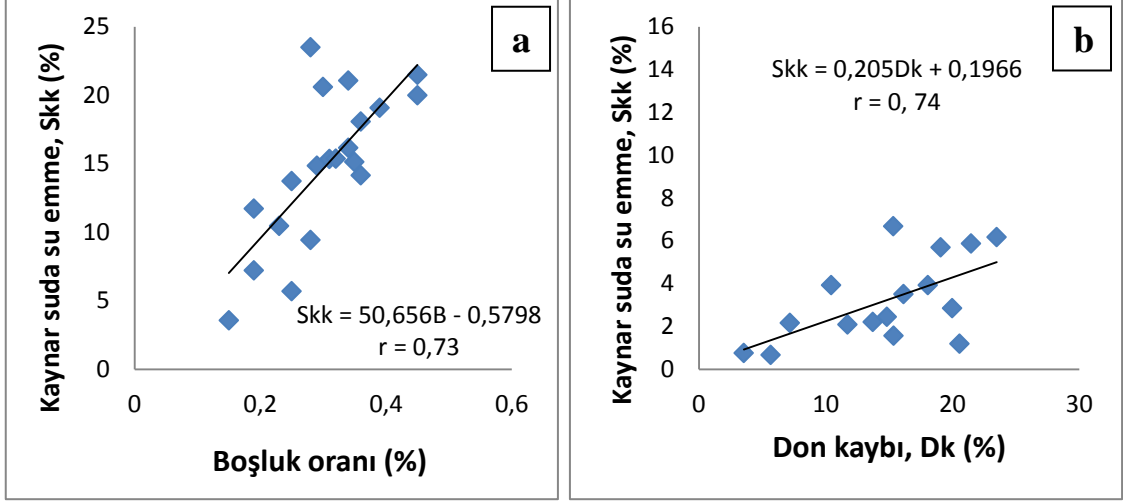
Şekil 4.3. İncelenen piroklastik kayaların ağırlıkça su emme oranları ile a) p-dalga hızı b) tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Piroklastik kayalara ait, kaynar suda su emme değerleri ile efektif porozite değeri arasında korelasyon katsayısı $r = 0,88$ olan, yine kaynar suda su emme değerleri ile kuru birim ağırlık arasında da korelasyon katsayısı $r = -0,88$ olan, doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Elde edilen ilişkiye göre, efektif porozite değeri yüksek olan kayaların kaynar suda su emme oranları da yüksek değerler sunmaktadır (Şekil 4.4).



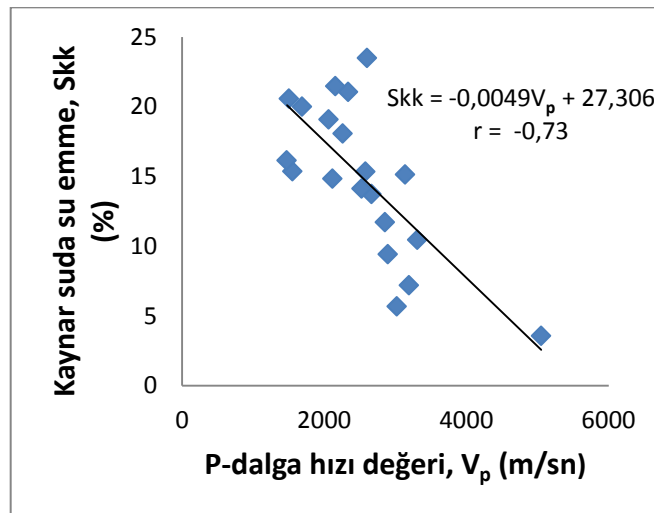
Şekil 4.4. İncelenen piroklastik kayaların kaynar suda su emme oranları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki

İncelenen piroklastik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile boşluk oranı ve don kaybı değerleri arasında korelasyon katsayısı $r = 0,74$ olan, doğrusal ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 4.5).



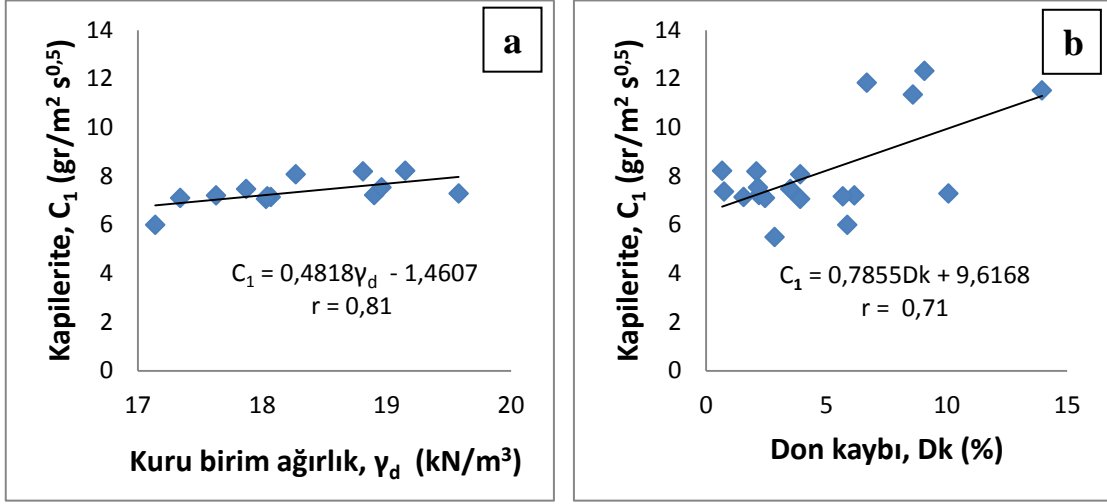
Şekil 4.5. İncelenen piroklastik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki

İncelenen örneklerin kaynar suda su emme oranları ile P-dalga hızı değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = 73$ olan, doğrusal ve negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu ilişkiye göre, incelenen piroklastik kayaçların, P-dalga hızı değeri arttıkça kaynar suda su emme oranları da azalmaktadır (Şekil 4.6).



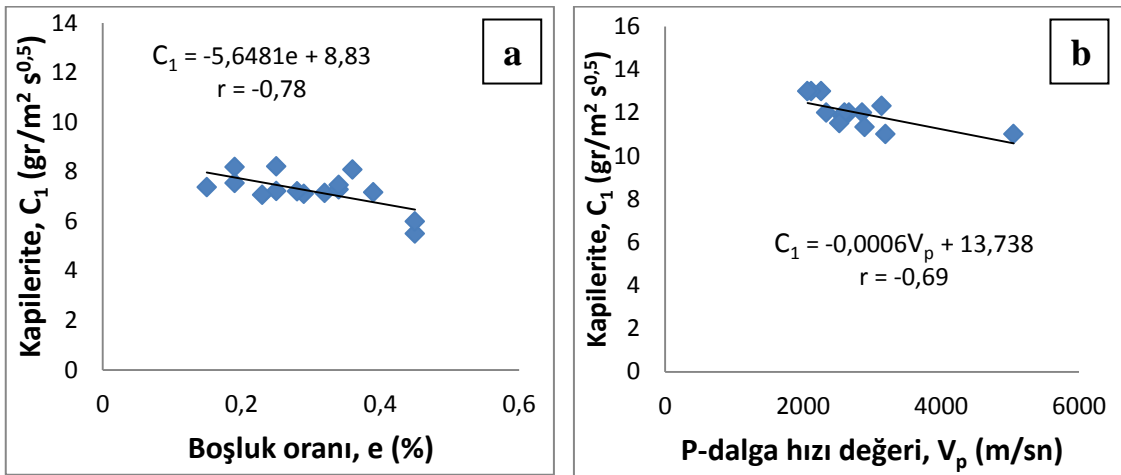
Şekil 4.6. İncelenen piroklastik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile P-dalga hızı değeri arasındaki ilişki

İncelenen piroklastik kayaçların kapiler su emme değerleri ile kuru birim ağırlık arasında korelasyon katsayısı $r = 0,81$ olan ve yine kapiler su emme değerleri ile don kaybı değerleri arasında $r = 0,71$ olan, doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 4.7). Elde edilen ilişkiye göre, kuru birim ağırlık ve don kaybı değerleri yüksek olan numunelerin kapiler su emme oranları da yüksek değerler sunmaktadır.



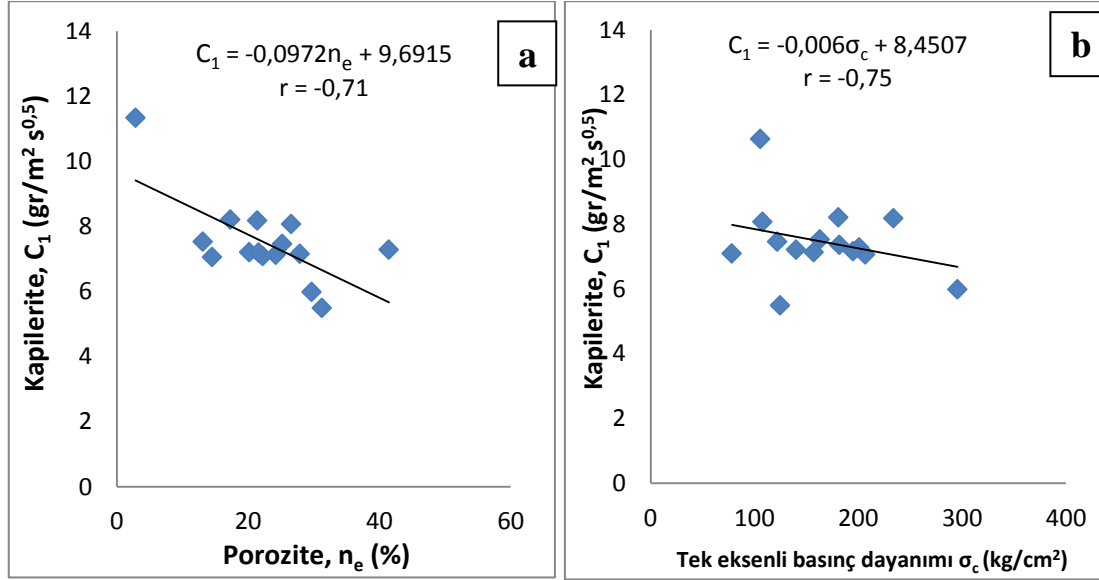
Şekil 4.7. İncelenen piroklastik kayaçların kılcal su emme katsayısı ile a) kuru birim ağırlık b) don kaybı arasındaki ilişki

Piroklastik kayaçların kapiler su emme oranları ile boşluk oranı arasında korelasyon katsayısı $r = -0,78$ ve P-dalga hızı değerleri ile korelasyon katsayısı $r = -0,69$ olan, doğrusal ve negatif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. İncelenen piroklastik kayaçların kılcal su emme katsayısı ile a) boşluk oranı b) p-dalga hızı değeri arasındaki ilişki

Piroklastik kayaçların kapiler su emme oranları ile efektif porozite değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,71$ olan, negatif doğrusal bir ilişki bulunmakla birlikte, kapiler su emme oranları ile tek eksenli basınç dayanımı değeri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,75$ olan negatif doğrusal bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. İncelenen piroklastik kayaçların kılcal su emme katsayısı ile a) porozite b) tek eksenli basınç dayanımı değeri arasındaki ilişki

Korelasyon katsayısı (r) değerleri; $\pm 0,80$ 'den büyük olduğunda istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerden bahsedilmekte ve uygulanmaktadır. Oysa ki, korelasyon katsayısı değerlerinin $0,7-0,8$ arasındaki değerler mühendislik özellikleri için yaklaşık ilişkileri önerebilmekte ve kullanılmaktadır. Bu çalışmada, çoğunlukla $\pm 0,70$ 'in üzerinde korelasyon katsayısı veren ilişkiler değerlendirilmiştir. Ancak bazı ilişkilerin mertebelerinin sunulması önemli olduğundan $\pm 0,70$ 'in altında korelasyon katsayısı veren ilişkiler de yer yer grafikler halinde sunulmuştur (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3).

