

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PİROKLASTİK KAYAÇLARDA MİKRO-YAPININ
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE
ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Seval ÇADIR**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. İsmail DİNÇER**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2018
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PİROKLASTİK KAYAÇLARDA MİKRO-YAPININ
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE
ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Seval ÇADIR**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. İsmail DİNÇER**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2018
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. İsmail DİNÇER danışmanlığında Seval ÇADIR tarafından hazırlanan “Piroklastik Kayaçalarda Mikro-Yapının Fiziksel ve Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

28/02/2018

JÜRİ

Başkan: Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Üye: Doç. Dr. İsmail DİNÇER

Üye: Yrd. Doç. Dr. Müge AKIN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ayşe ORHAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **11.3.2018**...tarih ve...**09-95**... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

28/02/2018
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Saitan ÖZTÜRK

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

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

Seval ÇADIR



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan danışman hocam sayın Doç. Dr. İsmail DİNÇER'e,

Desteklerinden dolayı Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri Doç. Dr. Mutluhan AKIN'a, Doç. Dr. Feyza DİNÇER'e, Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Ayşe ORHAN'a,

Maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli AİLEME, teşekkür ederim.

PİROKLASTİK KAYAÇLARDA MİKRO-YAPININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Seval ÇADIR

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2018

ÖZET

Kapadokya Bölgesinden 6 farklı lokasyondan toplam 14 adet piroklastik kayaç örneği alınmıştır. Bu çalışmada, Kapadokya Bölgesinde geniş yayılım sunan piroklastik kayaçların sahip oldukları mikro-yapısal özelliklerin jeomekanik özellikler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Söz konusu örneklerin mikro-yapısal ve jeomekanik özelliklerini belirlemek amacıyla, bir dizi laboratuvar çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda, doku şekli, kaynaşma derecesi, bileşen oranı ve bileşen şekil parametreleri gibi mikro-yapısal parametreler belirlenmiştir. Buna göre, dokusal ve toplam kristal oranı gibi mikro-yapısal parametreler dayanım üzerinde oldukça etkili olurken, şekil parametrelerinin dayanım üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Mikro-yapı ile dayanım arasındaki ilişkinin tek bir mikroyapısal parametre üzerinden değil de tamamını kapsayacak genel bir mikro-yapısal indeks yaklaşımıyla değerlendirmenin daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İgnimbirit, mikroyapı, jeomekanik özellikler, şekil parametreleri

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İsmail DİNÇER

Sayfa Adedi: 91

**THE EFFECTS OF MICRO STRUCTURAL CHARACTERISTICS ON
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES IN PYROCLASTIC ROCKS**

(M. Sc. Thesis)

Seval ÇADIR

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

February 2018

ABSTRACT

The 14 pyroclastic rock samples were taken from 6 different locations in Cappadocia Region and a series of laboratory works were carried out to determine the microstructural and geomechanical properties of the pyroclastic rocks. The effects of microstructural features on geomechanical properties of pyroclastic rocks which are widely observed in Cappadocia Region were investigated in this study. Microstructural parameters such as texture, welding degree, component ratio, shape parameters of components have been determined in this scope. According to this, geomechanical properties of ignimbrites are extremely controlled by texture and total crystal ratio, while the shape parameters have no effect on it. A combined microstructural index should be used by evaluating of microstructural effect on geomechanical properties instead of using a single microstructural parameter.

Key Words: Ignimbrite, microstructure, geomechanical properties, figure parameters

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İsmail DİNÇER

Page Number: 91

İÇİNDEKİLER

ONAY	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
1 BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam	2
1.2 İnceleme Alanının Tanıtımı	2
1.3. Bölgesel Jeoloji	3
2 BÖLÜM	6
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1 Piroklastik Kayaçlar ile İlgili Çalışmalar	6
2.2 Diğer Kayaçlar ile ilgili Çalışmalar	8
3 BÖLÜM	12
MATERYAL VE METOD	12
3.1 Materyal	12
3.1.1 Başdere Örnekleme Alanı	12
3.1.2 Demirtaş Örnekleme Alanı	12
3.1.3 Ortahisar Örnekleme Alanı	13

3.1.4	Böлтаş Örnekleme Alanı.....	14
3.1.5	Nevbitaş Örnekleme Alanı.....	14
3.1.6	Kavak Örnekleme Alanı.....	16
3.2	Metod	16
3.2.1	Literatür Taraması.....	16
3.2.2	Laboratuvar Çalışmaları.....	17
3.2.3	Büro Çalışmaları	30
4	BÖLÜM	31
	BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1	İğnimbiritlerin Jeokimyasal Özellikleri	31
4.2	İğnimbiritlerin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri	32
4.3	İğnimbiritlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri	40
4.4	Mikro-Yapısal Özellikler	41
4.4.1	Doku ve Kaynaşma Derecesi	42
4.4.2	Bileşen Oranları	46
4.4.3	Şekil Tanımlamaları.....	48
4.4.4	X-RAY CT Analizleri.....	57
4.5	Fiziko Mekanik Özellikler ile MikroYapının İlişkisi	66
5	BÖLÜM	72
	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	72
	KAYNAKLAR.....	74
	EKLER	78

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Çalışma alanı yerbulduru haritası.....	3
Şekil 1.2	Çalışma alanının jeoloji haritası.....	5
Şekil 3.1	Örnek lokasyonlarının genel görünümü a) Başdere, b)Demirtaş, c) Ortahisar d) Ortahisar e) Böltaş f) Kavak g) Nevbitaş.....	15
Şekil 3.2	Hipokristalin doku örneği (foto boyutu 7 mm) [39]	19
Şekil 3.3	Vitrofirik doku örneği (Görüntü alanı 2 mm) [39].....	20
Şekil 3.4	Eutaxitic (öteksitik) doku örneği (Görüntü alanı 2 mm) [36].....	20
Şekil 3.5	Bu çalışmada kullanılan kaynaşma derecelerinin (I-VI) makro ve mikro görünümleri n: porozite, γ_n : normalize edilmiş yoğunluk ([10] dan alınmıştır).	22
Şekil 3.6	Mikro-yapısal parametrelerin hesaplanması için yapılan ölçümler (KV02)	23
Şekil 3.7	Bileşen oranların belirlenmesi için oluşturulan poligon örnekleri	24
Şekil 3.8	Şekil parametrelerin belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümler	26
Şekil 3.9	Dairesel ve dairesel olmayan sehmentler için şekil faktörlerin değişimi [34].	28
Şekil 3.10	Yüzey ortalama girinti oranı tipik değerleri (PARIS) [34].	29
Şekil 4.1	Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerin toplam alkali-silika $[(\%Na_2O+K_2O)-\%SiO_2]$ diyagramında sınıflaması [38].....	31
Şekil 4.2	BD01 Makroskobik görüntüleri (M: Mika mineralleri).....	32
Şekil 4.3	DT01(a, b) ve DTO2' nin (c, d) Makroskobik görüntüleri (KP: Kayaç parçası, F: Feldispat, M: Mika mineralleri).....	33
Şekil 4.4	OH01(a, b) ve OH02'in(c, d) Makroskobik görüntüleri (F: Feldspat, M: Mika mineralleri).....	34
Şekil 4.5	BT01(a, b), BT02(c, d) ve BT03'ün(e, f) Makroskobik görüntüleri (KP: Kayaç parçası, M: Mika mineraller, F: Feldispat P: Pomza)	35
Şekil 4.6	NBT01 (a), NBT02 (b) ve NBT03 (c) Makroskobik Görüntüleri (KP: Kayaç	

Parçası, K:Kuvars, P: Pomza)	36
Şekil 4.7 KV01(a, b), KV02(c, d) ve KV03'ün(e, f) Makroskobik görüntüleri (KP: Kayaç parçası, M: Mika mineraller, F: Feldispat, LM: Litik malzeme)	37
Şekil 4.8 XRD analiz sonuçları (ku: Kuvars, ka: Kaolin, or: Ortoklaz, mu: Muskovit, fl: Feldispat, Plj: plajiyoklaz, ca: Kalsit).....	39
Şekil 4.9 BD01 nolu örneğe ait camı (Vitrofirik) dokunun çift nikol mikroskop görüntüsü.....	44
Şekil 4.10 DT02 nolu örneğe ait camı (Vitrofirik) dokunun çift nikol mikroskop görüntüsü.....	44
Şekil 4.11 Kristal, pomza, litik ve boşluk oranının belirlenmesi (BT02 Nolu örnek) ..	46
Şekil 4.12 Örneklerin bileşenlerinin ortalama boy-en (b/a) oranları	53
Şekil 4.13 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama aksenal (a/b) oranları	54
Şekil 4.14 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama şekil faktörü (SF1) oranları.....	55
Şekil 4.15 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama şekil faktörü (SF2) oranları.....	56
Şekil 4.16 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama yüzey girinti oranı (PARIS) oranları.	56
Şekil 4.17 İncelenen örneklerin CT analizlerinde elde edilen görünüşleri	58
Şekil 4.18 Görünür porozite ve boşluk oranının karşılaştırılması.....	59
Şekil 4.19 BD01 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı	60
Şekil 4.20 OH01 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı.....	61
Şekil 4.21 BT01 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı	62
Şekil 4.22 BT02 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı	63
Şekil 4.23 BT03 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı	64
Şekil 4.24 NBT02 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı.....	64
Şekil 4.25 KV02 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı.....	65
Şekil 4.26 KV03 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı.....	65

Şekil 4.27	Kaynaşma derecesine göre tek eksenli sıkışma dayanımının değişimi	67
Şekil 4.28	Toplam kristal oranı ile tek eksenli sıkışma dayanımının karşılaştırılması .	68
Şekil 4.29	Mikro-yapı ve dayanım ilişkisinin şematik gösterimi	68
Şekil 4.30	Toplam bileşenlerin matrikse oranı ile tek eksenli sıkışma dayanımının karşılaştırılması	69
Şekil 4.31	Örneklere göre pomza b/a oranlarının ve tek eksenli sıkışma dayanımının değişimi.....	70
Şekil 4.32	Pomza b/a oranlarının ve tek eksenli sıkışma dayanımı ile karşılaştırılması	71



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1	Kaynaşma dereceleri için kullanılan petrografik özellikler [10].....	21
Tablo 3.2	Kaynaşma dereceleri için fiziksel özelliklerin değişim aralığı [10].....	23
Tablo 4.1	Mineral oranlarının örneklere göre değişimi (%).....	38
Tablo 4.2	İncelenen Numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri.....	41
Tablo 4.3	Çalışmada kullanılan örneklerin lokasyon ve kısa petrografik tanımı	43
Tablo 4.4	İgnimbiritlerin kaynama derecesi ve tanımlamaları	45
Tablo 4.5	Fenokristallerin yüzde dağılımları (%).....	47
Tablo 4.6	Pomza, volkanik cam, boşluk ve litik malzeme oranlarının yüzde dağılımları (%)	48

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Piroklastik kayalar sahip oldukları karmaşık oluşum sürecinden dolayı çok farklı ve değişken jeomekanik davranışlar sergileyebilmektedir. Bu durum piroklastik kayaları mühendislik jeolojisi ve yapı malzemesi açısından dikkat edilmesi gereken kaya sınıfına sokmaktadır. Birçok kaya tipinde olduğu gibi şüphesiz piroklastik kayalarında sahip oldukları mikro-yapı, jeomekanik özelliklerini etkilemesi beklenir. Bu duruma örnek olarak kayaların dayanımının, dokusal ve mineralojik özellikler tarafından etkilendiğini konu alan bir çok çalışma bulunmaktadır [1-8]. Moon [9] yapmış olduğu çalışmada piroklastik kaya türü olan ignimbiritleri incelemiş ve mikroyapının ignimbiritlerin jeomekanik davranışlarını kontrol eden en önemli faktör olduğunu savunmuştur. Özellikle matriksi oluşturan cam parçalarının paketlenmesi ve cam parçalarının kaynaşması tek eksenli sıkışma dayanımını ve suda dağılmaya karşı duraylılığını üzerinde etkili olmakta ve kontrol etmektedir. Buna ek olarak Moon [9], aynı çalışmada, kristal ve kristal boyutu diğer ikinci önemli mikro yapısal faktörler olduğu belirtilmiştir. İgnimbiritlerde kaynaşma camsı piroklastların sıcaklık ve sıkışma yükü altında düzleşmesini kapsamakta olup, kaynaşma derecesi ignimbiritlerin petrografik ve fiziksel özelliklerini kontrol etmektedir [10].