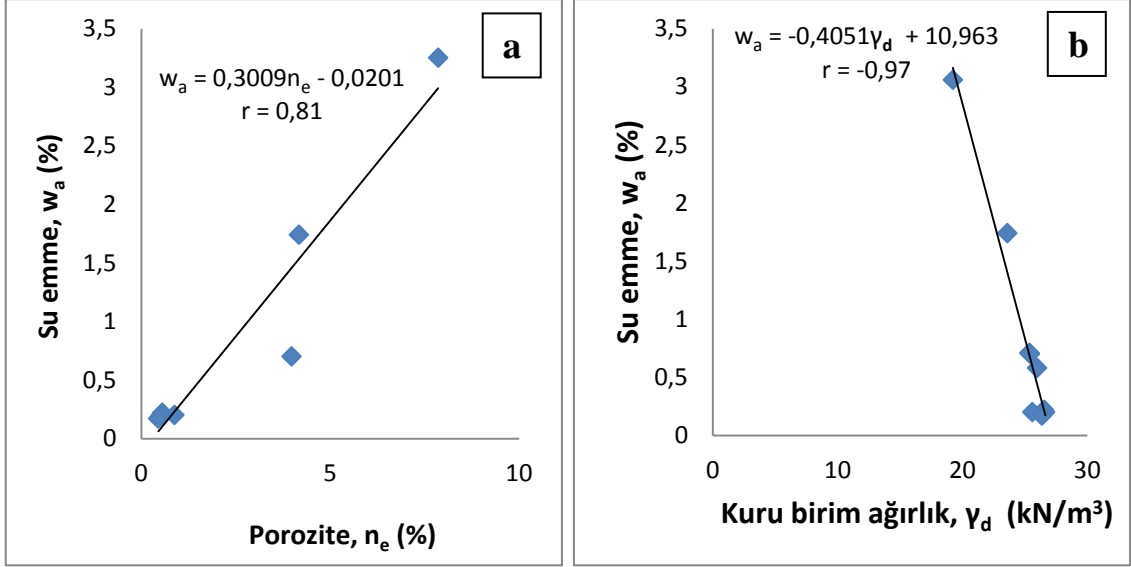
4.2 Mağmatik Kayaçların Farklı Su Emme Oranları ile Bazı Jeomekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler

Mağmatik kayaçların farklı su emme oranları ile bazı jeomekanik özellikleri arasındaki bağıntılar istatistiksel olarak belirlenmiş ve bu ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 4.2’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. İncelenen mağmatik kayaçların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları

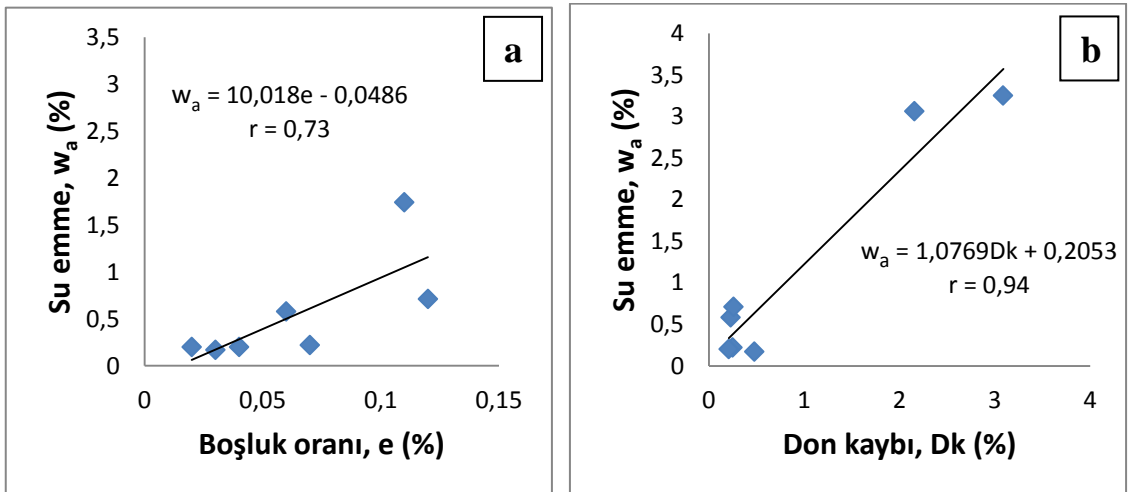
Özellik	γ_d	n_e	e	D_k	V_p	σ_c
wa (%)	-0,97	0,81	0,73	0,94	-0,84	-0,71
Skk (%)	-0,83	0,93	0,86	0,82	-0,87	-0,70
C1(gr/m²s^{0,5})	-0,94	0,84	0,88	0,89	-0,81	-0,69

Grafikler incelendiğinde ağırlıkça su emme değerleri ile efektif porozite değeri arasında pozitif bir ilişki gözlenmektedir. Yani örneklerin efektif porozite değerleri arttıkça ağırlıkça su emme değeri de artmaktadır. Ancak magmatik kayaçlarda, ağırlıkça su emme değeri ile kuru birim ağırlık değeri arasında negatif bir ilişki gözlenmekte olup, kuru birim ağırlık değeri arttıkça su emme değerinin düştüğü görülmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, ağırlıkça su emme değeri ile efektif porozite arasındaki korelasyon katsayısı $r = 0,81$ iken ağırlıkça su emme oranı ile kuru birim ağırlık arasındaki korelasyon katsayısının $r = -0,97$ olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10).



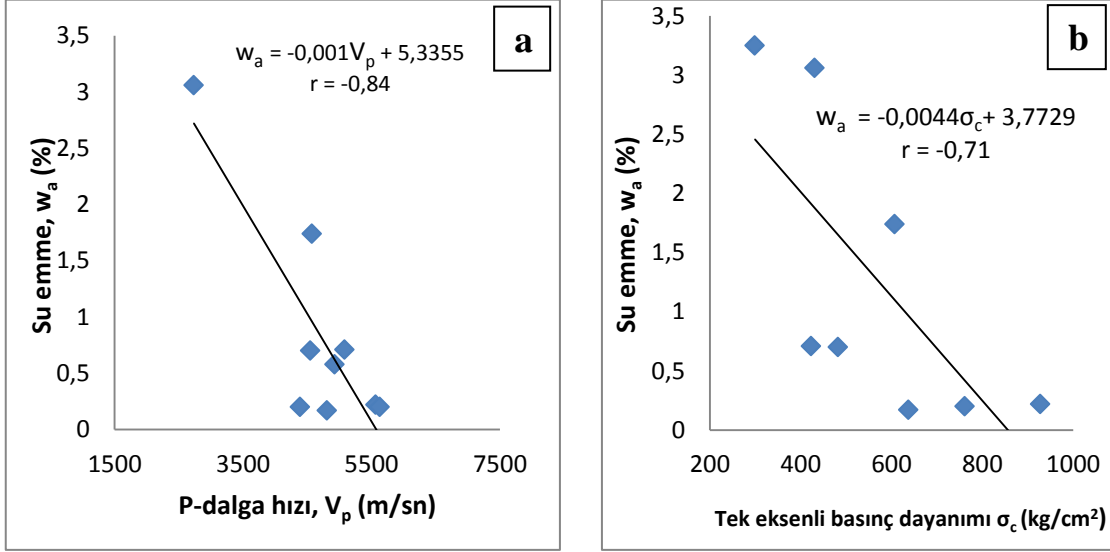
Şekil 4.10. İncelenen mağmatik kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki

İncelenen magmatik kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile boşluk oranı arasında, korelasyon katsayısı $r = 0,73$ olan, doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Yine ağırlıkça su emme oranı ile don kaybı değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = 0,94$ olan, doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre, incelenen magmatik kayaçların, boşluk oranı ve don kaybı yüksek olan örneklerin ağırlıkça su emme oranlarının da yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.11).



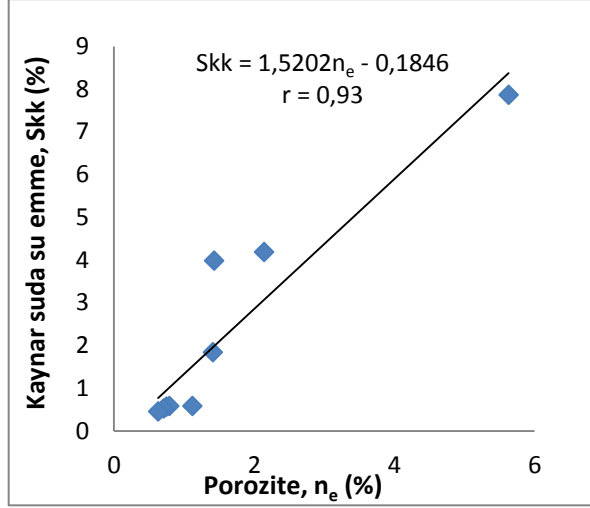
Şekil 4.11. İncelenen mağmatik kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki

İncelenen kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,71$ olan doğrusal ve negatif olan bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Bu ilişkiye göre kayacın su emme değeri arttıkça tek eksenli basınç dayanım değerinin de azaldığı gözlenmiştir. Aynı şekilde bu kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile p-dalga hızı arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,84$ olan negatif bir ilişki gözlenmiştir (Şekil 4.12).



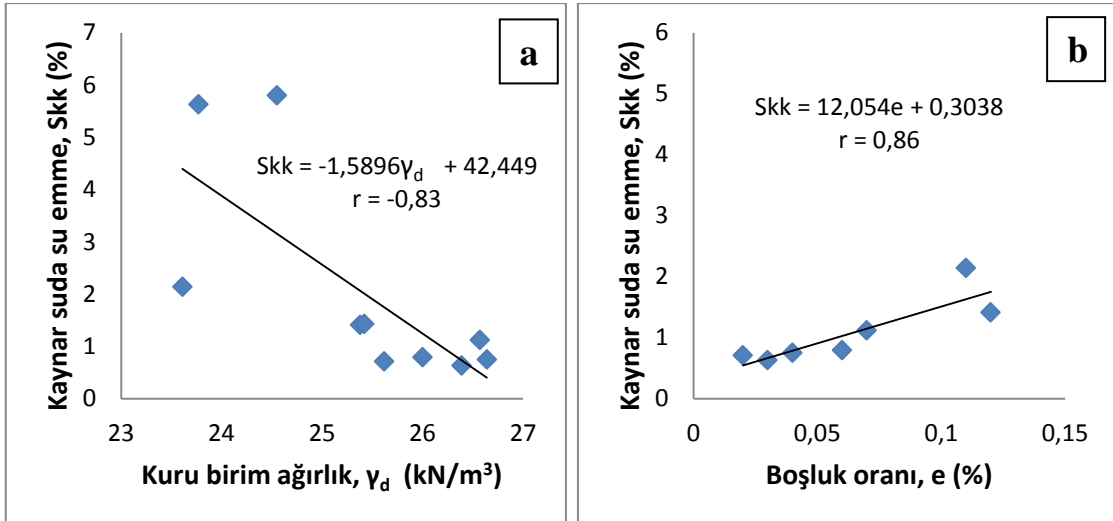
Şekil 4.12. İncelenen mağmatik kayaçların **a)** ağırlıkça su emme oranları ile p-dalga hızı arasındaki ilişki **b)** ağırlıkça su emme oranları ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasındaki ilişki

İncelenen mağmatik kayaçların, kaynar suda su emme oranları ile efektif porozite değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = 0,93$ olan doğrusal pozitif yüksek bir ilişki gözlenmektedir. Bu ilişkiye göre, örneklerin efektif porozite değeri arttıkça kaynar suda su emme değerleride artmaktadır (Şekil 4.13).



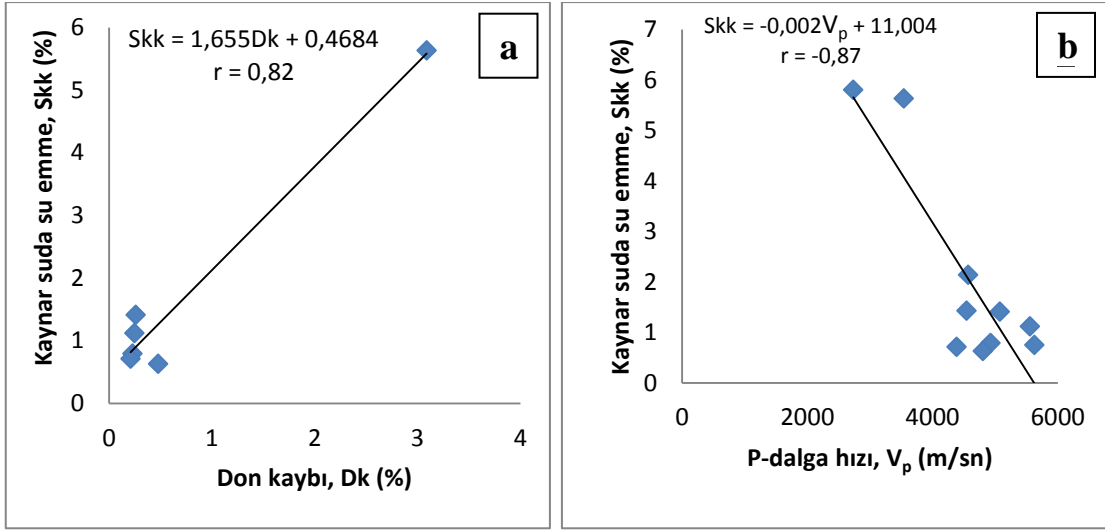
Şekil 4.13. İncelenen mağmatik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile efektif porozite arasındaki ilişki

İncelen magmatik kayaçların kaynar suda su emme oranı ile kuru birim ağırlık değeri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,83$ olan doğrusal ve negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca bu kayaçların kaynar suda su emme oranları ile boşluk oranı arasında da, korelasyon katsayısı $r = 0,86$ olan doğrusal ve pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu ilişkilere göre, incelenen magmatik kayaçların kuru birim ağırlıkları arttıkça kaynar sudaki su emme oranları azalmakta, boşluk oranı arttıkça da kaynar sudaki su emme oranı artmaktadır (Şekil 4.14).