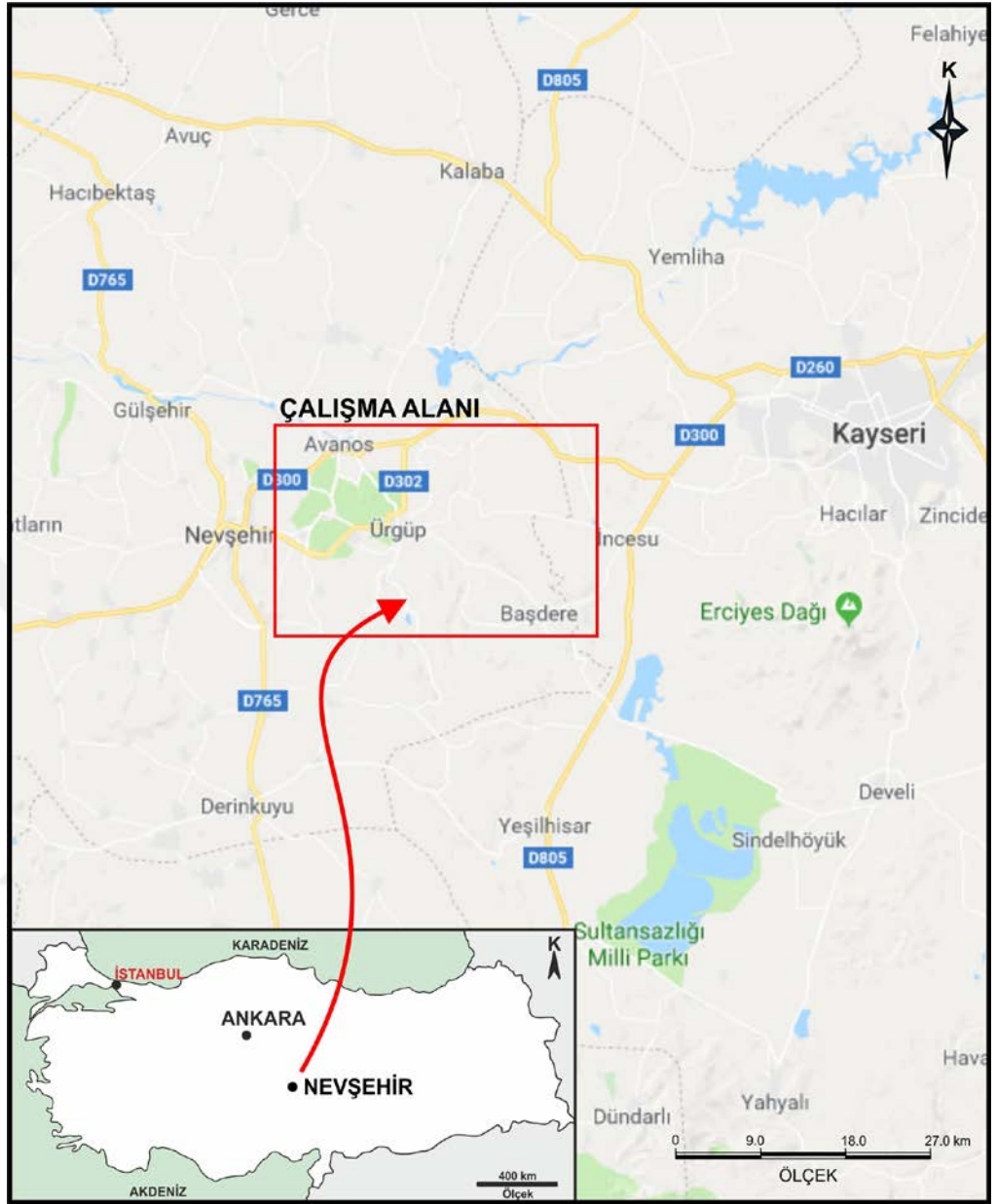
Çalışmaya konu olan piroklastik kayalar Kapadokya Bölgesinde yer almakta olup, özellikle Üst Miyosen döneminde yoğun olan volkanik aktivite sonucunda oluşmuştur. Piroklastik malzemelerden oluşan bu farklı seviyeler Ürgüp Formasyonu adı altında tanımlanmıştır. Ürgüp Formasyonu farklı türde ve kalınlıkta üyelerden oluşmaktadır. İlgili formasyonun tabanını oluşturan Kavak Üyesi Kapadokya Bölgesinin sahip olduğu bir çok doğal, tarihi ve kültürel mirasa ev sahipliği yapmaktadır. Piroklastik kayalar Nevşehir yöresinde yaygın olarak bulunması ve ignimbirit karakterinde olanların kolaylıkla şekil verilebilmesinden dolayı, yapı malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geçmiş dönemlerde özellikle tarihi yapılarda ve düşük katlı binalarda yapı taşı olarak kullanılırken, günümüzde ise daha çok bina dış yüzey kaplamasında ve ağırlıklı olarak, restorasyon çalışmalarında tercih edilmektedir [11].

1.1 Amaç ve Kapsam

Bilindiği üzere Kapadokya sahip olduğu tarihi, kültürel ve doğal miraslardan dolayı ülkemizde hatta dünyada ayrı bir konuma sahiptir. Söz konusu tarihi, kültürel ve doğal mirasların tamamı, piroklastik kayalar içerisinde veya üzerinde yer almaktadır. Bu yapılar zamanla çevresel etkilerden dolayı deforme olup bütünlüklerini kaybedebilmektedirler. Bu yapıların maruz kaldıkları bozunma süreçlerine karşı bazı önlemler geliştirilebilmesi büyük önem arz etmektedir. Söz konusu kayaların sahip oldukları mikro-yapı ve dayanım arasındaki ilişkinin belirlenmesi bu konuda farklı alternatiflerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bundan dolayı, Kapadokya Bölgesinden alınan piroklastik kaya örneklerinin sahip oldukları jeomekanik özellikler ile mikroyapının ilişkisini ortaya konulması bu çalışmanın amacını ve kapsamını oluşturmaktadır. Bunun için Nevşehir yöresinde yaygın olarak gözlenen ve yine yörede yapı taşı olarak kullanılan piroklastik kayalardan örnekler alınmıştır. Daha sonra Orhan ve Dinçer [12] tarafından belirlenen fiziko mekanik özellikler ile bu çalışma sonucu belirlenen mikro yapısal parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

1.2 İnceleme Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı İç Anadolu bölgesinde yer alan Nevşehir il sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Anadolu ve Afrika plakalarının çarpışmasından dolayı Kapadokya bölgesinde Üst Miyosen'den Kuvaterner dönemine kadar yoğun bir volkanik aktivite olmuştur. Bu volkanik aktiviteler sonucunda bölgede çok kalın bir piroklastik malzeme birikimi meydana gelmiştir. Bu malzemeler Peribacası olarak adlandırılan dünyanın hayranlıkla izlediği eşsiz jeolojik yapıların oluşmasına sebep olmuştur. Bunun yanında ilgili kaya birimleri kolaylıkla işlenebilir olmasından dolayı, yörede kaya oyma kiliselerinin yapımında da tercih edilmiştir. Örnekleme noktaları olarak tarihi zamanda işletilmiş ve günümüzde halen işletilen Nevşehir yöresinde yüzeyleyen Ürgüp Formasyonuna ait farklı seviyeler tercih edilmiştir. Böylece farklı renk ve dokusal özellikler sergileyen malzemelerin yanal ve düşey yönde değişimleri ve fiziko-mekanik özellikleri değerlendirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.1 Çalışma alanı yerbulduru haritası

1.3. Bölgesel Jeoloji

Kapadokya Bölgesi, NE-SW yönünde bir kuşak boyunca uzanmış, boyu 250 km'den daha fazla ve genişliği 40-60 km arasında olan Kapodakya Volkanik Alanı (CVP) içerisinde yer alır [13]. Bölgenin güneyi Toros sıradağları ve batıda Tuz Gölü fay zone ile sınırlanmış bölge doğuda ise Ecemiş Fay zone ile sınırlanmıştır. Ayrıca bölgenin doğusunda ve batısında ise sırasıyla Kuvaterner yaşlı Hasandağ ve Erciyes strato-volkanları yer almaktadır [14]. Kapadokya Bölgesindeki volkanların püskürmeleri

Üst Miyosen'den başlayıp Holosen'e kadar sürmüştür. Neojen gölleri altındaki yanardağlardan çıkan lavlar, plato göller ve akarsular üzerinde 100-150 m kalınlığında, farklı renklerde bir tuf tabakası meydana getirmiştir. Bu tabakanın yapısında tufün dışında tüffit, ignimbirit, lahar volkan külü, kil, kumtaşı, marn, aglomera ve bazalt gibi kayalar da bulunmaktadır. Ana kayalardan püsküren maddelerle şekillenen plato, şiddeti daha küçük volkanların püskürmeleriyle sürekli değişime uğramıştır. Üst Pliosen'den başlayarak, başta Kızılırmak olmak üzere akarsu ve göllerin bu tuf tabakasını aşındırmaları nedeni ile bölge bugünkü halini almıştır [15].

Kapodakya Bölgesi Pre-Neojen taban kayaları, Neojen tortul kayaları (kırmızı çamurtaşı, kumtaşı ve konglomera), Neojen volkanik sedimanter birimi (tüfler ve ignimbiritler) ve Kuvaterner döneminin volkanik kayalarından (ignimbiritler, andezitler, bazaltlar) oluşmaktadır. Örnekleme alanı genelde Kapodakya Volkanik Bölgesine ait Üst Miyosen- Kuvaterner yaşlı kalın ve geniş Ürgüp Formasyonu ile temsil edilmektedir. Ürgüp formasyonu “peri bacaları” olarak adlandırılan dünyadaki çoğu insanın ilgisini çeken benzersiz jeolojik yapıların büyük bölümünün temel kayası konumundadır. Çalışma alanında ve yakın çevresinde Ürgüp Formasyonuna ait toplam 10 farklı üye gözlemlenmektedir (Şekil 1.2). Bunlar; Kavak, Sarımaden, Damsa, Cemilköy, Tahar, Karadağ, İncesu, Salur, Topuzdağı ve Kışladağ üyelerinden oluşmaktadır [16]. Ayrıca, bu kaya birimleri kolay işlenebildiği için, bölgedeki kayalara oyulmuş yapıların temel kayası konumundadır. Ayrıca bu birimlere ait ve bu tezin konusunu oluşturan piroklastik kayalar yapı taşı olarak da tercih edilmektedir [17-19, 11]. Yukarıda değinildiği gibi Ürgüp formasyonu, yatay ve düşey litolojik değişkenlik nedeniyle farklı üyelere bölünmüştür. Bu üyeler ağırlıklı olarak kirli beyaz, gri ve pembe renklere sahip matris açısından zengindir. Aynı zamanda, çökeller kaba ince ve büyük ve küçük pomza ve obsidyen parçaları içermektedir. Bazı yerlerde, Ürgüp Formasyonuna ait üyeler kaynaşmış tüfler ve tüflerle aratabakalı olurken, bazı lokasyonlarda ise farklı zamanlarda çökelmiş kil ve marnlı kil tabakaları ile ardalanmalar sunmaktadır [18].

2.BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tezin bu bölümünde mikro-yapının dayanım ile olan ilişkisini inceleyen çalışmalara yer verilmiş olup, söz konusu çalışmalar, piroklastik kayalar (İgnimbirit) ile yapılan çalışmalar ve diğer kayalarla ilgili çalışmalar olmak üzere iki başlık altında değerlendirilmiştir.

2.1 Piroklastik Kayalar ile İlgili Çalışmalar

Moon [9] yapmış olduğu çalışmada, Yeni Zelanda bölgesindeki ignimbiritlerin mikroyapısal özelliklerinin jeomekanik davranışları nasıl etkilediğini incelemiştir. Söz konusu bu çalışmada, ignimbiritlerin jeomekanik davranışları, mikroyapı, petrografi, mukavemet, basınç dayanımı, gerilme dayanımı, makaslama gibi özellikler üzerine incelemeler yapılmıştır. Kristal ve tane boyutu ile ve matriks (hamur) ile bunların dağılımları gibi mikroyapısal özellikler, ignimbiritlerin basınç dayanımı, kohezyon, gözeneklilik gibi jeomekaniksel davranışlarını etkileyen en önemli faktörler olduğu belirtilmiştir. Fakat Moon [9] makaslama dayanımının mikroyapı ile ilişkili olmadığını saptamıştır.

Mundula [20] ve diğ., San Pietro Adası'ndaki kaynaşmış ignimbirit örneklerinin dokusal özelliklerinin tanımlanması için şematik bir çalışma yapmışlardır. Bölgenin jeolojisi, Oligosen-Miosen volkanik çökelleri tarafından karakterize edilmekte olup, yoğun volkanik birikimlerle birlikte farklı kökenlere sahip ignimbirit çökeline rastlanmıştır. Kayalar hem kalkalen hem de peralkalin içeriğe sahip olup, evrimleşmiş magmanın parçalanmasıyla oluşmuştur. Söz konusu çalışmada, ignimbirit çökellerin fasiyes sınıflandırması için bir abak sunulmuştur. Abak, en /boy oranı, cam kristallerinin dizilim derecesi ve matrisin kristalleşme şekli olmak üzere üç dokusal parametreden oluşmaktadır. Çalışma sonucu elde edilen tüm bu özelliklerin, ignimbiritlerin haritalama projelerinde litolojik yapının tanımlanması için kullanılabileceği savunmuşlardır.

Korkanç [11], Nevşehir dolaylarında geniş alanlarda yüzeylenen Kavak ve Kızılkaya

ignimbiritlerine ait farklı renklerdeki piroklastik kayaçların petrografik ve jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemek için bir çalışma yapmıştır.

Korkanç ve Solak [8] yapmış oldukları çalışma, ayrışmamış ignimbirit örneklerinin petrografik ve jeomekanik özellikler arasındaki istatistiksel ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma, kaynaşmamış Kavak ve kaynaşmış Kızılkaya ignimbiritleri üzerinde gerçekleştirilmiş olup, jeomekanik özellikler ile plajiyoklaz ve tane/matriks oranı arasında anlamlı istatistiksel ilişkiler elde etmişlerdir. Çalışmada, ignimbirit örnekleri üzerinde kimyasal analizler yapılmış olup tane / matris oranları (GMR) ile fenokristal, mikrolit, volkanik cam, boşluk oranı ve opak mineral oranları incelenmiştir. İnceleme sonunda, ignimbiritlerin bölgede oldukça geniş alanlarda yüzeylenen ve çeşitli volkanik kayaç parçalarına ait çakıllar ile pomza çakıllarından oluştuğu, özellikle Kızılkaya tüflerinin yüksek bir fenokristal ve kaynaşma derecesine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Ceylan [21], çalışma kapsamında öncelikli olarak Nevşehir ilinde yer alan farklı lokasyonlardan temin edilen blok örneklerden karot örnekler üzerinde petrografik incelemeler, jeokimyasal analizler ve fizikomekanik özellikleri belirlenmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan dayanım sınıflandırmalarına göre doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Genel olarak kuru birim hacim ağırlıkları düşük olan numunelerin, porozitesi yüksek olan numunelerin, P-dalga kayma hızları düşük olan numunelerin, ağırlıkça ve hacimce su emme kapasiteleri yüksek olan numunelerin tek eksenli sıkışma dayanımlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca numunelerin fizikomekanik özellikleri birbirleriyle karşılaştırılarak analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucunda bulunan belirleme katsayılarına (R^2) göre; kuru birim ağırlık ve P kayma dalga hızı ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Özellikle yığma binalarda kullanılan ignimbiritlerin, ayrıntılı jeomekanik özellikleri ortaya konulmamışsa, tercihen su basman seviyesi üzerinde dış kaplama malzemesi olarak kullanılması ile dekoratif amaçlı olarak şömine, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, kemer, sütun gibi amaçlarda da kullanılması önerilmektedir.

Bostancı [22], çalışma kapsamında Nevşehir yöresine ait farklı renk ve dokusal özellikler sunan ignimbiritlerin fiziksel ve kimyasal etkenler karşısında zamana

bağlı bozunma performansları incelenmiş, bozunmanın ignimbirit örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi ile bozunma performanslarına bağlı olarak kılcal su emme davranışları değerlendirilmiştir. Hızlandırılmış bozunma çevrimleri farklı kaynaşma derecesine sahip ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olup, en üstte yer alan bej renkli ignimbiritler bozunma çevrimlerinden daha fazla etkilenmiştir. Ayrıca bozunma çevrimleri boyunca, örneklerin kılcal su emme davranışlarında düzensiz değişimler gözlenmiştir. Bozunma deney döngülerinde boşlukları boyut dağılımları kılcal su emme için bazen ideal hale gelirken, bazen de idealden uzaklaşmaktadır. Bunun sonucu olarak bozunma süreci boyunca kayaların kılcal su emme davranışlarının düzensizlikler sunmasına neden olmaktadır. Bu durumun net olarak ortaya konulması için ileride yapılacak çalışmalarda bozunma döngüleri sonucu boşluk boyutlarının civa porozimetre deneyi ile değerlendirilmesi önerilmektedir.

Ündül ve diğ. [23], yapmış oldukları çalışma kapsamında elde edilen örnekler üzerinde gerçekleştirilen çevre gerilmesiz deneyler sonucunda örnekler çok geniş aralıkta tek eksenli sıkışma dayanımı ve kırılma başlangıcı değerleri sunmuştur. Daha ince önerilmiş bazı petrografik değişkenlerin, andezitik kayalarda dayanım değişimlerine etkileri tartışılmıştır. Elde edilen dayanım farklılığını ortaya koyabilmek için gerçekleştirilen detaylı petrografik ve mineralojik analizler, her bir mineral tanesinin değerlendirilmesi ile birlikte, çevre gerilmesiz koşullarda oluşan kırıkların yönelim ve dağılımlarının belirlenmelerini de kapsamaktadır. Elde edilen dayanım özellikleri, petrografik, mikro yapısal ve mineralojik verilerle değerlendirildiğinde, tek eksenli sıkışma dayanımının ve kırılma başlangıcının hamur malzemesi, iri kristal oranı ve biyotit iri kristalleri tarafından kontrol edildiği ortaya konmuştur.

2.2 Diğer Kayaçlar ile ilgili Çalışmalar

Sabatakakis ve diğ., Atina (Yunanistan) [24] bölgesinde bulunan kimyasal ve klastik tortul kayaç örnekleri üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmada, örnekler üzerinde gözeneklilik, kuru birim ağırlığı, Schmidt çekiç değeri ve nokta yükleme indeksi gibi indeks özellikleri ile tek eksenli ve üç eksenli sıkışma deneyi

gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar test sonuçları göre tortul kayaçların mukavemeti ile indeks özelliklerinin arasındaki regresyon denklemleri ilişkisi ele alınmıştır. Çalışmada, Schmith çekiç değerlerinin (SHV) fiziksel özelliklere oldukça duyarlı olduğu ve özellikle gözeneklilik ve kuru birim ağırlığına karşı tek eksenli basınç dayanımının ve Young modülünün deneysel olarak SHV ile ifade edilebileceği sonucuna varılmıştır. Kireçtaşlarının sparitik birleşim yüzdesi, sparitik ve mikritik madde arasındaki orana göre artma veya azalma gösterdiği tayin edilmiştir. Kayaçların petrografik özelliklerinin yapıcı parametreler olduğu gözlemlenmiş olup, tek eksenli basınç dayanımının değişkenliği ve mineral bileşimi ve mikroyapı gibi özellikler doğrultusunda kumtaşlarında kuvars tanelerinin artan yüzde bileşimi ile kayaç dayanımının dereceli olarak arttığı incelemeler sonucu saptanmıştır.

Zorlu ve diğ. [25], kumtaşlarının sağlam kaya örneklerinden seçilen örneklerin ince kesitlerinden yararlanarak bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, sağlam kaya dayanımının ve deforme olabilme özelliklerinin belirlenmesi ve bununla birlikte, kırık ve yapısı bozunmuş kayalar harici yüksek derecede dayanım gösteren numunelerin tespit edilmesine yönelik incelemeler yapılmıştır. Farklı ülkelerden seçilen beş kumtaşının mukavemet ve bazı mühendislik özellikleri ile petrografik özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksel açıdan kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışma sonuçları korelasyon şeklinde sunulmuştur. Yüksek korelasyona katsayısına sahip tahmin modelleri karşılaştırılarak bu modellerin performansları incelenmiştir.

Heidari ve diğ. [26], Hamedan (İran) bölgesinden alınan 20 farklı kumtaşının mühendislik ve petrografik özellikleri arasındaki ilişkiler üzerine araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada, numunelerin tek eksenli basınç dayanımı, nokta yükü dayanım indeksi, teğet elastisite modülü, gözeneklilik ve kuru ve doymuş birim ağırlıkları belirlemek için testler yapılmıştır. Bunun yansıra elde edilen petrografik özellikler ile 11 parametrenin istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu istatistiksel analizlerin sonuçlarına göre şu sonuçlar elde edilmiştir. Petrografik özelliklerden paketlenme yoğunluğu, paketlenme yakınlığı ve yüzdesinin mühendislik özellikleriyle ilişkili olduğu saptanmıştır. Kuvarstan oluşan kumtaşlarında mineral bileşimi ile yoğunluk, mukavemet, gözeneklilik veya tanjant elastisite modülü arasında herhangi bir

ilişki olmadığı saptanmıştır. Son olarak, regresyon istatistikleri kullanılarak paketlenme yakınlığı ile kuru birim hacim ağırlığı, doymuş birim hacim ağırlığı, UCS, nokta yükü dayanım indeksi ve porozite arasında yüksek korelasyonlar gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, kumtaşının petrografik parametrelerini kullanarak fiziksel ve mekanik özelliklerinin tahminlerinin yapılabilceğini savunmuşlardır.

Cantisani ve diğ. [27], Firenzuola bölgesindeki (Florasán, İtalya) kumtaşlarının petrografik, mineralojik ile fiziksel, mekanik özelliklerinin arasındaki ilişkiler üzerine bir inceleme yapmışlardır. Çalışmada, farklı çevresel koşulların (kent, deniz ve dağlık) simülasyonu için örnekler üzerinde yaşlanma testleri (donma/çözülme, tuz kristalleşmesi, asit yağmuru) uygulanması gerektiğini vurgulanmıştır. Bu verilerin petrografik ve mineralojik özellikleri nasıl etkilediği incelenmiştir. Tek eksenli basınç dayanımı değeri yüksek olan ve çimentosu yüksek derecede karbonat bileşimli olan kayaların gözenek yoğunluğunun düşük olduğu saptanmıştır. Tek eksenli basınç dayanımı düşük olan ve kil matrisinin yüksek olduğu kayaların ise gözenek yoğunluğunun yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Kumtaşları için bozunmanın en önemli nedeninin, tuz kristalleşmesi olduğu ortaya konulduğu bu çalışmada ayrıca, yüzeysel bölümlerde meydana gelen bozulma eğilimlerinin değerlendirmek için, yeni standart metodolojilere olan gereksinimler vurgulanmıştır.

Koralay ve diğ. [28], Bitlis Kalesi'nin (Doğu Türkiye) ignimbiritlerin kaynak derecelerinin jeoteknik özelliklere üzerine olan etkisini araştırmışlardır. İgnimbiritleri, yanardağlardan oluşan piroklastik akıntılarla ilişkili olan tortul bir kayaç olarak düşünmüşlerdir. Bu kayaçların, ağırlıklı olarak sıcak ve kuru parçacık akışı şeklinde içerisine yerleşmiş bulunan lapilli pomza ve cam kırıklarından oluştuğu ve antik binalarda yapı taşı olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Çalışmada, Bitlis ignimbiritinin, renk, kaynaşma derecesi ve yapısal özelliklere göre alt seviye (LL), orta seviye (ML) ve üst seviye (UL)'ye olarak sınıflandırılmış olup, her üç seviyede, Bitlis Kalesi duvar malzemesi başta olmak üzere birçok yerde yaygın olarak kullanılmıştır. Bu ignimbiritlerin jeokimyasal, mineralojik, fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiş olup, yaşlandırma deneyi olarak donma-çözünme testi uygulanmıştır. Buna göre, ignimbirit seviyelerinin her seviyesinde mineralojik bileşimlerin aynı olduğu

saptanmıştır. Tüm seviyelerin plajiyoklaz, sanidin, piroksen ve opak mineral ile anortoklaz ve kuvars mineralinden oluştuğu gözlemlenmiştir. Mekanik ve fiziksel özelliklerin kaynaşma derecesine göre değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır.



3.BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Bu tez çalışmasında, Orhan ve Dinçer [12] tarafından Kapadokya Bölgesinin farklı noktalarından alınan piroklastik kayaç örnekleri kullanılmıştır. Çalışmaya konu olan piroklastik kayaç örnekleri genel olarak ignimbirit karakterinde olup, bazı lokasyonlarda farklı renk ve dokusal özelliğe sahip ignimbirit seviyelerinden birden fazla örnekleme yapılmıştır. Toplamda 6 farklı lokasyondan 14 blok örneği alınmıştır. Örnekleme lokasyonları ve örneklerle ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Başdere Örnekleme Alanı

Örnek lokasyonu Ürgüp ilçesinin güney doğusunda yer almakta olup, eski bir taş ocağından 1 adet blok örnek alınmıştır (Şekil 1.2 ve Şekil 3.1). Taş ocağı, tarihi binalar için yaygın olarak kullanılmış olup, ocakta yer alan piroklastik kayaçlar daha önce Beekmen tarafından [29] Kızılkaya İgnimbiriti olarak adlandırılan İncesu üyesine aittir. İncesu ignimbiriti üç farklı stratigrafik seviyeden oluşmaktadır. Bunlar siyah-kahverengi alt seviye, iyi kaynaşmış kırmızımsı pembe orta seviye ve zayıf olarak kaynaşmış grimsi pembe üst seviyeden oluşmuştur [24]. Bu çalışmada, BD01 olarak adlandırılan örnek alt kısımdan alınmış ve koyu gri-siyah renkli masif yapılıdır. Kaynaşmış numune derecesi başlangıçtan kısmi kaynağa kadar değişkendir. Ayrıca pomza, biyotit, kuvars, feldispat gibi kaya parçacıklarından oluşur [12].

3.1.2 Demirtaş Örnekleme Alanı

Örnekleme bölgesi eski Ürgüp-Kayseri kara yolunda Demirtaş köyünün kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 3.1). Terk edilmiş bir ignimbirit taş ocağından DT01 ve DT02 olarak adlandırılan iki blok örneği alınmıştır. Taş ocağı duvarları birkaç metre yüksekliğindedir (Şekil 3.1). DT01 örneği İncesu üyesinin orta seviyesini

karakterize edip, iyi kaynaşmış olması ve pembemsi- kahverengi renk ile karakterize edilir. Önemli fiamme yapıları ve yarı açısallı şekilli litik parçalardan oluşur. Bu stratigrafik seviyede başlıca fenokristaller, kırıklar ve litik parçalardan oluşur [25]. Volkanik cam içeren matrisin oranı kristallerden daha yüksek olup, camsı doku ile karakterize edilmektedir. Bu seviye, kuvars, plajiyoklas, piroksen ve biyotit fenokristalleri içermektedir. DT02 örneği gri renkte iyi yönde kaynak derecesi ortaya koymaktadır. Muhtemelen İncesu üyesinin üst seviyesine aittir ve yüksek oranda gözeneklilik ve kayaç parçacıkları ile karakterizedir. Bu örnek de camsı bir doku sunar ve kuvars, plajiyoklas ve pomza içerir.

3.1.3 Ortahisar Örnekleme Alanı

İki farklı terk edilmiş ocaktan OH01 ve OH02 örnekleri alınmıştır. Bunlar Ortahisar ve yakın çevresinde bulunurlar (Şekil 3.1). Bu blok örnekleri Kavak üyesinin farklı seviyelerine aittir. OH01, Ortahisar'ın 4 km güneyinde bulunan Karaseki'den alınmıştır. Taş ocağı beyazdan açık beje bir renge sahip olup, masif bir yapı göstermektedir. Taş ocağı 1980'den sonra terk edilmiştir (Şekil 3.1). OH01'in ana kütlesi ağırlıklı olarak kahverengi volkanik camdan oluşur ve cam oranı kristallerden daha fazladır. Kısmen kötü kaynaşmış olup camsı-ötekstik bir dokuya sahiptir. OH02 olarak adlandırılan blok örneği, Ürgüp'ün batısındaki eski bir taş ocağından alınmıştır (Şekil 3.1). Taş ocağı, "Üç Güzel Peri Bacaları" olarak adlandırılan ünlü ve karakteristik peri bacalarına çok yakındır. OH02, kısmen orta derecede kaynaşmış, sarımtırak rengi beyaz renklidir. Pomza, kuvars, plajiyoklas ve litik parçaları içerir. OH02 örneğindeki pomza oranı yaklaşık % 40 olup, hipokristalin bir doku sergilemektedir [12]. Blok örneklerinin her iki örneği de Kavak Üyesi ile ilişkilendirilebilir. Pomza parçalarının Kavak Üyesi içerisindeki karmaşık düzeni, gölssel bir ortamda çökelmiş akışkan kül tufü olduğunu gösterir. Kavak Üyesi Ürgüp Formasyonunun en büyük üyesi olup, en az 26000 km²'lik bir alanı çevrelemektedir. Bununla birlikte, peri bacaları ve yeraltı yapıları gibi önemli doğal ve kültürel mirasın büyük bölümü bu birim içerisinde yer almaktadır. Bundan dolayı birim "Kapadokya Tufü" olarak adlandırılmıştır [17].

3.1.4 Böltaş rnekleme Alanı

Bu alandan üç adet blok örnekler halen işletilen taş ocağının değişik seviyelerinden alınmıştır (şekil 3.1). Taş ocağı, bölgede yapı taşı ihtiyaını karşılayan en büyük ocaklardan birisidir. Üretilen yapı taşları ağırlıklı olarak tarihi eserlerin restorasyon projelerinde ve yeni inşaa edilen yapılarda kullanılmaktadır. BT01, taş ocağının üst seviyesinden alınmış olup, Karadağ yesi içerisinde yer almaktadır. Seviyenin kalınlığı yaklaşık 2 m'dir (şekil 3.1). Üst seviyenin ana karakteristik özellikleri: kısmi kaynaşma, yüksek gözeneklilik ve yüksek pomza parçaları içermesidir. BT02 ve BT03, sırasıyla taş ocağının orta ve alt seviyelerinden elde edilmiştir. Kavak yesine ait ignimbiritler olarak tanımlanmıştır. Her iki örnek de orta düzeyde bir kaynaşma derecesine sahiptir ve pembemsi kırmızı (BT02) ve sarımtırak krem renk (BT03) ile temsil edilmektedir.

3.1.5 Nevbitaş rnekleme Alanı

Nevşehir'in kuzeydoğusunda bulunan Nevbitaş rnekleme lokasyonunda işletilen taş ocağından üç farklı seviyeden blok rneği elde edilmiştir (şekil 3.1). Taş ocağı üç farklı ignimbirite seviyesi ile temsil edilmektedir. Bunlar, alttan üste NBT03, bej NBTO2 ve sarımsı beyaz renkli NBT01'dir. NBT03 ve NBT01'de bulunan pomza parçacıkları miktarı orta seviyede bulunan ve NBT02 tarafından temsil edilen örnekten oldukça yüksektir [12]. NBT03'e Kavak yesi ev sahipliği yaparken, NBT02 ve NBT01 Tahar yesi olarak tanımlanmıştır. Tahar yesi ilk önce Atabey [16] tarafından tanımlanmıştır. Bu tanımlamaya göre birim çoğunlukla pomza, lav, bazalt parçaları ve olivin içeren farklı tüfit seviyelerinden oluşur. İnceleme alanında kalınlıkları 2-8 metre arasında değişmekle birlikte, üyenin toplam kalınlığı Kapadokya Bölgesinde 80 metreye kadar ulaşabilmektedir.