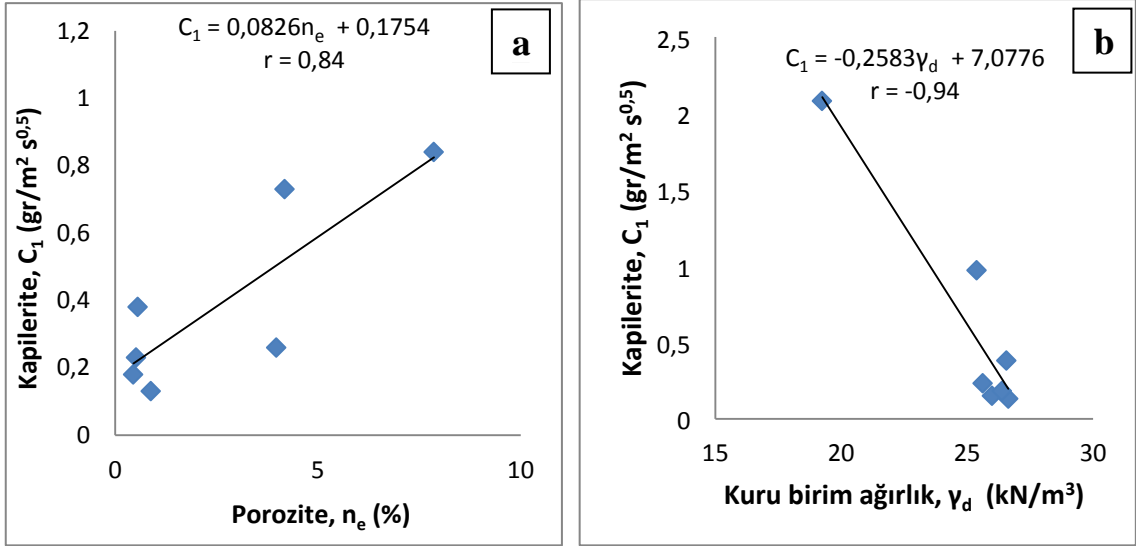
Şekil 4.14. İncelenen mağmatik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile **a)** kuru birim ağırlık **b)** boşluk oranı arasındaki ilişki

İncelenen mağmatik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile don kaybı arasında, korelasyon katsayısı $r = 0,82$ olan pozitif ve doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen bu ilişkilere göre kayaçların, kaynar suda su emme oranlarının artışına bağlı olarak don kaybı değerleri de artmaktadır. Ayrıca kayaçların kaynar suda su emme oranları ile P-dalga hızı değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,87$ olan negatif ve doğrusal bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Kayaçların P-dalga hızı değerleri arttıkça da kaynar suda su emme oranları azalmaktadır (Şekil 4.15).



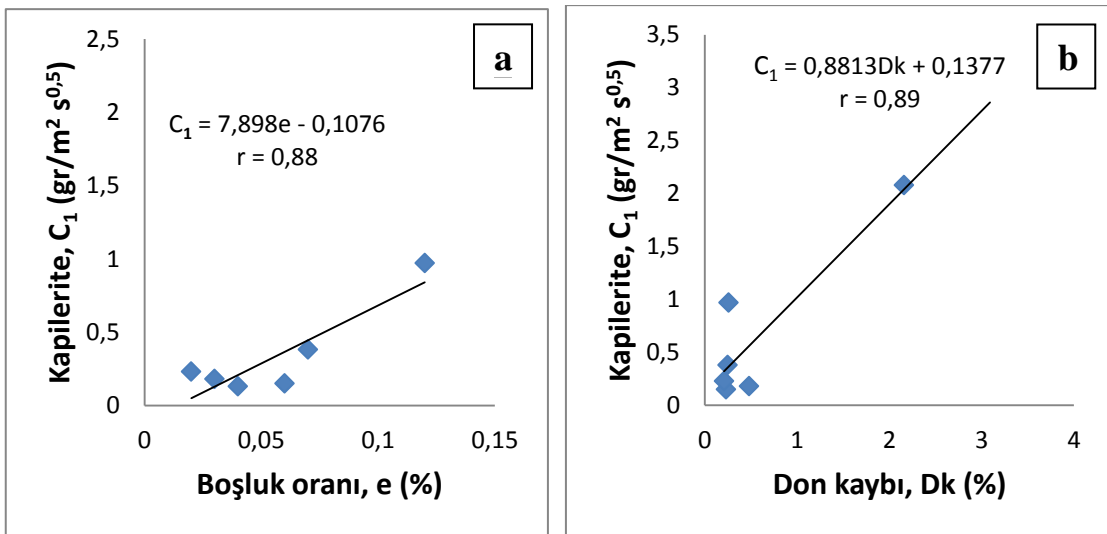
Şekil 4.15. İncelenen mağmatik kayaçların kaynar suda su emme oranları ile **a)** don kaybı **b)** P-dalga hızı arasındaki ilişki

İncelenen mağmatik kayaçların, kapiler su emme oranı ile efektif porozite ve kuru birim ağırlık değerleri arasında, korelasyon katsayısı, $r = 0,84$ ve $r = -0,94$ olan pozitif ve negative doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen bu ilişkilere göre kayaçların, efektif porozite oranı arttıkça kapiler su emme oranı da artmaktadır. Yine bu kayaçların kuru birim ağırlıkları arttıkça, kapiler su emme oranı da azalmaktadır (Şekil 4.16).



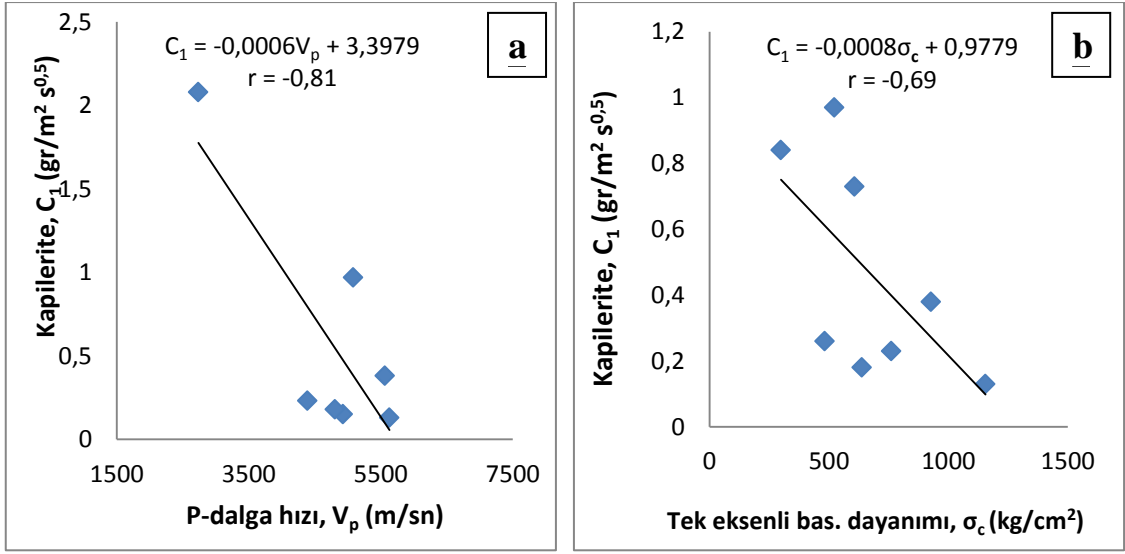
Şekil 4.16. İncelenen mağmatik kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) kuru birim ağırlık b) efektif porozite arasındaki ilişki

Mağmatik kayaçların kapiler su emme oranı ile boşluk oranı ve don kaybı değerleri arasında, korelasyon katsayısı, $r = 0,88$ ve $r = 0,89$ olan pozitif ve doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen ilişkilere göre, boşluk oranı arttıkça kapiler su emme oranı da artmakta, birim ağırlıklar ise azalmaktadır. Düzensiz boşluklar ile su emme özellikleri arasındaki ilişkinin anlamlı olmasının nedeninin kayaçların bünyesindeki boşlukların birbiriyle bağlantılı boşlukları kapsaması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Ayrıca incelenen kayaçların, kapiler su emme oranları arttıkça don kaybı değerleri de artmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. İncelenen mağmatik kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki

İncelenen mağmatik kayaçların kapiler su emme oranları ile P-dalga hızı değerleri arasında, korelasyon katsayısı, $r = -0,81$ olan negatif ve doğrusal olan bir ilişki elde edilmiştir. Elde edilen bu ilişkiye göre kayaçların kapiler su emme oranları arttıkça P-dalga hızı değerlerinin azaldığı görülmektedir. Ayrıca incelenen kayaçların, kapiler su emme değerleri ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,69$ olan negatif ve doğrusal bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Buna göre kayaçların kapiler su emme miktarları arttıkça tek eksenli basınç dayanımları da buna bağlı olarak azalmakta olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. İncelenen mağmatik kayaçların kılcal su emme katsayıları ile a) p-dalga hızı b) Tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasındaki ilişki

4.3 Karbonatlı Kayaçların Farklı Su Emme Oranları ile Bazı Jeomekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler

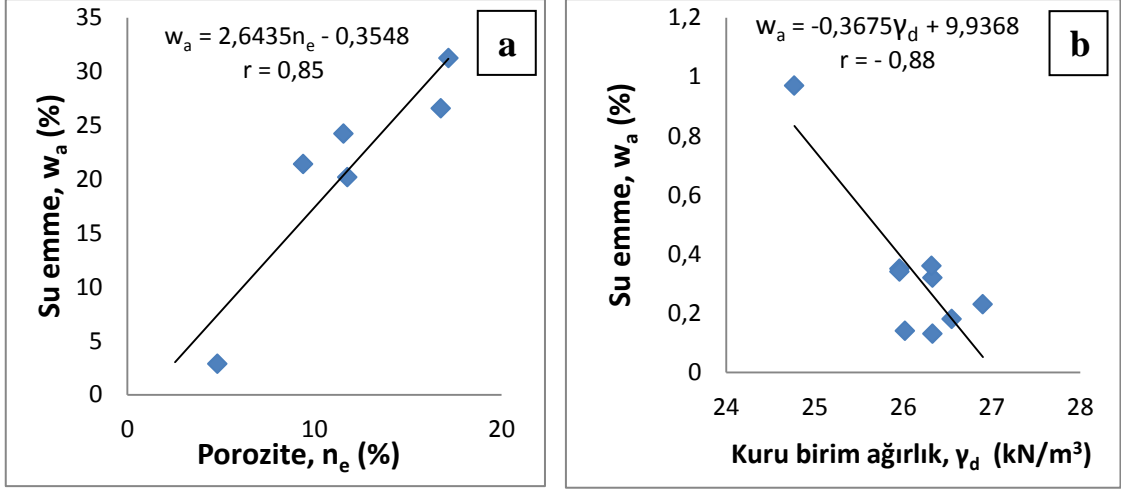
Karbonatlı kayaçların farklı su emme oranları ile bazı jeomekanik özellikleri arasındaki bağıntılar istatistiksel olarak belirlenmiş ve bu ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 4.3' de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. İncelenen karbonatlı kayaçların farklı su emme özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları

Özellik	γ_d	n_e	e	D_k	V_p	σ_c
wa (%)	-0,88	0,85	0,73	-0,71	0,82	-0,82
Skk (%)	-0,88	0,93	0,78	0,67	0,64	-0,54
C1(gr/m²s^{0,5})	-0,85	0,80	0,69	0,87	0,73	-0,69