Şekil 3.1 Örnek lokasyonlarının genel görünümü a) Başdere, b) Demirtaş, c) Ortahisar d) Ortahisar e) Böltaş f) Kavak g) Nevbitaş

3.1.6 Kavak Örnekleme Alanı

Kavak örnekleme bölgesi Şekil 1.2'de görüldüğü gibi Ürgüp Formasyonunun Kavak ve Sarımaden Üyeleri tarafından temsil edilmektedir. Kavak üyesinden KV01 ve KV02 iki blok örneği alınırken Sarımaden Üyesinden KV03 bloğu toplanmıştır. KV01 ve KV02, terk edilmiş bir taş ocağından alınmış ve kalınlıkları 2.50 ila 6.50 metre arasında değişmektedir. KV01, kahverengimsi krem rengindedir KV02 kısmi ila orta derecede kaynaşma gösterir ve koyu gri ve siyah renktedir. Hamur volkanik camda oluşur ve miktarı kristallerden yüksek olup, camsı bir yapı sunmaktadır. KV01 ve KV02, Kavak Üyesinin diğer örneklerinde olduğu gibi, fenokristaller, pomza parçaları, kırıklar ve litik parçalardan oluşur [12]. KV03, farklı bir yerden elde edilmiş ve öncelikle Pasquare [30] tarafından tanımlanan Sarımaden Üyesine ait olduğu düşünülmektedir. Birim ağırlıklı olarak masif ve kalın ignimbrit tabakalarından oluşmakta ve maksimum kalınlığı 20 metredir [16]. KV03 koyu gri renktedir ve çoğunlukla camsı hamur, biyotit, pomza ve kaya parçacıklarından oluşur.

3.2 Metod

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen bu çalışma, literatür taraması, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada tamamlanmıştır.

3.2.1 Literatür Taraması

Bu aşamada inceleme alanı ve çevresi ile ilgili bütün jeoloji verilerinin sağlanmasına ilişkin literatür derlemesi yapılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanında ve bölgede yapılmış olan tezler, makaleler ve raporlar incelenmiştir. Bu çalışmalarla ilgili detay önceki çalışmalar bölümünde detaylı bir şekilde verilmiştir.

3.2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Bu tez kapsamında yapılan laboratuvar çalışmaları ağırlıklı olarak petrografik ve mikro yapısal özellikleri tanımlamak amacıyla yapılan mikroskop incelemelerinden oluşmaktadır. Bunun yanı sıra bu tez kapsamında kullanılan örneklere ait fiziksel ve mekanik özellikler Orhan ve Dinçer [12] tarafından belirlenmiş olup, verilerin yorumlanmasında bu özellikler kullanılmıştır.

3.2.2.1 Fiziko-Mekanik Testler

Fiziko-mekanik testler Orhan ve Dinçer [12] tarafından yapılmış olup, bu kapsamda araziden alınan ve çalışmanın konusunu oluşturan ignimbirit seviyelerine ait bloklardan karotların (blok örneklerden yaklaşık 10 adet, NX boyutlu) alınması, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için testler gerçekleştirilmiştir. Fiziksel özellikler kapsamında piroklastik kayaların kuru birim hacim ağırlık, görünür porozite, P-dalga hızı, ağırlıkça su emme ve hacimce su emme gibi özellikleri belirlenmiştir. Mekanik özellikler kapsamında ise kuru ve suya doymuş koşullarda tek eksenli sıkışma dayanımı deneyleri yapılmıştır. Söz konusu testler ISRM [31] ve TS699 [32] standartlarına göre Zemin-Kaya Mekaniği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.2 Petrografik ve Jeokimyasal Çalışmalar

Kaya mekaniği deneyleri için alınan 14 farklı piroklastik kayaç bloğundan alınan numunelerinden ana Element kompozisyonu için ACME Laboratuvarında (Ankara) Orhan ve Dinçer [12] tarafından yaptırılmıştır. Alınan karot numunelerinden farklı sayılarda ince kesitler (25x40mm) hazırlanmıştır. Bu kesitlerin petrografik ve mineralojik incelemesi polarizan mikroskop altında Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mineraloji ve Petrografi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda aşağıda detayları verilen doku ve mikro yapısal parametreler tanımlanmıştır. Ayrıca çalışmaya konu olan piroklastik kayaç örneklerin içermiş olduğu mineral tipleri ve oranlarını belirlemek için nicel X-ray difraksiyon tekniği kullanılmıştır. X-ray analizleri, Nevşehir

Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilim Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2.2.2.1 Doku

Magmatik kayalarda minerallerin kristalleşmeleri sırasında sahip oldukları özellikler ile kristalleşme veya deformasyona bağlı olarak ortaya çıkan özelliklerin tamamı doku olarak adlandırılmaktadır. Yapı ile doku arasında tedrici bir geçiş olmasına rağmen bazı durumlarda birbiri yerlerine kullanılabilinmektedir. Fakat genel olarak, petrograflar mikroskobik özellikler için “doku” sözcüğünü kullanmakta olup, bir kayacın dokusu değişik kriterlere göre tanımlanmaktadır. Bu tezin amacı mikro yapısal özelliklerin fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkisini araştırmak olduğundan piroklastik kayaç örneklerine ait ince kesitler üzerinde daha çok kayacın kristalleşme derecesi ve bileşenlerin birbirleriyle olan konumları ile ilgili dokusal tanımlar yapılmıştır.

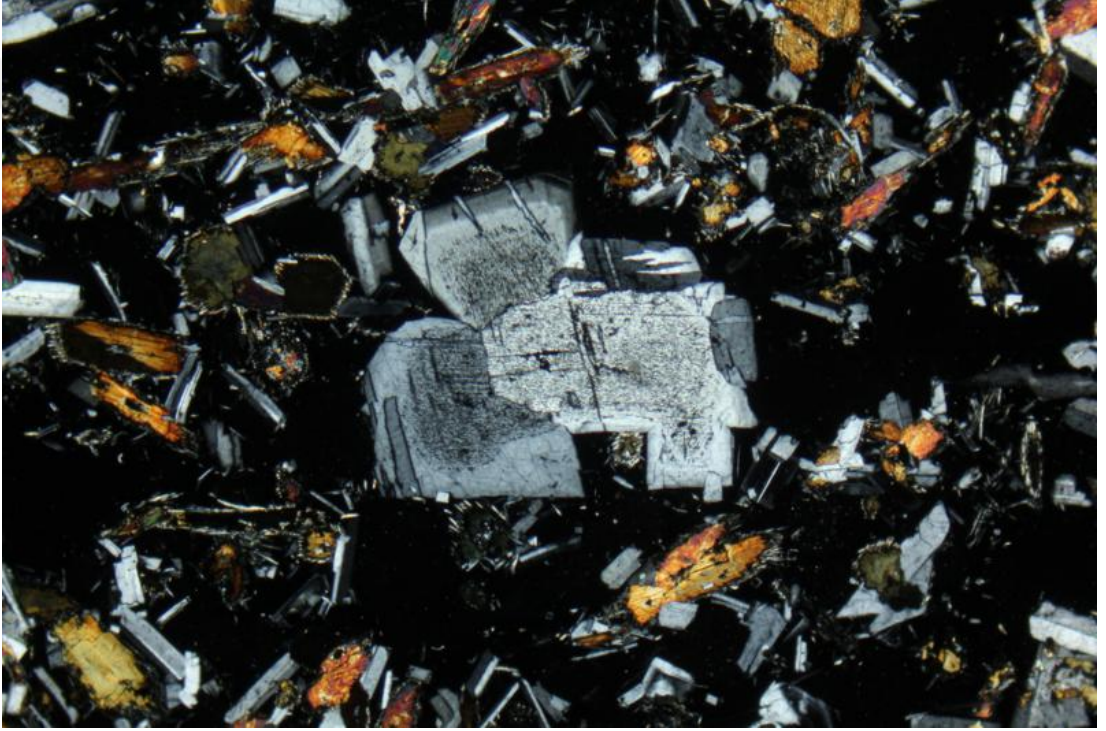
Kristalli (Holokristalin) doku: Kayaç tamamen kristallerden oluşmakta olup, plütonik ve kısmen damar kayalarında görülen bir doku çeşididir. İncelenen piroklastik kayaç örneklerinde gözlenmeyen bir doku çeşiti olarak tanımlanabilir.

Hipokristalin veya hipohyalin doku: Kayaç kristallerden ve volkan camından oluşan bir hamurdan meydana gelmiştir. Kristallerin fazla olması durumunda hipokristalin (yarı kristalli) olarak tanımlanan bir dokudur (Şekil 3.2). Volkan camının fazla olması durumunda ise hipohyalin doku olarak adlandırılmaktadır. Hipokristalin dokular kendi içerisinde pilotaksitik, trakitik gibi alt tanımlamalar da yapılabilir. Volkanik kayaların büyük bir bölümünde (riyolit, andezit vb) ve ayrıca kısmen damar kayalarında gözlenebilir [33].

Camsı (holohyalin) dokular: Tamamen volkan camından oluşan doku olup, volkanik kayaların belirli bir grubunda (obsidyen, perlit vb) görülür. Vitrofirik ise iyi kaynaşmış ignimbiritlerde gözlenmektedir. Volkanik cam her zaman homojen değildir. İçinde fenokristaller (vitrofirik doku), sferolitler (sferolitik doku) ve soğumadan ileri gelen büzülmeler sebebiyle yuvarlak çatlaklar (perlitik doku) bulunabilir [34]. Vitrofirik doku

(Hyaloporfirik doku), volkanik camdan oluşmuş bir hamur ile onun içinde yüzen fenokristallerden meydana gelir (Şekil 3.3).

Öteksitik (Eutaxitic) dokular: kaynaşmış ignimbiritlerde bulunan bir düzlemsel doku olup, düzleşmiş uzun pomza parçaları (fiamme) ile tanımlanır (Şekil 3.4). Bu parçalar kül boyutlu cam parçacıklardan oluşan hafif matriks içinde bulunurlar. Bant ve çizgiler akma bantlarına göre daha süreksizdirler [35].

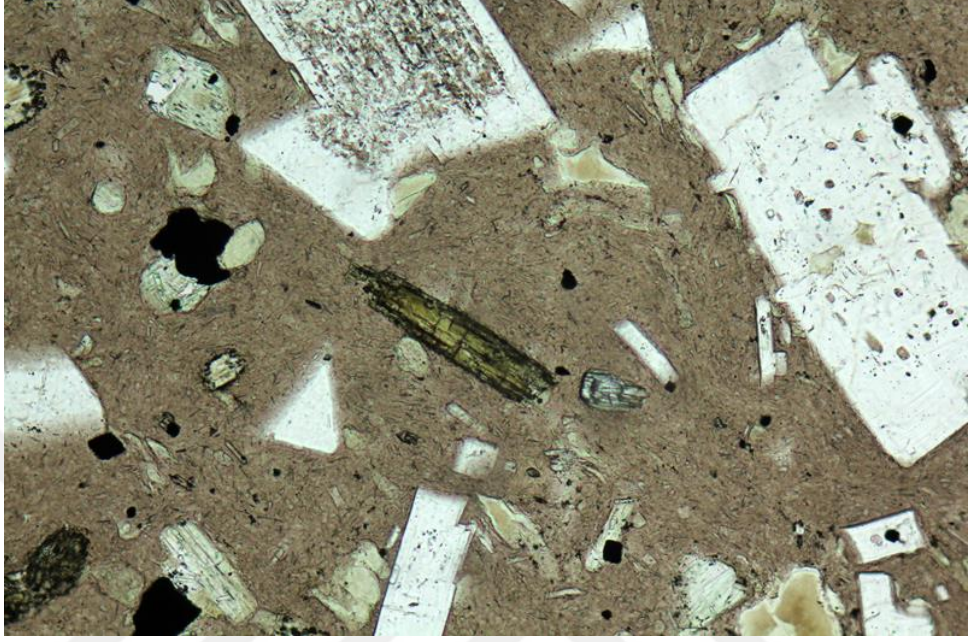


Şekil 3.2 Hipokristalin doku örneği (foto boyutu 7 mm) [39]

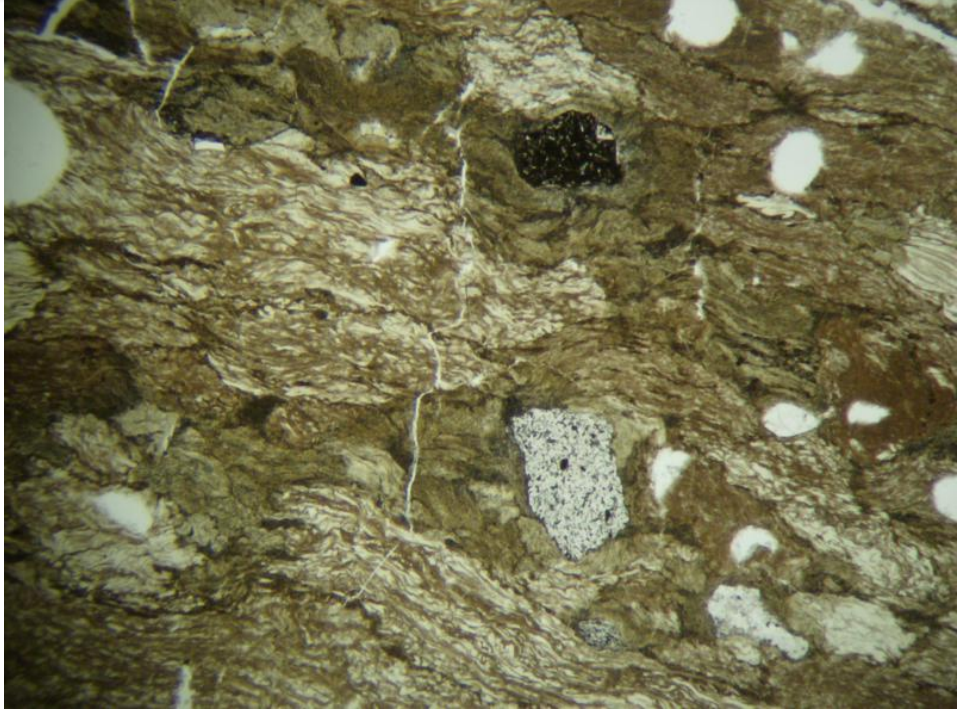
3.2.2.2.2 Kaynaşma Derecesi

İncelenen örnekler ait kaynaşma derecesi (welding degree) tanımı Quanne ve Russell [10] tarafından önerilen sınır değerler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Araştırmacıların önerdikleri sınıflamada mikro dokusal yönelme ve pomzalarda yassılaşıma gibi petrografik dokusal gözlemlerin yanı sıra tek eksenli sıkışma dayanımı, nokta yükü dayanım indeksi, porozite ve yoğunluk gibi fiziksel özellikleri de göz önünde bulundurmışlardır. Yaptıkları sınıflamada 6 farklı sınıf tanımlanırken, (Tablo