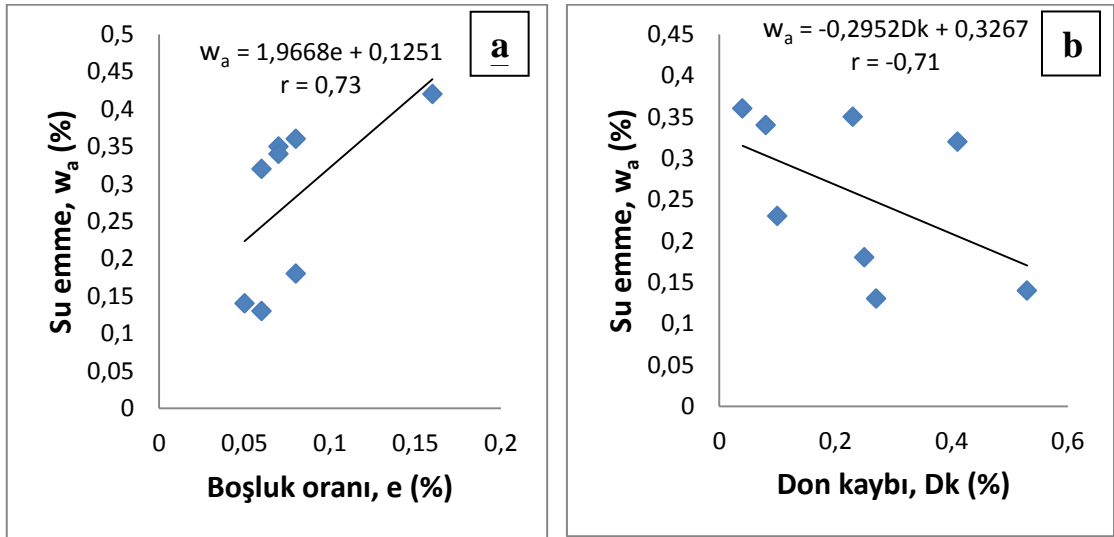
Çalışmada kullanılan numunelerin farklı su emme değerleri ile kayaların diğer fiziksel ve mekanik özelliklerinin ortalaması arasında 0.93 ile 0.64 arasında korelasyon katsayıları (r) bulunmuştur. Elde edilen belirleme katsayıları göz önüne alındığında, numunelerin farklı su emme değerleri ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

İncelenen karbonatlı kayaçlardan elde edilen deneysel verilerin ortalamaları kullanılarak yapılan istatistiksel analizlerde su emme oranı ile porozite arasındaki ilişkiye bakıldığında, porozitenin artışıyla su emme oranının da buna bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Porozite ile su emme oranı arasındaki korelasyon katsayısı, $r = 0,85$ olup oldukça yüksek anlamlılık düzeyine sahiptir. Kayaçlarda porozitenin artmasına bağlı olarak su emme oranının artması beklenen bir durum olarak değerlendirilmiştir. İncelenen örneklerin ağırlıkça su emme oranları ile kuru birim ağırlık değerleri arasında, korelasyon katsayısı, $r = -0,88$ olan negatif ve doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir. Bu ilişkiye göre kayaçların kuru birim ağırlıkları arttıkça su emme değerleri de azalmaktadır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki

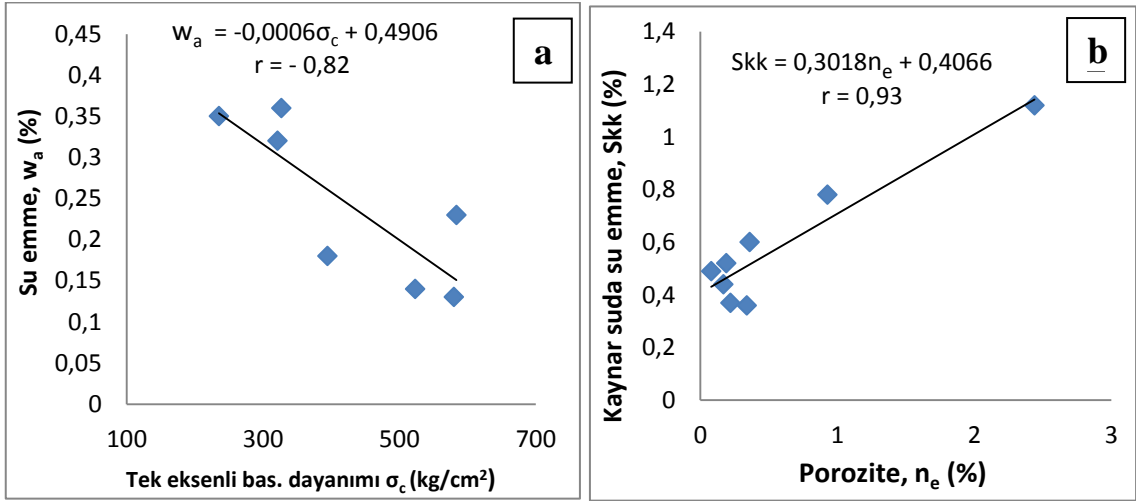
İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile boşluk oranı ve don kaybı değerleri arasında, korelasyon katsayıları, sırasıyla $r = 0,73$ ve $r = -0,71$ olan doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Bu ilişkilere göre kayacın boşluk oranı arttıkça su emme oranı da artmakta ancak su emme oranı arttıkça don kaybının azalmakta olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile a) boşluk oranı b) don kaybı arasındaki ilişki

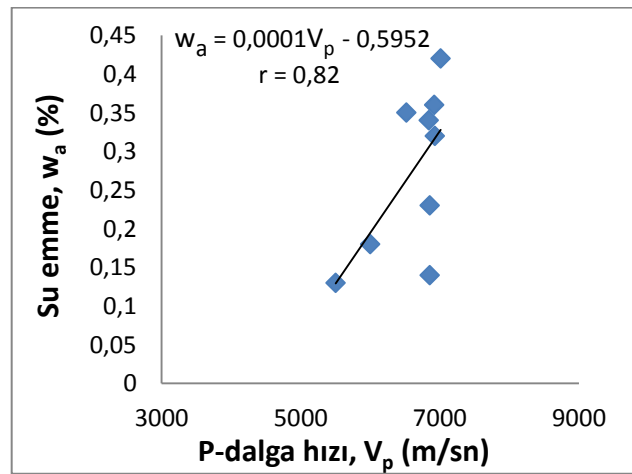
İncelenen karbonatlı kayaçların, ağırlıkça su emme oranı ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında, korelasyon katsayısı, $r = -0,82$ olan negatif ve doğrusal bir ilişki elde

edilmiştir. Bu ilişkiye göre, kayacın su emme değeri arttıkça, tek eksenli basınç dayanımı değeri azalmaktadır. İncelenen örneklerin kaynar suda su emme oranı ile porozite değeri arasında, korelasyon katsayısı, $r = 0,93$ olan pozitif ve doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Bu ilişkinin varlığı ile karbonatlı kayaçların porozite değerindeki artışa bağlı olarak su emme değerinin de arttığı görülmüştür (Şekil 4.21).



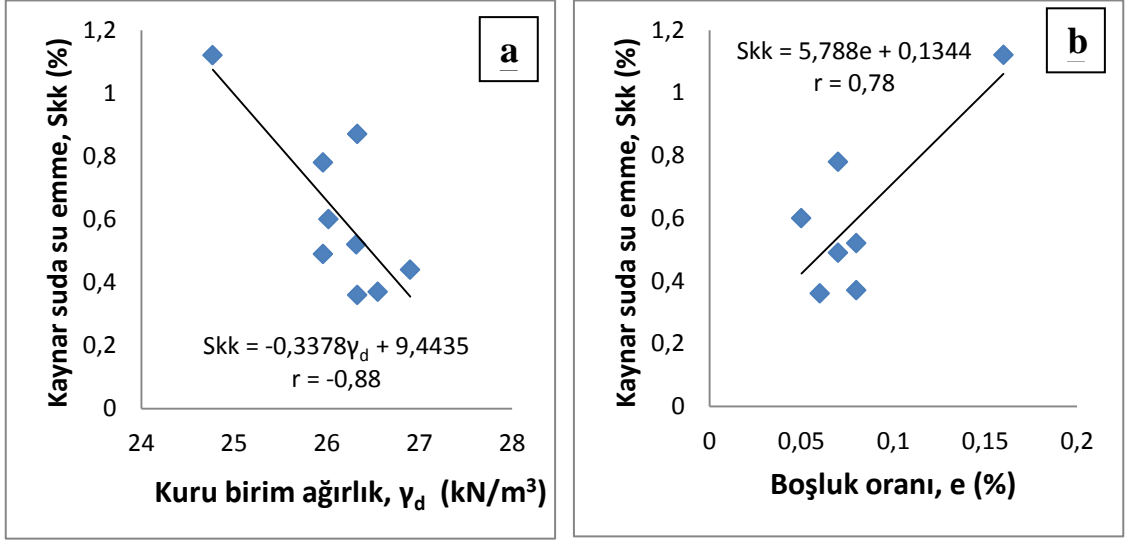
Şekil 4.21. İncelenen karbonatlı kayaçların **a)** ağırlıkça su emme oranları ile tek eksenli basınç değeri arasındaki ilişki **b)** kaynar suda su emme ile efektif porozite arasındaki ilişki

İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile P-dalgı hızı değeri arasında, korelasyon katsayısı, $r = 0,82$ olan doğrusal bir ilişki elde edilmiştir (Şekil 4.22).



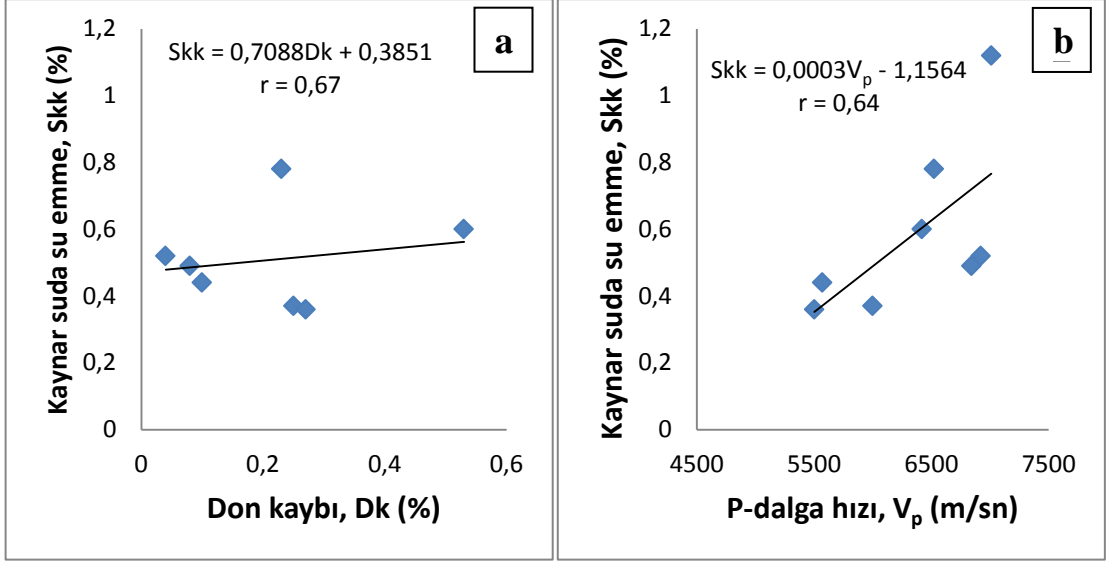
Şekil 4.22. İncelenen karbonatlı kayaçların ağırlıkça su emme oranları ile P-dalgı hızı değeri arasındaki ilişki

İncelenen karbonatlı kayaçların kaynar suda su emme oranları ile, kuru birim ağırlık ve boşluk oranı arasında, korelasyon katsayısı sırasıyla, $r = -0,88$ ve $r = 0,78$ olan doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Bu ilişkilere göre, kayaçların kaynar suda su emme oranları arttıkça kuru birim ağırlık değerleri azalmakta, boşluk oranı arttıkça kaynar suda su emme oranı artmaktadır (Şekil 4.23).



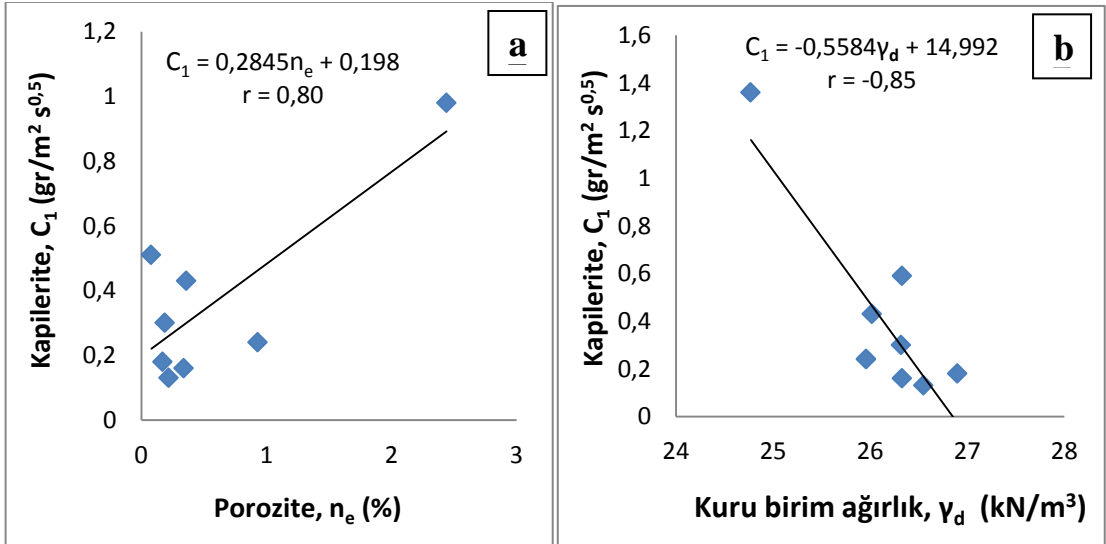
Şekil 4.23. İncelenen karbonatlı kayaçların kaynar suda su emme oranları ile **a)** kuru birim ağırlık **b)** boşluk oranı arasındaki ilişki

İncelenen karbonatlı kayaçların, kaynar suda su emme oranları ile don kaybı ve P-dalga hızı değerleri arasında, korelasyon katsayısı, sırasıyla $r = 0,67$ ve $r = 0,64$ olan doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Bu ilişkilere göre kayaçların kaynar suda su emme oranları arttıkça, don kaybı değerleri ile P-dalga hızı değerleri artmaktadır (Şekil 4.24).



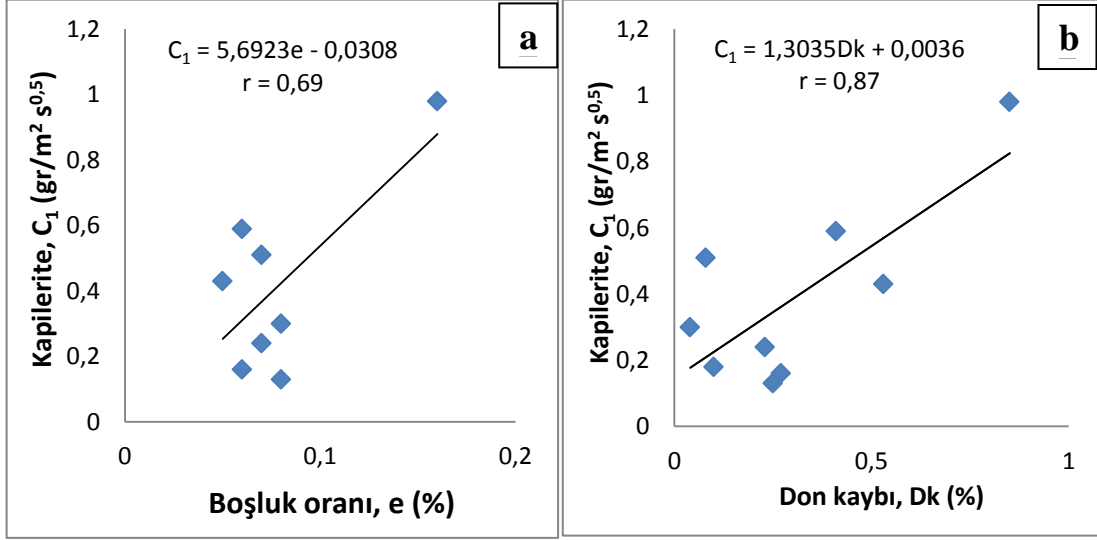
Şekil 4.24. İncelenen karbonatlı kayaların kaynar suda su emme oranları ile a) don kaybı b) P-dalga hızı değeri arasındaki ilişki

İncelenen karbonatlı kayaların kapiler su emme oranı ile efektif porozite ve kuru birim ağırlık değerleri arasında, korelasyon katsayısı, sırasıyla $r = 0,80$ ve $r = -0,85$ olan doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen bu ilişkilere göre incelenen kayaların efektif porozite değerindeki artış ile kapiler su emme değerleri de artmaktadır. Ancak kuru birim ağırlık değerlerinin artması ile kapiler su emme oranlarının da azalmalar görülmektedir (Şekil 4.25).



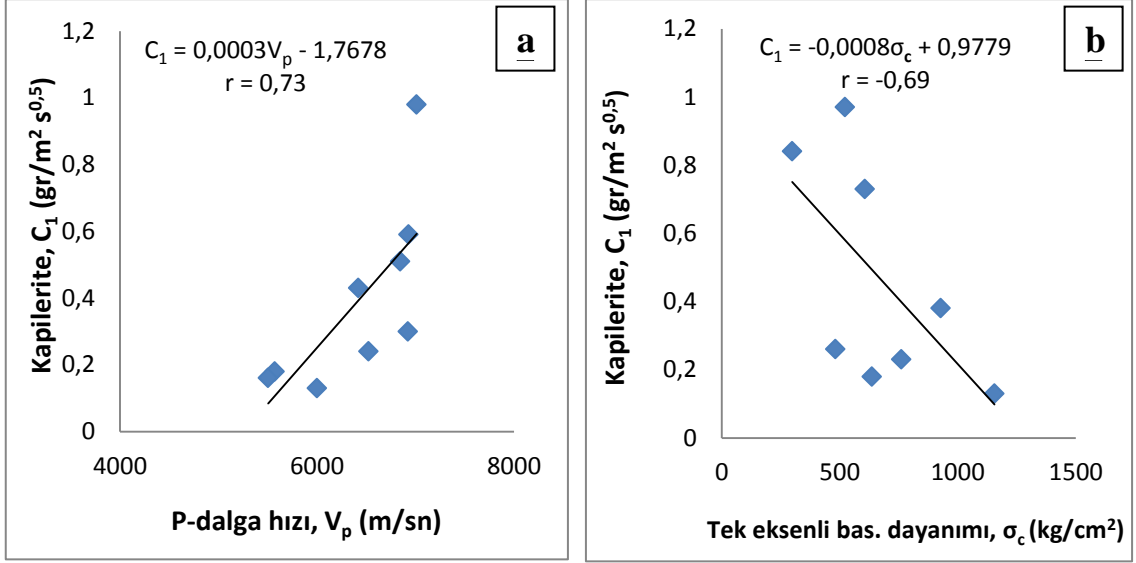
Şekil 4.25. İncelenen karbonatlı kayaların kılcal su emme katsayıları ile a) efektif porozite b) kuru birim ağırlık arasındaki ilişki

İncelenen karbonatlı kayaçların kapiler su emme oranları ile boşluk oranı ve don kaybı değerleri arasında, korelasyon katsayısı, sırasıyla $r = 0,69$ ve $r = 0,87$ olan pozitif ve doğrusal ilişkilere rastlanmıştır. Elde edilen bu ilişkilere göre incelenen karbonatlı kayaçların, boşluk oranı ile don kaybı değerlerindeki artış ile, kayaçların kapiler su emme oranlarının da arttığını göstermektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. İncelenen karbonatlı kayaçların kılcal su emme katsayıları ile **a)** boşluk oranı **b)** don kaybı arasındaki ilişki

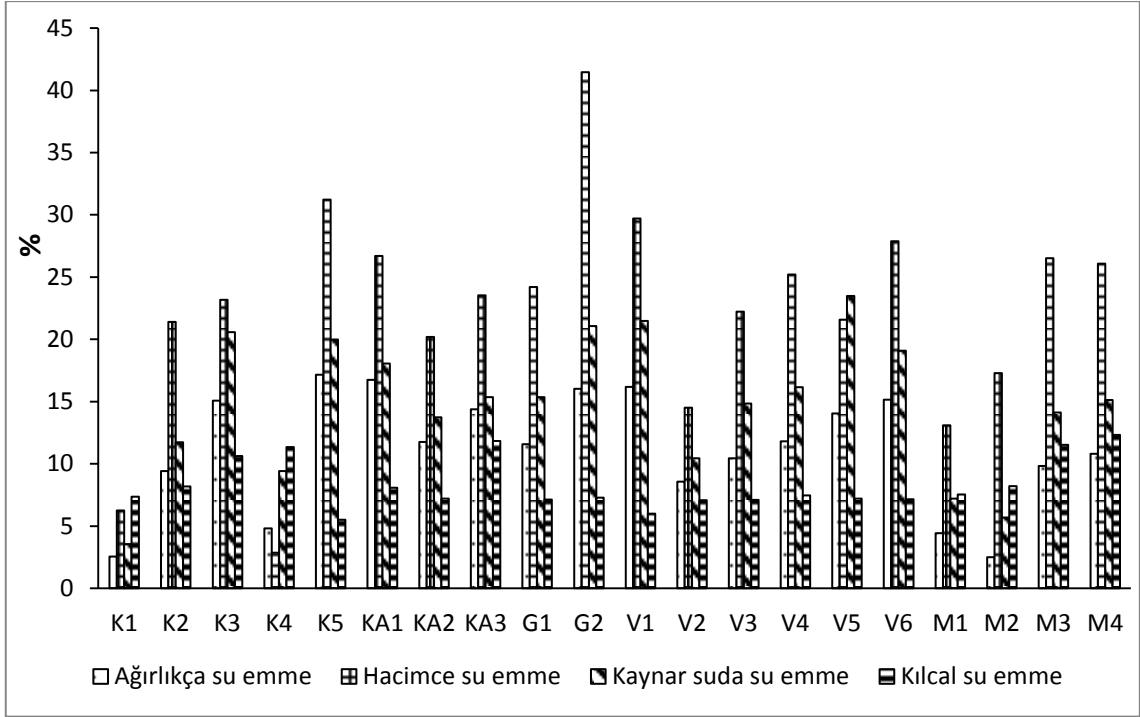
İncelenen karbonatlı kayaçların, kapiler su emme oranı ile P-dalga hızı değeri arasında, korelasyon katsayısı, $r = 0,73$ olan doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Elde edilen bu ilişkiye göre karbonatlı kayaçların kapilerite değeri yüksek olan örneklerin P-dalga hızı değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca karbonatlı kayaçların kapiler su emme oranları ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında, korelasyon katsayısı $r = -0,69$ olan negatif ve doğrusal bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş olup, bu ilişkiye göre kayaçların kapiler su emme oranı arttıkça tek eksenli basınç dayanımı değeri de azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. İncelenen karbonatlı kayaçların kılcal su emme katsayıları ile p-dalga hızı arasındaki ilişki

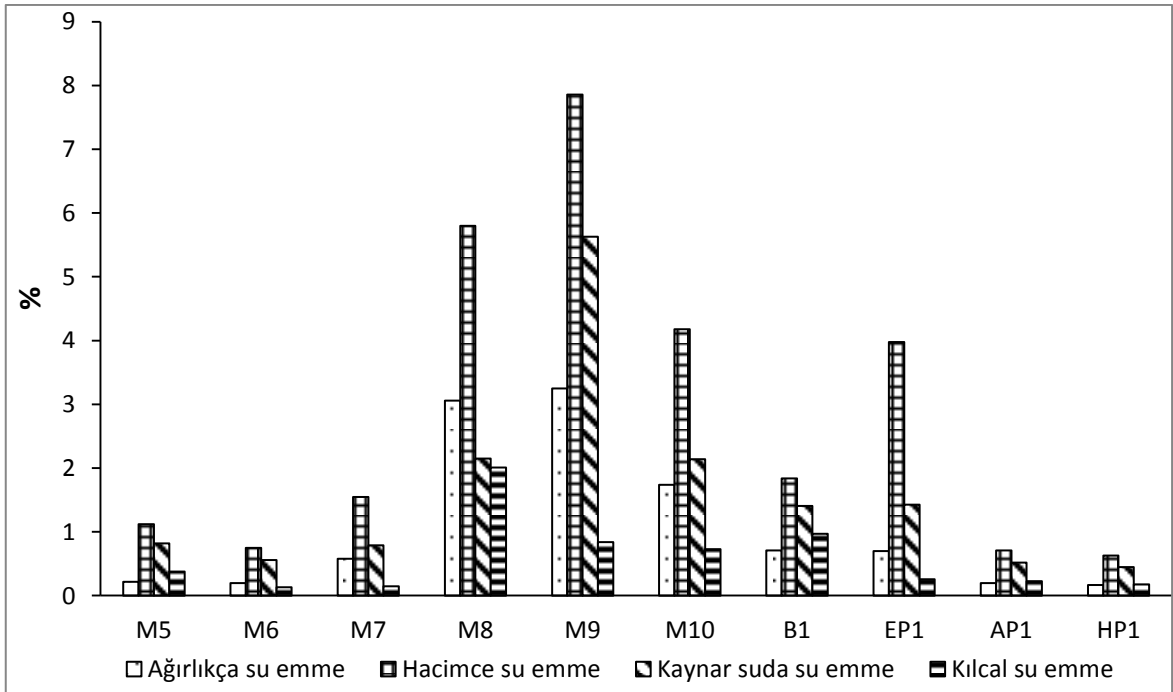
4.4 Farklı Koşullardaki Su Emme Değerlerinin Karşılaştırılması

Grafikte gösterilen piroklastik kayaçalarda efektif porozite değeri birbirine yakın olduğundan M3, M4, V4 ve G1 örneklerinin grafikteki su emme değerlerinin aynı şekilde artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.28). Grafikte K5 ve G2 örneklerinin yüksek değerler sunmasının temel nedeninin porozite değerlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. K1 örneğinin porozite değerinin düşük olması diğer örneklerle nazaran daha düşük su emme değerleri sunmuştur. Genel olarak örneklerin farklı porozite değerlerine sahip olması ve heterojen bir yapıda bulunması nedeniyle su emme değerlerinde de farklılıklar gözlenmiştir. Piroklastik kayaçalarda farklı yöntemler kullanılarak belirlenen su emme oranları oldukça geniş bir yelpazede değişim göstermektedir. Grafikler incelendiğinde sadece K1, K4 ve V5 örnekleri dışında diğer tüm örneklerde hacimce su emme oranları diğer su emme oranlarından farklı olarak belirgin bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Kaya malzemelerinde hacimce su emme oranının formülü gereği efektif poroziteye eşit olduğu için diğer su emme oranlarından yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Grafikler genel olarak değerlendirildiğinde Kavak İgnimbiritlerine ait örneklerin su emme oranlarının kendi içerisinde değerlendirildiğinde birbirine yakın değerler sundukları görülmektedir (Şekil 4.28).