3.1) 1. Sınıf hiç kaynaşmamış olarak tanımlanırken, 6. Sınıf ise tamamen camsı yapıları ifade etmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.3 Vitrofirik doku örneği (Görüntü alanı 2 mm) [39]



Şekil 3.4 Eutaxitic (öteksitik) doku örneği (Görüntü alanı 2 mm) [36]

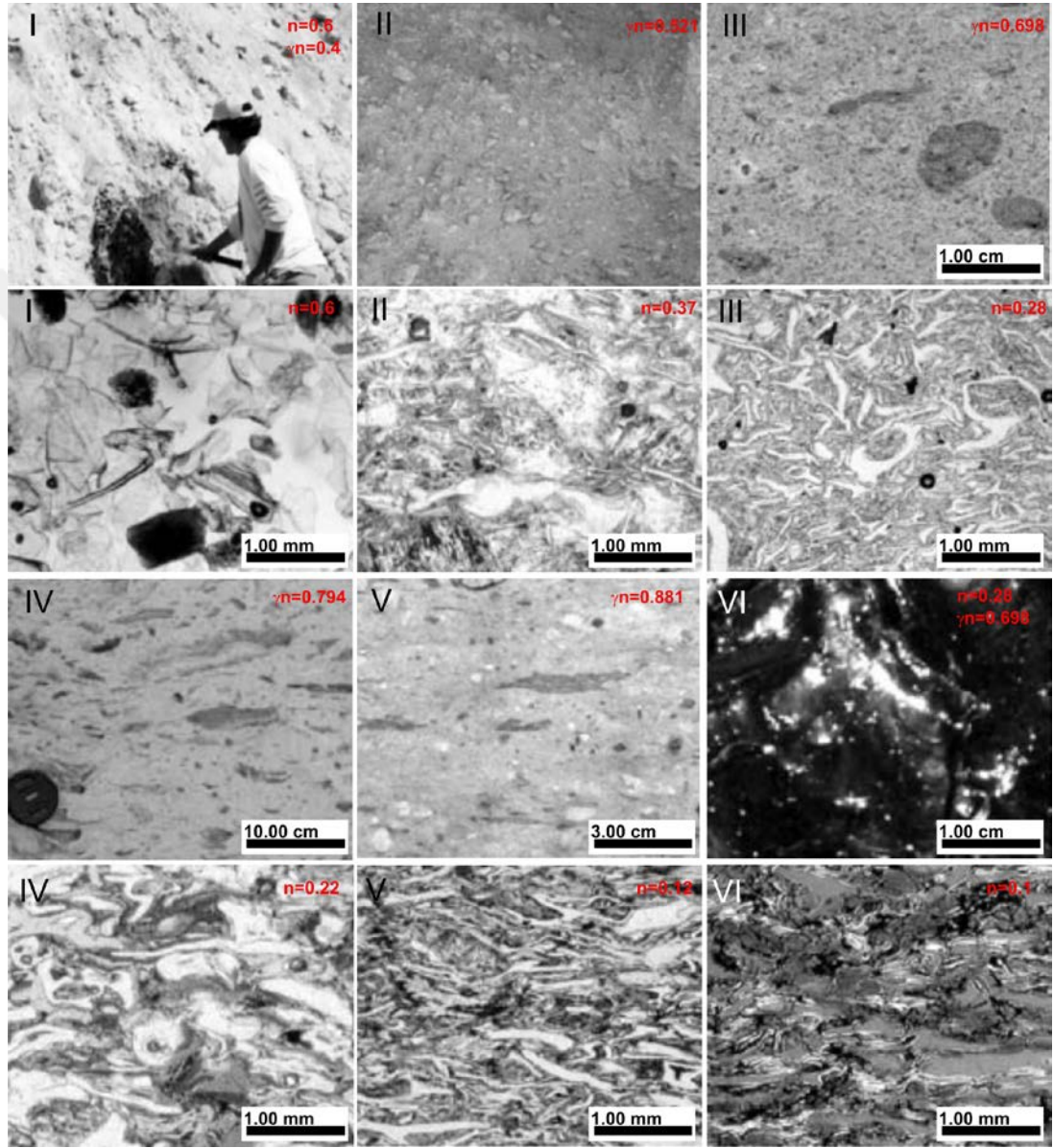
Tablo 3.1’de her kaynaşma derecesi için tanımlanan özel petrografik özellikler verilmiş olup, detaylı petrografik açıklamalar tablolarda yer almaktadır. Buna göre kaynaşma derecesi artıkça bileşenlerde deformasyon izleri artmakta ve buna bağlı olarak fiame yapıları ve eutaxitic (düzlemsel) doku görünümü ortaya çıkmaktadır. Ayrıca V ve VI kaynaşma derecelerine sahip örneklerde obsidyene benzer bir görünüm ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3.1 Kaynaşma dereceleri için kullanılan petrografik özellikler [10]

Kaynaşma Derecesi	Kül Matrisi	Pomza lapili
I	Konsolide olmamış, tuturulmamış, gevşek paketlenmiş, cam parçaları arasında bağlantı yok	Deformasyon yok, yönlenme yok
II	Konsolide olmuş, cam parçaları bazı bağlantılı, ayrık cam malzeme	Yönlenme yok, deformasyon izi yok, eutaxitic doku yok, pomzadan daha fazla kırıklar yer almakta, hafif veya başlangıç aşamasında yassılaşıma
III	Oldukca boşluklu ve yumuşak, mat parlaklık ve pürüzlü kırıklar, kısmi bağlantılı cam malzeme	Yönlenmiş ve kıvrımlanmış düzlemsel doku, orta düzeyde deforme olmuş pomza and fiame yapıları gözlenir
IV	Nispeten yumuşak, orta düzeyde yönlenmiş fakat sadece cam parçaları kısmi deforme olmuş, cam malzeme arasında bağlantı artmış, klastik parçalar arasında orta düzeyde yapışkanlık	Yönlenmiş ve kıvrımlanmış sert düzlemsel (eutaxitic) doku fiame yapıları
V	Cam parçaları oldukça yönlenmiş ve kıvrımlanmış, parçalar arasında bağlantı kuvvetlenmiş, orta düzeyde deforme olmuş	Eutaxitic doku, zorlukla görülebilen obsidyen görünümlü fiame yapıları
VI	Obsidyen görünümü, vitrofirik cam parçaları tamamen birbirine bağlanmış	Eutaxitic doku, zorlukla görülebilen obsidyen görünümlü fiame yapıları

Tablo 3.2’de ise kaynaşma dereceleri için tanımlanan fiziksel özelliklerin değişim aralığı sunulmuştur. Buna göre, yoğunluk, nokta yük dayanım indeksi ve tek eksenli sıkışma dayanımı kaynaşma derecesi ile uyumlu bir şekilde artarken, porozite ise beklenildiği gibi düşmektedir. Yeterince kaynaşmamış piroklastik kayalarda porozite

değeri %50'ye kadar ulaşabilmektedir. Bu çalışmada incelenen 14 adet piroklastik kayaç örneğine ait kaynaşma dereceleri belirlenirken, bu bölümde verilen ve Quanne ve Russell [10] tarafından yapılan tanımlamalar göz önünde bulundurulmuştur.



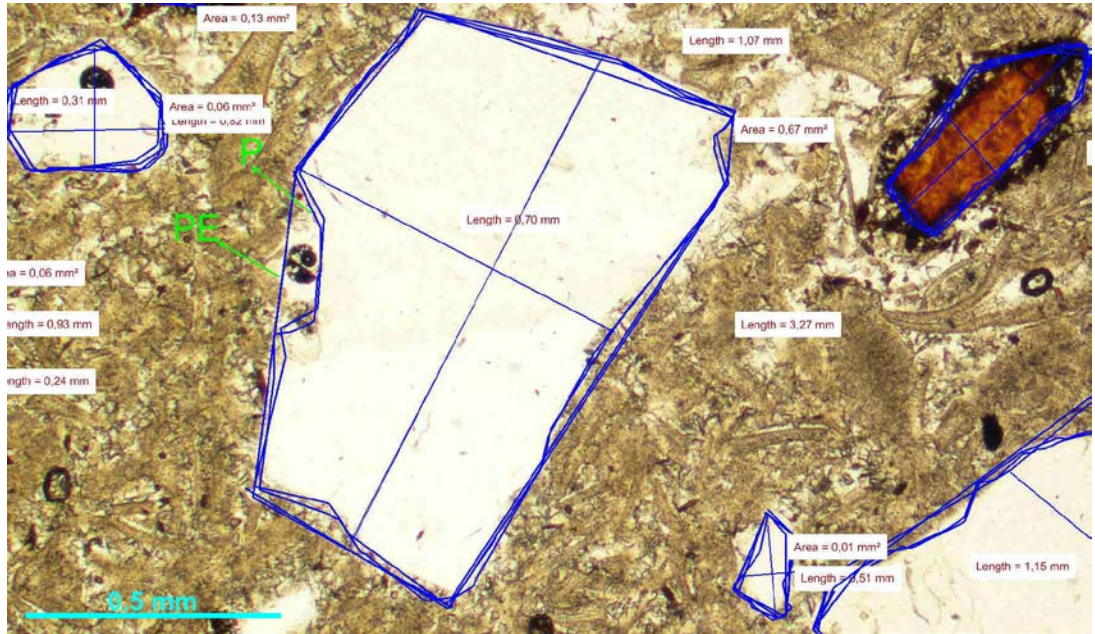
Şekil 3.5 Bu çalışmada kullanılan kaynaşma derecelerinin (I-VI) makro ve mikro görünüşleri n: porozite, γn : normalize edilmiş yoğunluk ([10] dan alınmıştır).

Tablo 3.2 Kaynaşma dereceleri için fiziksel özelliklerin değişim aralığı [10]

Kaynaşma Derecesi	Yoğunluk (γ_n)(g/cm ³)	Porozite (n)	Nokta Yük Dayanım İndeksi (MPa)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa)
I	<1.45	>0.42	<0.59	<4.40
II	1.25-1.65	0.50-0.34	0.28-1.13	1.80-9.80
III	1.65-1.85	0.34-0.25	1.13-2.15	9.80-21.40
IV	1.85-2.15	0.25-0.13	2.15-4.60	21.40-53.20
V	2.15-2.30	0.13-0.07	4.60-6.40	53.20-80.20
VI	>2.30	<0.07	>6.40	>80.20

3.2.2.2.3 Mikro-Yapısal Özellikler

Örnekler üzerinde mikroyapının belirlenmesine yönelik ince kesitler aracılığıyla mikroskop çalışmaları yapılmıştır. İlgili bölümde detayları verilmiş olan mikro-yapı çalışmaları kapsamında, öncelikle tüm örnekleri dokusal özellikleri ve bileşen oranları, bileşenlerin şekil faktörleri manuel olarak NIS ELEMENTS (NIKON) yazılımı kullanılarak yapılan ölçümlerden (uzun eksen, kısa eksen, çevre ve alan) hesaplanmıştır (Şekil 3.6).

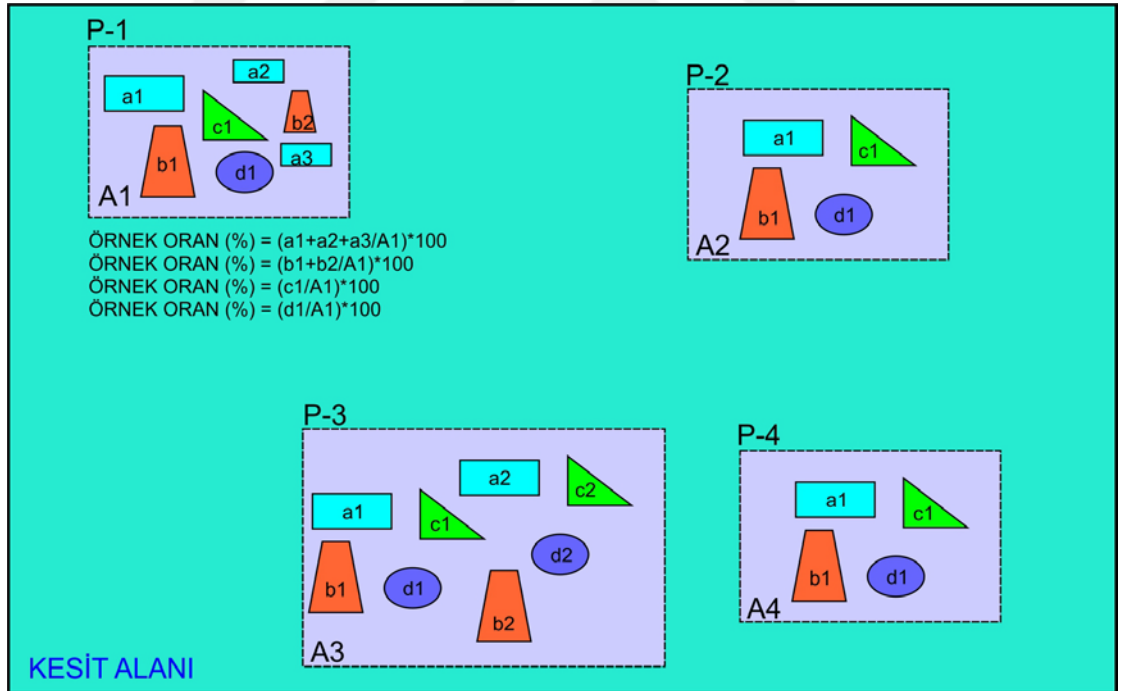


Şekil 3.6 Mikro-yapısal parametrelerin hesaplanması için yapılan ölçümler (KV02)

3.2.2.2.4 Bileşen Oranları

Hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskop altında incelenmiş ve NIS ELEMENTS (Nikon) yazılımı kullanılarak, mineralojik bileşenlerin oransal dağılımı, boşluk ve matriks oranları belirlenmiştir. Bu bölümde polarize mikroskop altında yaklaşık oranlar belirlendikten sonra Nikon yazılımı kullanılarak her bir kesit içerisinde tanımlanan farklı poligonlardan elde edilen ortalama oranlar kullanılmıştır. Her bir kesit içerisinde en az dört farklı alan oluşturulmuş ve bu alanlar içerisinde bileşenlerin alanları yazılım yardımıyla belirlenerek, her bir örnek için bileşenlerin yüzde oranları belirlenmiştir (Şekil 3.7). Daha sonra dört poligonun aritmetik ortalaması alınarak o örnek için bileşen oranı tamınlanmıştır.

$$\text{YÜZDE ORAN} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{4}$$



Şekil 3.7 Bileşen oranların belirlenmesi için oluşturulan poligon örnekleri

3.2.2.2.5 Şekil Parametreleri

Piroklastik kayaçların yapısından yer alan pomza, kristal ve cam gibi bileşenlerinin sahip olduğu şekilsel özellikler oluşum süreçleri ile ilgili bazı koşulların fonksiyonu olabilmektedir. Şöyleki, maruz kaldıkları yüksek örtü basıncı ve kaynaşma derecesine bağlı olarak bileşenlerde yassılaşıma ve uzama yapıları gözlenmektedir. Bu yapılar piroklastik kayçalarda dayanımı kontrol eden kaynaşma derecesinin en önemli yansımalarından olup, bu yapıların gözleendiği piroklastik kayaçlar yüksek dayanıma sahip olduğu gibi boşluk oranı ve porozitesi de oldukça düşük olabilmektedir. Tüm bu sebeplerden dolayı, piroklastik kayaçları oluşturan bileşenlerin şekil parametrelerinin fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada piroklastik kayaçların önemli bileşenlerinden olan pomza ve bazı fenokristallerin sayısal ve şekilsel parametreleri belirlenmiştir. Aslında piroklastik kayaçları oluşturan bileşenler üç boyutlu olmasına rağmen, şekil tanımlamaları, ince kesit ve parlatılmış yüzeylerden elde edilen segment ve sayısallaştırılmış sınırlar boyunca iki boyutlu olarak yapılmaktadır (Şekil 3.8). Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan ve pratik bir şekilde elde edilebilen beş farklı şekil parametresi hesaplanmıştır. Bunlar, en-boy oranı (b/a), aksenal oran (a/b), şekil faktörü ($SF1$ ve $SF2$) ve yüzey girinti oranı (PARIS) dır [36].