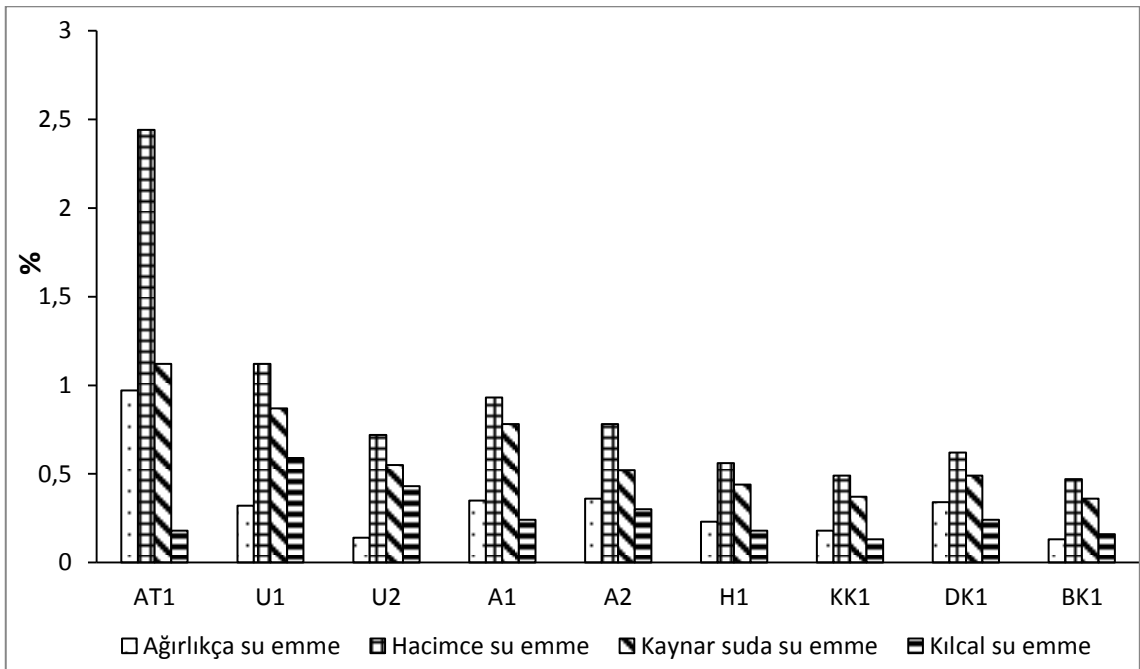
Şekil 4.28. Piroklastik kayaçların farklı su emme oranlarının birlikte gösterimi

Magmatik kayaçların farklı su emme oranları ile porozite değerleri farklı olan M8 örneği ile M9 örneği farklı su emme davranışı sunmuşlardır. Ancak porozite değerleri birbirine yakın olan M10 ve EP1 örneklerinin su emme davranışları birbirine benzemektedir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Mağmatik kayaçların farklı su emme oranlarının birlikte gösterimi

Grafikte gösterilen örneklerden AT1 örneğinin diğer örneklerden farklı değerlerde su emme göstermesinin nedeninin, travertenin diğer karbonatlı kayalara göre farklı boşluk yapısında olması ve heterojen yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklerde göze çarpan bir diğer husus, kaynar suda su emme değerleri ile hacimce su emme değerleri arasında yakın bir ilişki olduğu gözlenmektedir. Bu ilişkinin varlığı, örneklerin kaynama etkisi ile bünyelerinde varolan gözeneklerin diğer kanallarla olan bağlantının açılmasıyla gerçekleştiği düşünülmektedir. Kayaçların kapiler su emme değerlerinin farklılığında ise kayaçların dokusal özellikleri ile mikro boşlukların bağlantıları sayesinde olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Karbonatlı kayaçların farklı su emme oranlarının birlikte gösterimi

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Bu çalışmada öncelikle İç Anadolu Bölgesinden, Kayseri, Niğde, Nevşehir, Aksaray, Konya, Karaman ve Kırşehir il sınırları içerisinde yer alan, yapı taşı olarak kullanılan veya muhtemel olarak kullanılacak kayaçların yoğun olduğu kesimlerde arazi araştırmaları yapılmıştır. Farklı alanlardan fazla sayıda örneğin değerlendirilmeye alınması ile çalışmanın başarı ölçütünün yüksek olacağı öngörülmüş ve bu kapsamda Akdeniz Bölgesi'nden Isparta ve Adana illerinden de numuneler derlenmiştir. Farklı renk ve dokusal özelliklerin yanında farklı lokasyonlardan olmak üzere 3 magmatik, 27 volkanik, 5 metamorfik ve 4 sedimanter örnek olmak üzere toplam 39 adet blok örnekleme yapılmıştır. Derlenen bu örneklerin farklı koşullardaki su emme kapasitelerinin mühendislik parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelerde, kayaçların fenokristal-matriks oranları, içerisindeki düzensiz boşluklar, minerallerin ile mineral sınırında ve yüzeyinde gözlenen ayrışmalar, dokusu kayaç parçası oranları ile opak mineral tayini gibi özelliklerin genel olarak değişimi incelenmiştir. İncelenen piroklastik kayaçlardan, Kızılkaya ve Gördeles İgnimbiritlerinin mikroskop altındaki genel görüntüsü plajiolas, kuvars, biyotit mineralleri, cam parçaları ve kayaç parçalarının volkanik külden oluşan bir matriks içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Kaynaşma özellikleri bakımından ise kaynaşmamış, orta derecede kaynaşmış ve kaynaşmış ignimbiritler şeklinde değişiklikler göstermektedir

Valibaba Tepe İgnimbiritine ait değişik renk ve dokudaki örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaçların bünyesini plajiolas, amfibol, klinopiroksen, kuvars, opak mineraller, dasidik pümisten oluşan kayaç parçaları ve volkanik camdan oluştuğu görülmüştür. Ayrışma kayaçlarda etkin olup, bunun sonucunda da bazı örneklerde kil ve demir alterasyonu etkileri belirgin olarak gözlenmiştir. Kayaç içerisindeki tanelerin düzensiz yerleşimi, bazı örneklerin bünyesinde boşluklu bir yapının oluşmasına neden olduğu görülmüştür. Valibaba Tepe İgnimbiritlerine ait örnekler porfirik dokudan oluşmuştur.

Melendiz tüflerine ait örneklerin petrografik incelemelerinde kayacın genel olarak plajioklas, biyotit opak mineraller ve fazla oranda kayaç parçalarından oluştuğu görülmüştür. Örnekler hipokristalin porfirik doku sunmaktadır.

Farklı renk ve dokudaki Melendiz Andezitlerine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç içerisinde yarı öz şekilli ve öz şekilli, mikro kristal boyutlu ve mikrolit şekilli plajioklas fenokristalleri bol miktarda bulunmakta olup bunlara ortopiroksen (enstatit) ve tek yönde dilinim gösteren klinopiroksenler (ojit) eşlik etmektedir. Plajioklaslarda zonlanmalar mevcuttur. Plajioklasların yüzeyinde ve diğer minerallerin sınırlarında bozunma etkileri görülmüştür. Bunun nedeni de andezitleri oluşturan magmanın dengesiz bir şekilde kristallendiğini göstermektedir. Örneklerin gerek yapı itibariyle gerekse de maruz kaldıkları ani sıcaklık ve basınç değişimi nedeniyle ayrışma koşulları birbirinden farklıdır. Genel olarak örneklerde yoğun bir şekilde alterasyonlar görülmüştür.

Melendiz ve Erkilet Bazaltlarının mikroskop altındaki genel görüntüsünde, M10 örneğinde olivin bol kırık çatlaklı olmakla birlikte plajioklaslarda serizitleşme vardır. Ayrıca kayaçtaki porozitenin varlığı da görülmektedir. Kayaca genel yapısı itibariyle bakıldığında mineral parajenezinin, glomeroporfirik ve flüidal dokudan oluştuğu görülmektedir. Kayaçta tipik iki yönde dilinime sahip yarı öz şekilli plajioklas fenokristallerinin yüzeylerinde ve diğer minerallerin sınırlarında ayrışma etkileri gözlenmiştir.

Granit örnekleri üzerinde yapılan mikroskobik incelemelere göre kayaç içerisindeki biyotitlerde oksitleşme ve kloritleşme, plajioklas ve taneseli ortoklaslarda serizitleşme, amfibollerde ise epidotlaşma gözlenmiştir. Kayaç kristallenme derecesine holokristalen dokulu tane durumuna göre hipidyomorf taneseli dokudur.

Karbonatlı kayaçlar üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre AT1 örneğinde kayacın iri taneli mikritik özellikler sunduğu, boşlukların iri taneli ikincil kalsitler ile kısmen dolgulu olduğu gözlenmiştir. Ayrıca kayaçtaki boşluk oranı diğer karbonatlı kayaçlara oranla nispeten yüksek değerler sunmaktadır. Karbonatlı kayaç örnekleri mineralojik olarak benzer özellikler sunmakla birlikte büyük oranda kalsit minerallerinden oluştuğu gözlenmiştir. Ayrıca örnekler üzerinde deformasyon etkisiyle

oluşmuş polisentetik ikizlenmeler ve baklava dilinim izleri bulunmuştur. Ayrıca örnekler üzerinde küçük ksenomorf taneler halinde kuvars ve opak mineraller tali mineral olarak bulunmaktadır. Örneklerdeki kırıklar boyunca da demiroksit oluşumları mevcuttur. Örneklerin bazılarında tektonizma etkileri nedeniyle meydana gelen deformasyon, minerallerin sınırlarında ve yüzeylerinde net bir şekilde görülmektedir. Ayrıca kalsit mineralleri bükümlü bir şekilde izlenmiştir. Örneklerin farklı koşullardaki su emme kapasitelerinin karşılaştırılmasında, kayaçların dokusal özelliklerinin önemi bu çalışmayla daha iyi ortaya konulmuştur.

Yapı taşı olarak yaygın kullanıma sahip olan piroklastiklerin bileşimleri itibariyle birim ağırlıkları düşük olmakla birlikte, mağmatik ve karbonatlı kayaçların ise bileşimleri itibariyle birim ağırlıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. NBG (1985)'e göre yapılan değerlendirmeler sonucunda, bölgeden elde edilen farklı renk, bileşim ve dokudaki ignimbirit ve tüfler, birim ağırlık değerlerine göre, “çok düşük birim ağırlıklı kaya” sınıfında yer almaktadır. Mağmatik ve karbonatlı kayaçların ise “orta derecede birim ağırlıklı kaya” sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

İncelenen piroklastiklerin ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değeri K5 örneğinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise M2 örneklerinden elde edilmiştir. Mağmatik kayaç numuneleri içerisinde, ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değeri M9 örneğinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise HP1 örneklerinden elde edilmiştir. Karbonatlı kayaç örneklerinin ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değeri AT1 örneğinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise BK1 örneklerinden elde edilmiştir. Araştırma kapsamındaki örneklerin ağırlıkça ve hacimce su emme değerleri çok değişken olmakla birlikte, kayacın petrografik ve dokusal niteliklerinin yanı sıra boşluk oranının bu değişimde etkin olduğu düşünülmektedir. İncelenen örneklerden piroklastik kayaçların genelde boşluklu bir yapıda olduğundan ağırlıkça su emme değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Mağmatik ve karbonatlı kayaç numunelerinin ise su emme değerleri orta düzeyde çıkmıştır. Ancak bu örneklerinde içlerinde yüksek anomali değeri veren numunelerde çıkmıştır. Bu da örneklerin hidrotermal alterasyon ve atmosferik etkilerle değişime uğradığını, içlerinde kırıklı-çatlaklı zayıf zonlar bulunduğunu ve boşluklu bir yapı sunduğunu göstermektedir. Yüksek su emme değerleri genellikle yapı taşlarında istenmeyen bir özelliktir.

Kayaçların kapilerite değerine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda Snethlage (2005)' e göre, incelenen piroklastik kayaçların “yüksek emici kaya” sınıfında olduğu, incelenen mağmatik ve karbonatlı kayaçların ise genelde “orta emici kaya” sınıfında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kılcal su emme değerlerine bakıldığında kapileritenin, kayaçların bileşimine, kaynaşma durumuna, dokusuna ve boşlukların karakteri gibi jeolojik özelliklere bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir.

İncelenen kayaçlar içerisinde özellikle piroklastik kayaçlar farklı renk ve dokusal özellikleri ile boşluklu bir yapı sunmaktadır. Örneklerin porozite değerlerinin yüksek olması kayanın kendine has özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Özellikle piroklastiklerin yapı taşı olarak kullanılması sırasında yüzey ve yeraltı suları ile temas etmemesi gerekmektedir. Nemlenme ve kapilerite ile suyla temas eden yüzeylerde, yörede kullanılan tarihi yapılarda yapılan gözlemlere göre ciddi anlamda bozunmalar gözlenmekte olup, patlama, dökülme gibi etkilerle kayaçta dayanım kayıpları ortaya çıkmaktadır.

Yapılan P-dalga hızı deneylerinin değerlendirilmesi sonucunda incelenen farklı özelliklerdeki örneklerin yüksek standart sapma değeri sunmalarında, kaya içerisindeki boşlukların değişken, homojenliğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İncelenen örneklerin üzerinde Schmidt çekici sertlik indeksi deneyi yapılmıştır. Piroklastik örneklerin Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri De Beer (1967)'ye göre sınıflandığında, “yumuşak -sert - çok sert kaya” sınıfında yer aldıkları, mağmatik ve karbonatlı kayaçların ise, “sert - çok sert kaya” sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

Donma çözünme deneyi süreci boyunca yapılan gözlemlere göre, en çok etkilenen kayaç grubunun porozitesi yüksek ve dayanımı düşük piroklastik kayaçlar olduğu belirlenmiştir. Kayaçalarda makroskobik boyutta gözlenen kusurlar (çatlak, damar vb.) kayacın donma çözünme sürecinden etkileneceği zayıflık zonları oluşturmaktadır. Ayrıca petrografik incelemelerde, kayaç içerisindeki minerallerin bünyesindeki ve sınırlarındaki ayrışmalar ve var olan süreksizlikler (çatlak, dilinim vb.) kayaçların donma çözünme sürecinden olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

Çalışmada kullanılan numunelerin farklı su emme oranları ile kayaların temel indeks özelliklerinin ortalaması arasında 0.94 ile 0.64 arasında değişen korelasyon katsayıları (r) bulunmuştur. Elde edilen bu katsayılar göz önüne alındığında, numunelerin farklı su emme oranları ile temel indeks özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir ve ilişkiler grafikler üzerinde ayrı ayrı verilmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda kayaçlar üzerinde yapılan farklı koşullardaki su emme deneylerinden etkilenmelerindeki en önemli nedenlerin başında kayaçalarda var olan mikro çatlaklar, kaynaşma özellikleri, süreksizlikler, porozite ve minerallerde var olan alterasyonlar gibi jeolojik nedenler olduğu saptanmıştır. Bu nedenlerden dolayı kayaçlar, su emme koşullarından daha fazla etkilenerek, kayaçların bünyesinde bozunmalara neden olmakta ve kayaçların dayanım özelliklerini düşürmektedir.

Sonuç olarak kayaçların petrografik, fizikomekanik özellikleri ile farklı koşullardaki su emme kapasiteleri arasında yakın bir ilişki olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, piroklastik kayaçların, kil oranı yüksek olan andezitlerin, hidrotermal ve atmosferik etkilerle ayrışmaya uğramış bazaltların ve bünyesinde bol kırık-çatlak içeren karbonatlı kayaçların yapı taşı olarak kullanılan diğer kayaç türlerine göre oldukça yüksek su emme potansiyellerine sahip olduğu görülmüştür. Bu özelliğinden dolayı özellikle geçmiş dönemlerdeki yapıların üzerinde gözlenen fiziksel bozunmaların en önemli nedeninin bu tür kayaçların yapıda yanlış yerde kullanılması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Yapı malzemesi olarak tercih edilecek kayaçların bozunmasına sebep olan en önemli faktörlerden biri olan, kayacın su emme koşullarına karşı davranışının daha önceden belirlenmesi, inşaat firmalarına prestij ve ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacaktır.

Tarihi yapıların restorasyonu yapılırken kullanılacak yapı taşlarının su emme koşullarından etkilenmeyen veya en az etkilenenlerin tercih edilmesi kültürel mirasın daha uzun süreyle korunmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

Atabey, E., Göncüoğlu, M, C. ve Turhan, N., 1/100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi KOZAN-J paftası, **MTA Genel Müdürlüğü**, Ankara, 1990.

Ataman, G., A Study on the Radiometric Age of Cefalıkdağ, one of the Granite-Granadiorite Bodies Outcropping on the South-East, **Hacettepe Science and Engineering Journal**, sf. 44-49., Ankara, 1972.

Aydan, Ö., Tano, H., Watanabe, H., Ulusay, R. ve Tuncay, E., “Kapadokya bölgesinde antik ve güncel kaya yapılarının kaya mekaniği açısından değerlendirilmesi.” **Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu**, 1-12., Niğde 17-20 Ekim 2007.

Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akın, L., Ersoy, O., Şen, E., Duncan R.A. ve atıcı, G., Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, 2011.

Batum, İ., Nevşehir Güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl Volkanitlerinin jeokimyası ve petrografisi. **H.Ü. Yerbilimleri Dergisi**, C.4, Sayı 1-2, S. 27-34., 1978.

Beekman, P.H., The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasandağ-Melendizdağ region. **MTA Bull.**, Vol. 66, 99-106., 1966.

Bell, F.G., **Engineering Geology and Construction**. Spon Press; 2004.

Benavente, D., Cueto, J., Martinez, N., Garcia, M.A. and Canaveras, J.C., The influence of petrophysical properties on the salt weathering of porous building rocks. **Environmental Geology**, Vol. 52, pp. 197-206., 2004.

Biricik, S.A., Karstik Hidroloji ve Kaynaklar, **Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Yüksek Lisans Ders Notları., sf. 12., İstanbul, 1990.

Blumenthal, M., Yüksek Bolcardağı kuzey kenarı bölgelerinin ve batı uzantılarının jeolojisi, *M.T.A. Enst.* Seri D, No: Ankara, 7, 153 s., 1956.

Bozdağ, A., “Tuz kristallenmesinin kayaçların mühendislik parametreleri üzerine etkisi.” *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 2013.

Boztuğ, D., Güney, Ö., Heizler, M., Jonckheere, R., Tichomirova, M. and Otlı, N., 207Pb-206Pb, 40Ar-39Ar and fission-track geothermochronology quantifying cooling and exhumation history of the Kaman-Kırşehir region intrusions, Central Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18, 85–108, 2009.

Cueto, N., Benavente D., Martínez-Martínez, J. and García-del-Cura, M.A., Rock fabric, pore geometry and mineralogy effects on water transport in fractured dolostones. *Engineering Geology*, 107: 1-15., 2009.

Carretero, M.I., and Galan, E., Marine spray and urban pollution as the main factors of Stone damage in the Cathedral of Malaga (Spain). In: Riederer, J. (Eds.), Deterioration and Consevation of stone. *Proceedings of the Eighth International Congress, Berlin*, September 30- October 4, 311-324., 1996.

Çevikbaş, A. ve Öztunalı, Ö., Ulukışla-Çamardı (Niğde) Mestrihtiyen sonrası çökel havzasının jeolojisi, *MTA Dergisi*, 114, s. 155-172., 1992.

De Beer, J.H., Subjective classification of the hardness of rocks and the associated shear strength, *Proc. 4th Reg. Cong. Afr. Soil Mech, Found Engineering*, 396-398, Capctawn., 1967.

De Gennaro, M., Calcaterra, D., Cappelletti, P., Langella, A. and Morra, V., Building stone and related weathering in the architecture of the ancient city of Naples. *Journal of Cultural Heritage*; 1: 399–414., 2001.

Demirkol, C., Sultandağ kuzeybatısının jeolojisi ve Beyşehir–Hoyran napı ile ilişkileri. *TÜBİTAK, Temel Bilimler Araştırma Grubu*, Proje no: TBAG–382, Ankara, 56 (yayınlanmamış), 1981.

Demirtaşlı, E., “Pınarbaşı-Sarız-Mağara ilçeleri arasındaki sahanın litostratigrafi birimleri ve petrol imkanları,” *MTA Rap.*, 3489 (yayımlanmamış), Ankara., 1967.

Deere, D.U. and Miller, R.P., Engineering classification and index properties for intact rock, Technical Report No. AFWL-TR-65-116, *Air Force Weapons Lab.*, Kirtland Air Force Base, 308 pp., 1966.

Dinçer, İ., Özvan A., Akın, M., Tapan, M. ve Oyan, V., İgnimbiritlerin Kapiler Su Emme Potansiyellerinin Değerlendirilmesi: Ahlat Taşı Örneği, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, sf. 10, 2013.

Dönmez, M., Türkecan, A. ve Akçay, A.E., Kayseri-Niğde-Nevşehir Yöresi Tersiyer Volkanitleri, *M.T.A Genel Müdürlüğü* Jeoloji Etüdlere Dairesi Başkanlığı, Ankara, Derleme No: 10575., 2003.

Drever, J.I. and Stillings, L.L., The role of organic acid in mineral weathering. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 120, 167-181., 1997.

Ercan, T., Tokel, S., Can, B., Fişekçi, A., Fujitani, T., Notsu, K., Selvi, Y., Ölmez, M., Matsuda, J. I., Ul, T., Yıldırım, T. ve Akbaşlı, A., Hasandağ-Karacadağ (Orta Anadolu), dolaylarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmanın kökeni ve evrimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 18, 39-54., 1990.

Erguvanlı, K., Mühendislik Jeolojisi. *İTÜ Gümüşsuyu Matbaası*, İstanbul, 590 s., 1975.

Feng, X.T., Chen, S. and Li, S., Effects of water chemistry on microcracking and compressive strength of granite. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences* 38 , 557–568., 2001.

Gamble, J. C., Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks, *Ph.D Thesis, University of Illinois*, 1971.

Goodman, R.E., Introduction to Rock Mechanics. *2nd Edition, John Wiley & Sons*, New York, 562 pp., 1989.

Goudie, A.S., Experimental salt weathering of limestones in relation to rock properties. *Earth Surface Processes and Landforms*. 24: 715–724., 1999.

Göncüoğlu, M. C., Geochronological data from the southern part (Niğde area) of the Central Anatolian Massif. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 105/106, 111–24., 1986.

Göncüoğlu, M.C. and Toprak, V., Neogene and Quaternary volcanism of central Anatolia: a volcano-structural evolution, *Bulletin de la Section de Volcanologie*, So. Geol. France, 26; 1-6., 1992.

Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Erler, A., ve Yalnız, K., Orta Anadolu Masifinin Doğu Bölümünün Jeolojisi. Sivas, *TPAO Raporu*, Rapor No:3535, 135s., 1994.

Güleç, N., Rb-Sr isotope data from the Ağacören Granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 3, pp.39-43., 1994.

Halsey, D.P., Mitchell, D.J. and Dews, S.J., Influence of climatically induced cycles in physical weathering. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 31, 359-367.

Heinrichs, K., Diagnosis of weathering damage on rock-cut monuments in Petra, Jordan. *Environ Geol* 2008;56: 643–675., 1998.

ISRM (International Society for Rock Mechanics), Rock characterization, testing and monitoring: ISRM Suggested methods. E.T Brown (ed.), *Pergamon Press*, 211 pp., 1981.

ISRM (International Society for Rock Mechanics), The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974–2006. In: Ulusay and Hudson (Eds.), Suggested methods prepared by the commission on testing methods, *International Society for Rock Mechanics. ISRM Turkish National Group*, Ankara, Turkey., p.628., 2007.