Uzun ve kısa eksen uzunlukları arasında ilişki boy-en oranı (uzunluk/genişlik) olarak tanımlanırken, tam tersi kısının uzuna oranı (genişlik/uzunluk) aksenal oran olarak tanımlanmaktadır. Boy-en oranı 1 ile sonsuz arasında değişirken, aksenal oran 0 ile 1 arasında değişmektedir. Boy en oranındaki artış deformasyon veya gerilme artışının bir fonksiyonudur. Diğer taraftan eğer yuvarlaklık değerlendirilecek ise aksenal oran daha uygun, çünkü oran 0 ile 1 arasında değişmektedir.

Eğer bir segmentin alanını (A) ve çevresini (P) göz önünde bulundurduğumuzda, öncelikle segmentin çevresini eşdeğer alanlı bir dairenin çevresiyle ve sonra segmentin alanını eşdeğer çevresi olan dairenin alanıyla karşılaştırırız. Bu iki parametre $SF1$ ve $SF2$ olarak adlandırılır.

$$SF_1 = \frac{P}{P_{equ}} \quad (1)$$

Burada P_{equ} , segment ile aynı alana sahip dairenin çevresini ifade etmektedir.

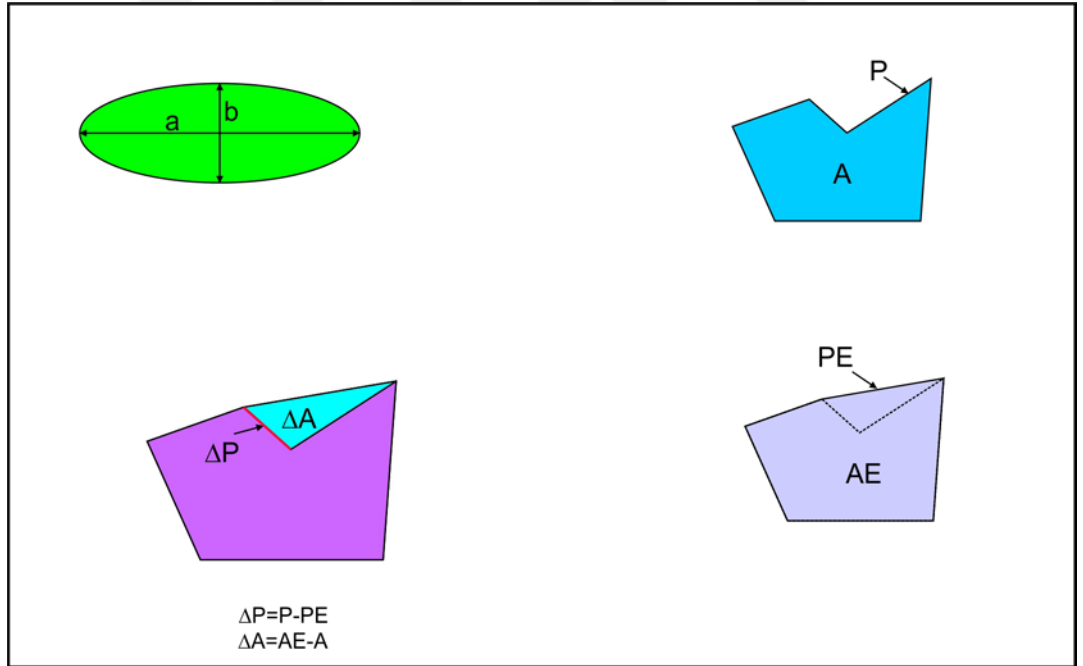
$$P_{equ} = 2\pi \cdot r_{equ} \quad (2)$$

Burada, r_{equ} segment ile aynı alana sahip dairenin yarıçapını ifade etmektedir.

$$r_{equ} = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (3)$$

1, 2 ve 3 nolu formülleri yeniden düzenlersek, SF1 aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$SF_1 = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad (4)$$



Şekil 3.8 Şekil parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümler

Bu şekil faktörü (SF1) daire için 1 olurken, dairesel olmayan şekiller için sonsuza kadar gidebilir. İkinci şekil faktörü (SF2) ise aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$SF_2 = \frac{A}{A_{equ}} \quad (5)$$

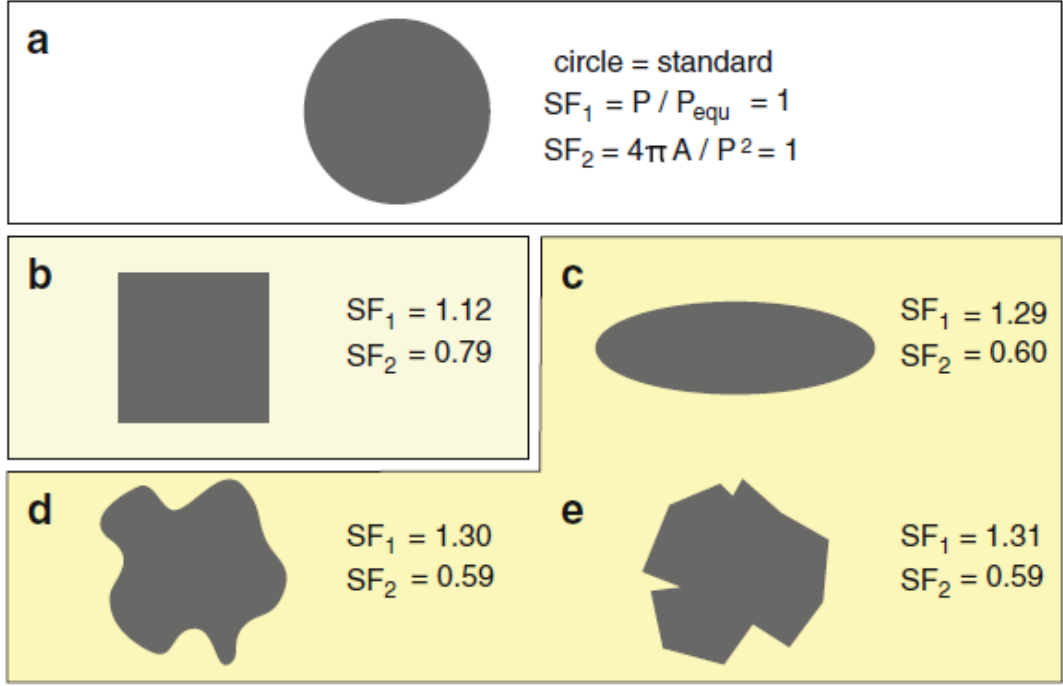
Burada, A_{equ} segment ile aynı çevreye sahip dairenin alanını ifade etmektedir.

$$A_{equ} = \pi \left(\frac{P}{2\pi} \right)^2 = \frac{P^2}{4\pi} \quad (6)$$

İki formül yeniden düzenlenirse;

$$SF_2 = \frac{4\pi.A}{P^2} \quad (7)$$

Şekil 3.9' da görüleceği üzere her zaman $SF_1 > 1.00$ olarak ($SF_1 > 1.00$) ve SF_2 ise 1.00'dan küçük ($SF_2 < 1.00$) olarak elde edilir. Örneğin, bir kare için SF_1 1.12 iken, SF_2 ise 0.79 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.9). Elips tamamen konveks ve düz olmasına rağmen 1.29 SF_1 değerine sahiptir. Diğer iki şekil (Şekil3.9'da d ve e) oldukça farklı olmasına rağmen elips ile hemen hemen benzer şekil faktörü değerine sahiptir. Eğer SF_1 ve SF_2 bir sınıflama ve derecelendirme amacıyla kullanmak istersek, bunu ancak şekiller birbirinden hem uzama, hem basıklık ve köşelik açısından farklıysa yapabiliriz. Şekil faktörü bunların bir kombinasyonu değildir.




Şekil 3.9 Dairesel ve dairesel olmayan segmentler için şekil faktörlerin değişimi [34].

Yüzey ortalama girinti oranı (PARIS) Panozzo and Hurlimann [37] tarafından önerilmiştir. Şekil 3.10'da gösterildiği üzere, bir poligonun alanı (A) ve çevresi (P) şeklinde ifade edilir. Şeklin etrafındaki konveks zarf çevresi (PE) ve bu zarfın alanını (AE) şeklin alanı ve çevresiyle karşılaştıracak olursak;

$PE \leq P$ ve $AE \geq A$ olduğunu not etmek gerekir. Buna göre PARIS aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$PARIS = 2 \cdot \frac{\Delta P}{PE} \cdot 100\%$$

Şekil 3.10'da farklı konkav ve konveks şekillere ait şekil faktörlerin değişimi verilmiştir. Ortalama yüzey girinti oranı 0'dan başlayıp sonsuza kadar devam edebilir. Şekil sınırları ne kadar çok düzlükten uzaklaşırsa değer o kadar büyür.



#	SF ₁	SF ₂	PARIS (%)	deltP (%)	deltA (%)	radiusΔ (%)
1	1.00	1.000	0	0	0	0.0
2	1.15	0.761	0	0	0	0.0
3	1.12	0.791	0	0	0	0.0
4	1.07	0.871	1.1	0.5	1.2	1.3
5	1.20	0.695	14.6	6.8	9.3	11.5
6	1.25	0.645	10.4	4.9	11	12.0
7	2.12	0.223	192.4	49	6.6	49.5

Şekil 3.10 Yüzey ortalama girinti oranı tipik değerleri (PARIS) [34].

3.2.2.3 X-Ray CT Analizleri

Bilgisayarlı tomografi ve endüstriyel X-ray sistemleri doğal ve endüstriyel malzemelerde tahribatsız bir şekilde içi ve dış boyutları aynı anda yüksek kalitede ve hassas bir şekilde belirleyebilme imkanı sağlamaktadır. Sistemin genel çalışma prensibi örneğin etrafında 360 derece dönerek arka arkaya 2 boyutlu x-ray görüntüleri almak ve bu görüntüler yeniden yapılandırılarak örneğin üç boyutlu bilgisayarlı tomografi hacmini üretme temelinde dayanmaktadır. Buna ek olarak, yeniden yapılandırılan hacim iç yüzey yapının tüm bilgilerini içermektedir. Bu da yeniden yapılandırılan hacmin istenilen bir düzlem boyunca veya herhangi bir noktasında gezinme imkanı sağlamaktadır. Tez kapsamında incelenen 14 örneğin 8 tanesi X-Ray CT Analizleri, için Karfo Endüstriyel (Nikon Türkiye Distribütörü) gönderilmiştir. Nikon XT H 225 X-Ray CT sistemi ile üç boyutlu olarak taranmış ve çalışmaya konu olan örnekleri boşluk boyut dağılımı incelenmiştir. Analizlerde kullanılan cihaz Nikon XT H 225 X-Ray CT sistemi olup, sistem üç tane değişebilen kaynağa sahiptir. Bunlar 225kV yansıtma hedefi, 180 kV iletim hedefi ve 225 kV dönme hedefine sahiptir.

3.2.3 Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları, laboratuvar çalışmalarında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile tez yazım çalışmalarından oluşmaktadır. Bu amaç için ilgili bilgisayar yazılımları kullanılmış olup, bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi bu bölümde gerçekleştirilmiştir.

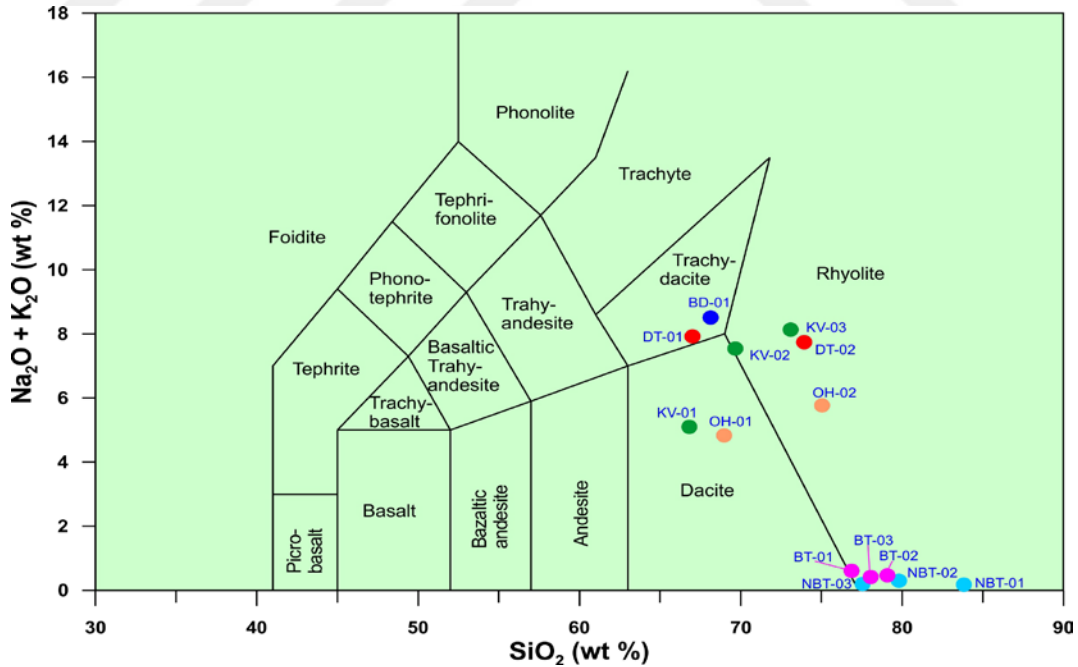


4.BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 İgnimbiritlerin Jeokimyasal Özellikleri

Çalışmanın konusunu oluşturan ve piroklastik kayalardan alınan örneklerin ana element içerikleri Orhan ve Dinçer [12] tarafından yönetilen projeden yaptırılmıştır. Buna göre ignimbirit karakterindeki piroklastik kayaç örnekleri $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ (toplam alkali) ve SiO_2 (%) diyagramına düşürüldüğünde Demirtaş ignimbiritleri trakit/trakidasit ve riyolit, Başdere ignimbiritleri trakit/trakidasit, Ortahisar ve Kavak ignimbiritleri dasit ve riyolit, Nevbitaş ve Böltaş ignimbiritleri ise riyolit bileşimi sergilemektedir (Şekil 4.1). İgnimbirit örneklerinin SiO_2 içerikleri oldukça yüksek olup, Demirtaş ignimbiriti için % 67.00 - 73.93, Başdere ignimbiriti için % 68.13, Ortahisar ignimbiriti için % 68.97 - 75.04, Nevbitaş ignimbiriti için % 79.8 - 83.82, Kavak ignimbiriti için % 66.81 - 73.09 ve Böltaş ignimbiritinin ise % 76.32 - 79.08 arasında değişmektedir.