İlbeyli, N., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G., Petrogenesis of collision-related plutonics in central Anatolia, Turkey. *Lithos* 72, 163–182., 2004.

İlbeyli, N., Mineralogical-geochemical constraints on intrusives in central Anatolia, Turkey: tectono-magmatic evolution and characteristics of mantle source, *Geol. Mag.*, 142 (2), pp. 187-207., 2005.

İlbeyli, N., Pearce, J.A., Meighan, I.A. and Fallick, A.E., Contemporaneous Late Cretaceous Calc-alkaline and Alkaline Magmatism in Central Anatolia, Turkey: Oxygen Isotope Constraints on Petrogenesis, *Turkish J. Earth Sci.*, Vol. 18, 2009, pp. 529–547., 2009.

İnce, İ., Donma-çözülme döngüsünün kayaçların mühendislik parametreleri üzerine etkisi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 2013.

Innocenti, F., Mazzuoli, G., Pasquare, F., Radicati Di Brozolo, F. and Villari, L., The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia; geochronological data on Kayseri-Niğde area. *Geol. Mag.* 112 (4), 349-360., 1975.

Jung, D., Keller, J. ve Eckhard, F.J., Orta Anadolu'nun Senozoyik Volkanizması, *M.T.A. Raporu Derleme* No:4731/1, 1972.

Kadıoğlu, Y.K. and Güleç, N., Structural setting of gabbros in the Ağaören granitoid: implications from geological and geophysical (resistivity) data, *TÜBİTAK Turkish Journal of Earth Sciences*, vol. 5, pp.153-159, 1996.

Kahraman, S., Fener, M. and Günaydın, O., Predicting the Schmidt hammer values of in-situ intact rock from core sample values, *Int. J. Rock mech. and Mining Sci.* 39, 395-399, 2002.

Killip, JR., Cheetham, DW., The prevention of rain penetration through external walls and joints by means of pressure equalisation. *Build Environ*; 22:81–91, 1984.

Koçyiğit, A., Sarıkaya-Üçbaş (Karaman) yöresinin jeolojisi, *T.J.K. Bülteni*, 21, 77-87, Ankara, 1978,

Koralay, T., İncesu ignimbiritinin (Kayseri) Jeolojisi, Petrolojisi ve Ayırtman Özellikleri. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Doktora Tezi. 302 sayfa, 2006.

Korkanç, M., İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, **Jeoloji Mühendisliği Dergisi**, Sayı 66, Cilt 31 (1), 40-49., 2007.

Lee, D.S., Lee, CH., Kim, J. and Yang, HJ., Geochemical characteristics of surface efflorescence on the seventh century stone pagoda in Republic of Korea. **Environ Geol**; 58: 197-204, 2009.

Larson, T.D. and Cady, P.D., Identification of Frost Susceptible Particles in Concrete Aggregates. National Cooperative Research Program. Report 66, **Highway Research Board**, Washington Dc, 1969.

Le Pennec, J.L., Bourdier, J.L., Froger., Temel, A., Camus, G. and Gourgaud, A., Neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints. **J. Volcanol. Geotherm. Res.** 63, 59–87, 1994.

Lourenço, PB., Luso, E. and Almeida, MG., Defects and moisture problems in buildings from historical city centres:a case study in Portugal. **Build Environ**; 41:223-234, 2006.

Marevelaki-Kalaitzaki, P. and Biscontin, G., Origin, characteristics and morphology of weathering crusts on Istria Stone in Venice. **Atmospheric Environment** 33, 1699-1709, 1999.

McNally, G.H., Soil and rock construction materials. **E and FN Spon**, Firts published, London and New York, 403 pp, 1998.

Metin, S., Doğu Toroslar'da Derebaşı (Develi), Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) köyleri arasının jeolojisi, **İ.Ü. Mühendislik Fak. Jeol. Müh. Bölümü**, Doktora Tezi, İstanbul, 1983.

Moos, A. V., and Quarvayn, F, De., Technische Gesteinkunde, S.8-11,52-53 **Birkhauser** Basel., 1948.

MTA. 1:500.000 jeoloji haritası Kayseri paftası (Ed. M. Şenel); **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, Ankara, 2002.

Nazik., A. ve Gökçen, N., Ulukışla Tersiyer istifinin foraminifer ve ostrakod faunasına göre stratigrafik yorumu, **Türkiye Jeoloji Bülteni**, 32, ss. 89-99, 1989.

NBG (Norwegian Group for Rock Mechanics), Engineering Geology and Rock Engineering. *Handbook* No 2, 249 pp, 1985.

Nickmann, M., Spaun, G. and Thuro, K., Engineering geological classification of weak rocks, Engineering geology for tomorrow's cities, *The 10th IAEG International Congress*, Nottingham, United Kingdom, 6-10 September 2006, IAEG2006 Paper number: 492, pp. 1-9, 2006.

Okay, A.C., Kayseri, Niğde ve Tuzgölü arasındaki bölgenin jeolojisi. *M.T.A. Raporu*, Rapor No:2252 (yayınlanmamış), 1954.

Öncel, M.S., Şarkikaraağaç-Yalvaç (Isparta) arasının jeolojisi ve boksit zuhurlarının mineralojik, petrografik, jeokimyasal incelemesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Enst.*, Doktora Tezi, Konya, 147 s, 1995.

Özdemir, A., Bazı Yapı Malzemelerinin Kapiler Su Emme Potansiyelleri, *Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Dergisi*; 26 (1) 19-32, 2002.

Özgül, N., Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar'ın Kuzey Kesimi) Dolaylarında Yer Alan Tektono – Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi. *MTA Enst. Derg.* 119, 117–174, 1997.

Pampal, S., Adana havzası kuzey kesiminin stratigrafisi: *T. J. K. Bült.*, s 5, Ankara, 1984.

Pasquare, G., Geology of Cenozoic volcanic area of Central Anatolia. *Memorie: Roma, Accademia Nazionale Dei Lincei*, 55-204., 1968.

Postacıoğlu, B., Beton, Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton. Cilt 1-2, *Teknik Kitaplar Yayınevi*, İstanbul, 404 s., 1987.

Sandrolini, F. and Franzoni, E., An operative protocol for reliable measurements of moisture in porous materials of ancient buildings. *Build Environ*; 41:1372-80.4., 2006.

Schumacher, R., Keller, J. and Bayhan, H., Depositional characteristics of ignimbrites in Cappadocia, Central Anatolia, Turkey., *Proc. Int. Earth Sci. Congr. on Aegean Regions, IESCA*, 1990, 2: 435-449., 1990.

Schumacher, R., Schumacher, U. M., The Kızılkaya Ignimbrite- an unusual low aspect-ratio ignimbrite from Cappadocia, Central Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 70., 107-121., 1996.

Schumacher, U.M., Schumacher, R., Götte-Viereck, G.L. and Lepetit, P., Areal Distribution and Bulk Rock Density Variations of the Welded İncesu Ignimbrite, Central Anatolia, Turkey. *Turkish J. Earth Sci.*, vol. 13, p.249-267., 2004.

Snethlage, R., Leitfaden zur Steinkonservierung. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart., 2005.

Solak, B., İgnimbiritlerin Petrografik Özellikleri ile Jeomekanik Özellikleri Arasındaki İlişkileri. *Niğde Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*, 2012.

Sousa, L.M.O., Del Rio, L.M.S., Calleja, L., De Argandona, V.G.R. and Rey, A.R., Influence of microfractures and porosity on the physico-mechanical properties and weathering of ornamental granites. *Engineering Geology*, Vol. 77, pp. 153-168., 2005.

Şafak, Ü., Karaman yöresi Üst Miyosen-Pliyosen istifinin ostrakod faunası ve ortamsal yorumu: *M.T.A. Derg.*, 119,89-102., 1997.

Şen, E., Erciyes Stratovulkanı' nın (Orta Anadolu) volkanolojik ve petrolojik gelişiminin incelenmesi. *Yüksek Mühendislik Tezi*. Hacettepe Üniversitesi, 197 sayfa., 1997.

Şen, E., Kürkcüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A. and Vincent, P.M., Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey). *J. Vol. Geotherm. Res.*, vol.125, p.225-246., 2003.

Tahran, F., Mühendislik Jeoloji Prensipleri, *K.T.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi yayını*, No:41, Trabzon., 1996.

Temel, A., Kapadokya eksplosif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Hacettepe Üniversitesi *Doktora Tezi* (Yayınlanmamış), 1992.

Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Le Penneç, J.L., Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 85, 447–471., 1998.

Theoulakis, P., ve Moropoulou, A., Microstructural and mechanical parameters determining the susceptibility of porous building stones to salt decay. *Constr Build Materials* 11 (1): 65–71., 1997.

Tomašić, I., Lukić D., Peček, N. and Kršinić, A., Dynamics of capillary water absorption in natural stone, *Bull Eng Geol Environ*, 70:673–680., 2011.

Topal, T. and Doyuran, V., Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff. *Engineering Geology*; 47: 175-187., 1997.

Topal, T. and Sözmen, B., Deterioration mechanisms of tuffs in Midas monument. *Engineering Geology*; 68: 201–223., 2000.

Torraca, C., Porous Bulding Materials, *Materials Science For Architectural Conservation*, 3th Edition, ICCROM Roma, 149 p. 1988.

Trechsel, H.R., Moisture control in buildings. Conshohocken: *ASTM*; 1994.

TS EN 1925, Doğal Taşlar-Deney Metotları-Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2000.

TSE, TS 699 - Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara; 82 s, 2009.

Tuğrul, A. and Zarif, I.H., Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of selected granitic rocks from Turkey, *Engineering Geology*, 51, 303–317., 1999.

Turan, A., Bağbaşı-Korualan (Hadim-Konya) arasındaki otokton ve allokton serilerin ayrıntılı stratigrafisi ve jeolojik evrimi. *S.Ü. Araştırma Fonu Projesi*, No: 92/108, 60 s., 1995.

Turan, A., Korualan – Bağbaşı (Hadim – Konya) arasındaki bölgenin yapısal özellikleri; *D.E.Ü Müh. Fak. Fen ve Mühendislik Derg.* Cilt 2, Sayı 3, 51–66., 2000.

Türkecan, A., Akçay, A. E., Satır, M., Dönmez, M ve Ercan, T., Melendiz Dağları (Niğde) volkanizması. *56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı*, 16-17., 2003.

Türkdönmez, O. and Bozcu, M., The Geological, Petrographical and Engineering Properties of Rhyolitic Tuffs (Çan Stone) in Çan-Etili Area (Çanakkale), NW Turkey: Their Usage as Building and Covering Stones, *Open Journal of Geology*, 2, 25-33., 2012.

Türeli, T.K., Geology, petrography and geochemistry of Ekecikdağ Plütonic Rocks (Aksaray Region, Central Anatolia). *ODTÜ*, Doktora Tezi, 194p, 1991.

Türeli, T., K., Göncüoğlu, M., C. ve Akıman, O., Ekecikdağ Granitoyidinin Petrolojisi ve Kökeni (Orta Anadolu Kristalen Kütlesi Batısı), *MTA Dergisi*, 115, 15-28., 1993.

Ulusoy, M., Different igneous masonry blocks and salt crystal weathering rates in the architecture of historical city of Konya. *Build Environ*; 42:3014-3024., 2007.

UNE-EN 1925. Natural stone test method. Determination of water absorption coefficient by capillarity; 13 p, 1999.

Van, T.T., Beck, K., ve Al-Mukhtar, M., Accelerated weathering tests on two highly porous limestones. *Environmental Geology*, Vol. 52, pp. 411-420, 2007.

Vazquez, P., Alonso, F.J., Esbert, R.M. and Ordaz, J., Ornamental granites: Relationship between p-waves velocity, water capillary absorption and crack network. *Construction and Building Materials*; 24: 2536-2541., 2010.

Yavuz, A.B. and Topal, T., Thermal and salt crystallization effects on marble deterioration: Examples from Western Anatolia, Turkey. *Engineering Geology*; 90:30-40., 2007.

Zedef, V., Koçak, K., Döyen, A., Özşen, H. And Kekeç, B., Effect of salt crystallization on stones of historical buildings and monuments, Konya, Central Turkey., *Build Environ*; 42:1453-1457, 2007

ÖZ GEÇMİŞ

Erkan Ceylan 16.11.1990 tarihinde Van-Gevaş'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Van'da lise öğrenimini ise İzmir'de tamamladı. 2008 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Haziran 2012'de dereceyle mezun oldu. Eylül 2012'de Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Bilim dalındaki ilgi alanını Malzeme Bilimi ve Zemin Mekaniği konuları oluşturmaktadır.