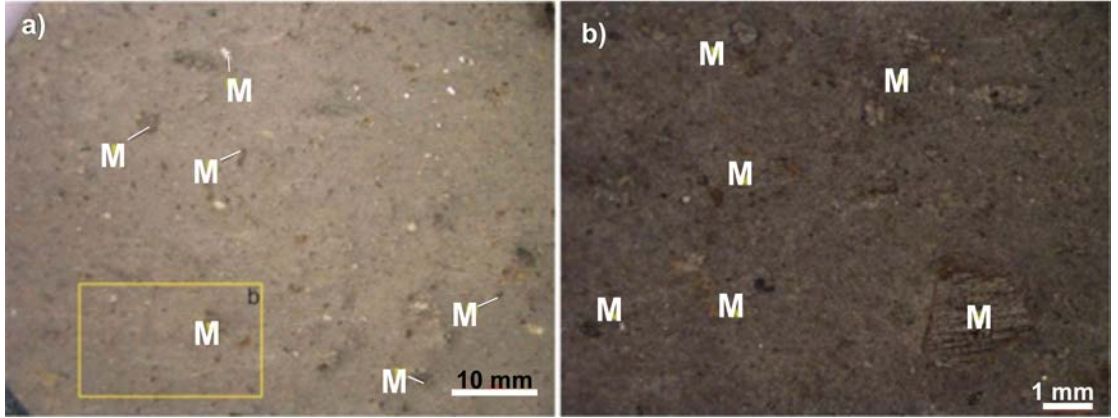


Şekil 4.1 Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerin toplam alkali-silika [(% $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)-% SiO_2] diyagramında sınıflaması [38].

4.2 İğnibirirlerin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Örneklerden hazırlanan ince kesitlerde mineralojik ve petrografik analizler gerçekleştirilmiş ve dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri belirlenmiştir. Orhan ve Dinçer [12] tarafından yapılan petrografik tanımlamalar materyal bölümünde verilmiş olup, bu bölümde genel bir özet makroskopik fotoğraflar üzerinden verilmeye çalışılacak, doku ve detaylı mineral kompozisyonu ilerleyen bölümlerde irdelenecektir.

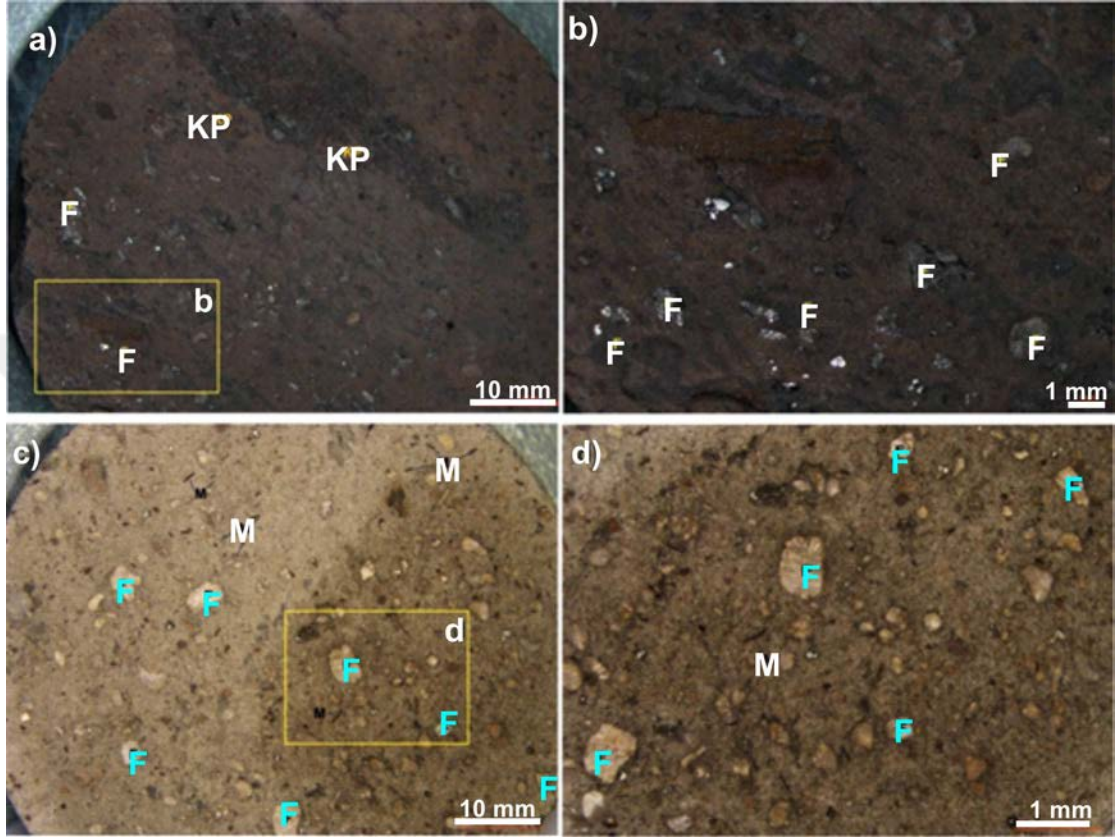
Başdere lokasyonundan alınan BD01 nolu örneğinin kristal bileşenleri feldispat, kuvars, mika mineralleri olup, bunun yanısıra litik malzeme ve pomza parçaları önemli bileşenlerindedir (Şekil 4.2). Cam matriks içerisinde kısmi yönlenmeler söz konusu olup, biyotitler kahverengi ve tek yönlü dilinimleri ile karakteristiktir. DT01 nolu örneğinin kristal bileşenleri ise kuvars, feldispat, mika mineralleri ve litik parçalar içerir (Şekil 4.2a, b).



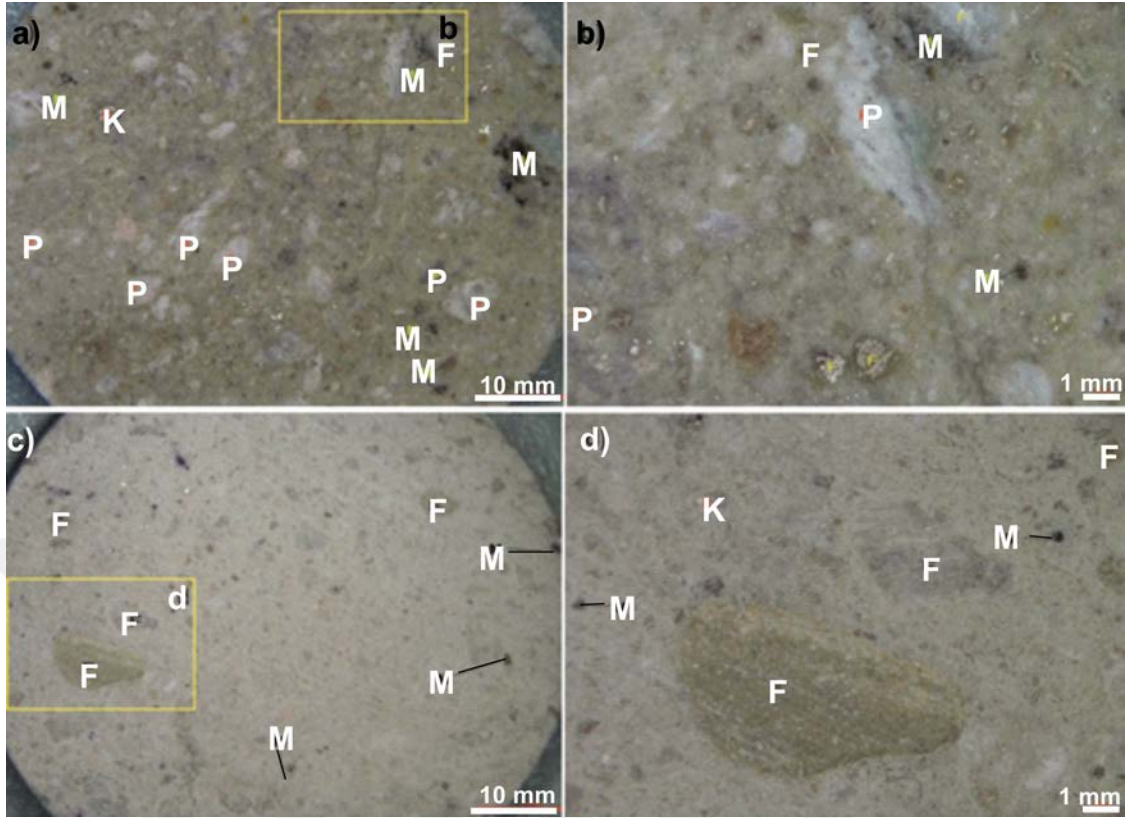
Şekil 4.2 BD01 Makroskopik görüntüleri (M: Mika mineralleri)

DT02 nolu örnekte ise kuvars, feldispat, mika mineralleri ve pomza parçalarından oluşmaktadır (Şekil 4.3). Özellikle DT01 nolu örnekte fiamme yapıları ve düzlemsel doku gözlenmektedir. OH01 ve OH02 nolu örnekler camsı dokuya sahiptir. Hamur oranı kristal + tane oranından fazladır. Pomza bileşenlerinin baskın olduğu örnekte ayrıca kuvars, plajiyoklaz kristalleri ve az oranda litik parçalar içerir. Pomza bileşenlerinin boyutları değişken ve dokanıkları belirsiz geçişlidir (Şekil 4.4). BT01, BT02 ve BT03 örnekleri sırasıyla örnek lokasyonunda alt, orta ve üst seviyeleri karakterize etmektedir. Örneklerin tamamı camsı (vitrofirik) dokuya sahip olup, örnekler baskın pomza

bileşenlerinden oluşmaktadır. Az oranda kuvars, mika elementler ve opak mineraller içermektedir (Şekil 4.5). Alt ve orta seviye örneklerinde litik parçalar ve pomza çok sık gözlenir (Şekil 4.5).

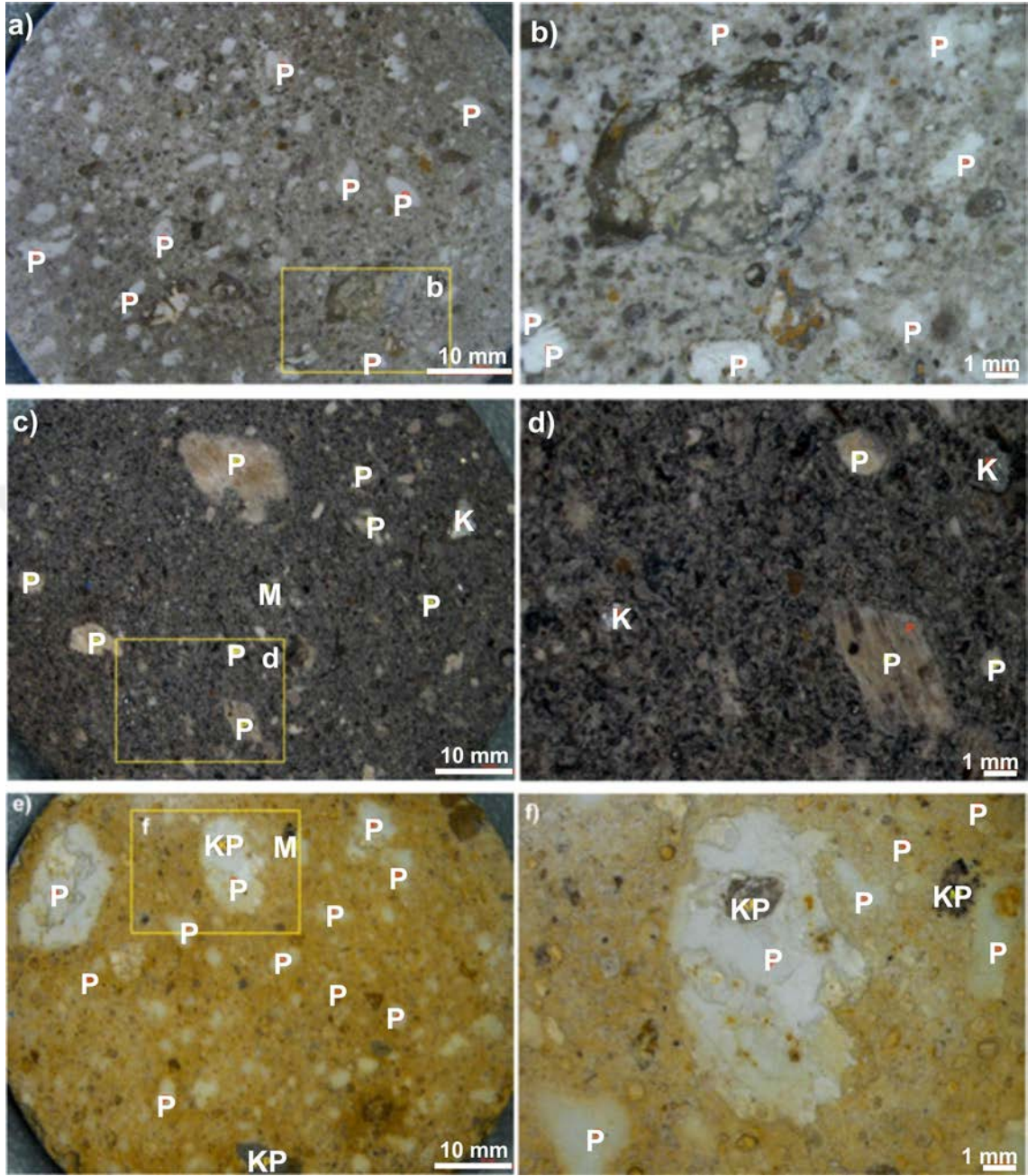


Şekil 4.3 DT01(a, b) ve DT02' nin (c, d) Makroskobik görüntüleri (KP: Kayaç parçası, F: Feldispat, M: Mika mineralleri)

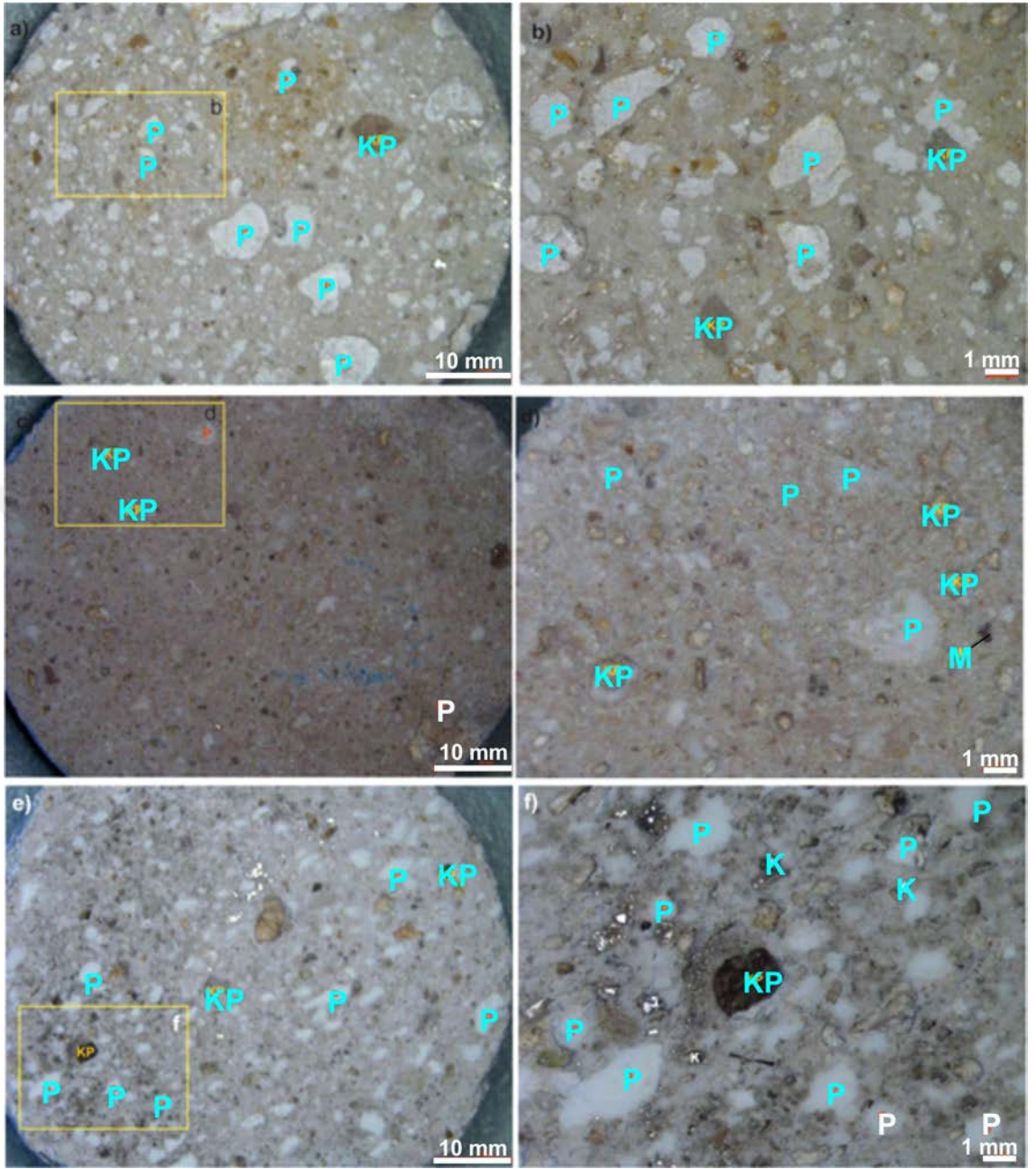


Şekil 4.4 OH01(a, b) ve OH02'in(c, d) Makroskobik görüntüleri (F: Feldspat, M: Mika mineralleri)

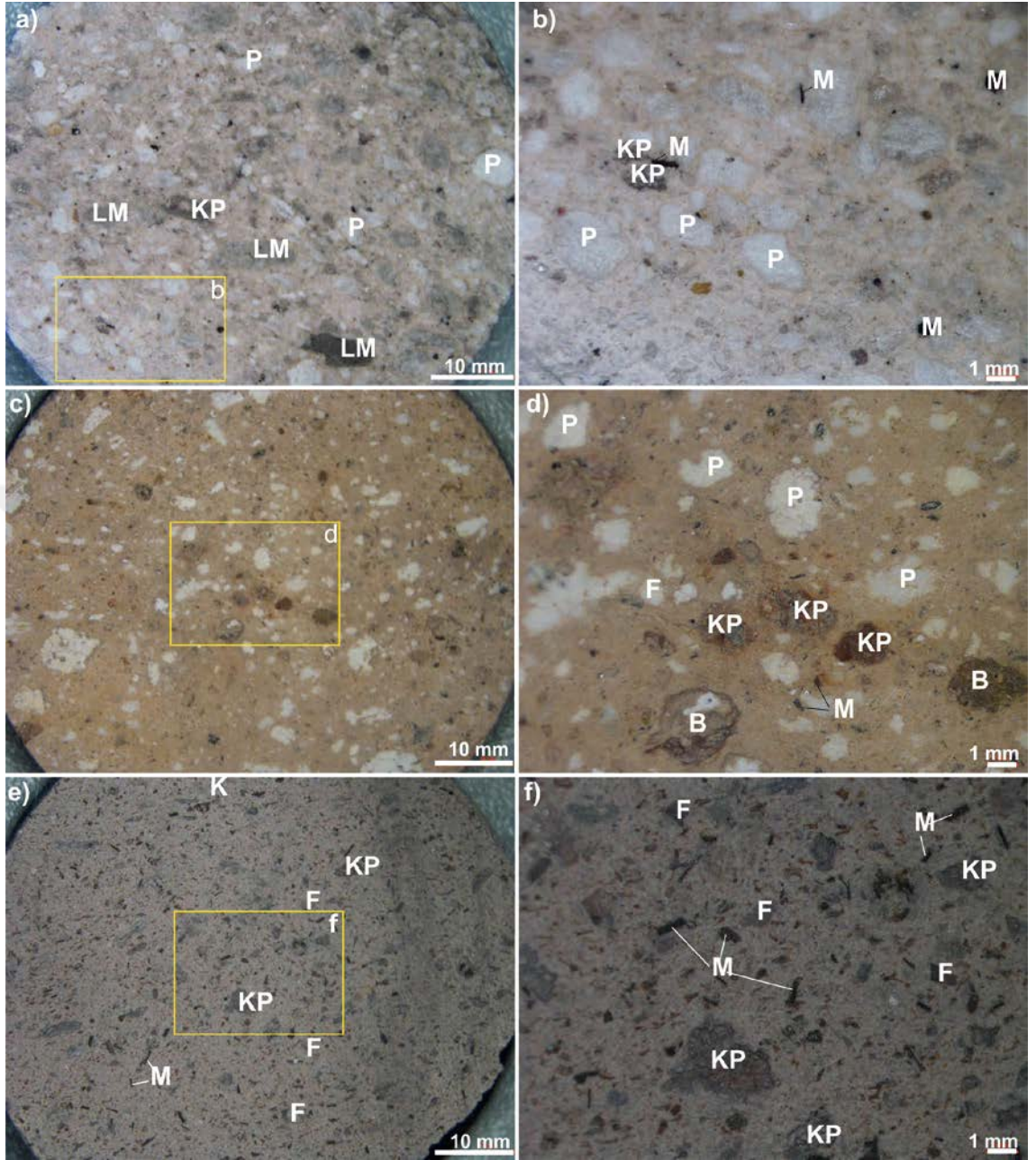
NBT01, NBT02 ve NBT03 örnekleri de alındıkları lokasyondan alt, orta ve üst seviyeleri temsil etmektedir. Örneklerin tamamı camsı dokuya sahip olup, tane + kristal bolluğu %30 ile %25 arasında değişmektedir (Şekil 4.6). Örnekler baskın pomza bileşenlerinden oluşmaktadır. KV01, KV02 ve KV03 örnekleri camsı dokuya sahiptir. Hamur oranı kristal oranından fazladır. Örnekleri oluşturan fenokristal bileşenler; kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve az oranda opak mineral ve litik parçalardır. KV01 nolu örnek kuvars, feldispat, mika mineraller ve litik parçalardan oluşmaktadır (Şekil 4.7). Bol boşluklu olduğu gözlenebilmektedir. KV02 nolu örnek kristal bileşen olarak kuvars, feldispat, mika mineraller ve kayaç parçalarından oluşmaktadır (Şekil 4.7). Litik parça oranı taneler içerisinde baskındır. Kuvars mineralleri genellikle yuvarlak kısa küçük taneler halindedir. KV03 nolu örnek feldispat, mika mineraller ve az oranda kuvars ve litik parçalardan oluşur (Şekil 4.7e ve f).



Şekil 4.5 BT01(a, b), BT02(c, d) ve BT03'ün(e, f) Makroskobik görüntüleri (KP: Kayaç parçası, M: Mika mineraller, F: Feldispat P: Pomza)



Şekil 4.6 NBT01 (a), NBT02 (b) ve NBT03 (c) Makroskobik Görüntüleri (KP: Kayaç Parçası, K:Kuvars, P: Pomza)



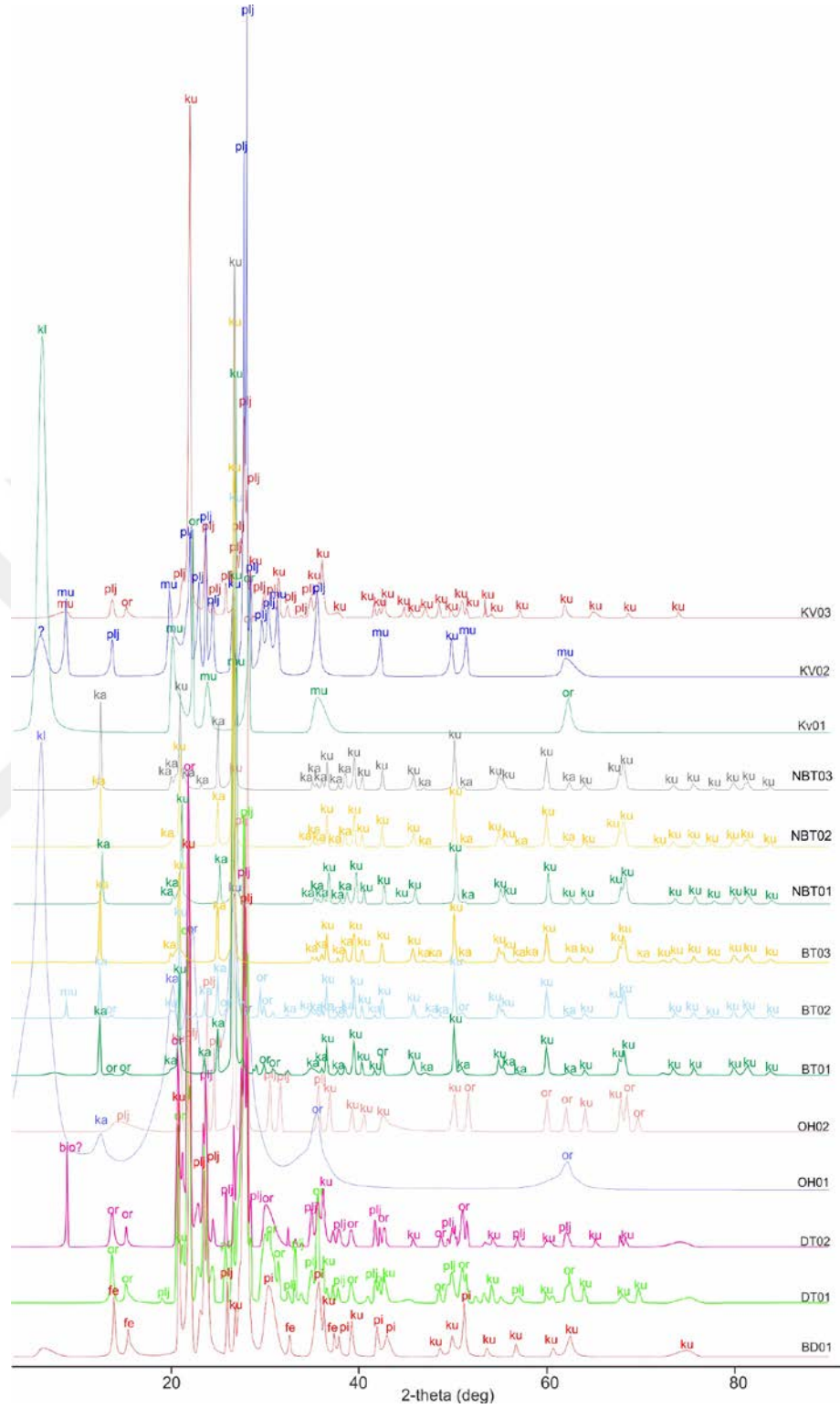
Şekil 4.7 KV01(a, b), KV02(c, d) ve KV03'ün(e, f) Makroskobik görüntüleri (KP: Kayaç parçası, M: Mika mineraller, F: Feldispat, LM: Litik malzeme)

Mikroskop sonuçları desteklemek için 14 piroklastik kayaç örneği üzerinde XRD analizleri yapılmıştır. Buna göre, örneklerin büyük bir bölümü oransal olarak farklı olmasına rağmen benzer bir mineral içeriğine sahiptir (Şekil 4.8). Fakat OH01 ve KV01 örnekleri farklı XRD grafikleri sunmaktadır. İncelenen örnekler oransal olarak yüksekten düşüğe doğru mineral içeriği kuvars, plajiyoklaz, feldispat, kalsit, piroksen ve

düşük oranlarda mika ve kil minerallerinden oluşmaktadır. Piroksen ve kalsit sadece Ortahisar, Böltaş ve Başdere lokasyonlarından alınan örneklerde tespit edilmiştir. Ana minerallerin oranları, Tablo 4.1’de verilmiş olup, elde edilen sonuçlar mineral içeriği açısından petrografik analizlerle uyumlu olmasına rağmen oransal değerler açısından çok uyumlu değildir.

Tablo 4.1 Mineral oranlarının örneklere göre değişimi (%)

Örnek	Kuvars	Plajiyokla	Feldispat	Kalsi	Piroksen	Biyotit	Amfibol	Kil M.
BD01	14.4	19.0	8.0	12.0	38.0	--	11.0	--
DT01	22.4	31.0	44.0	--	--	--	--	--
DT02	21.3	9.1	65.0	--	--	3.84	--	--
OH01	--	21.0	48.0	28.0	2.7	--	--	--
OH02	--	78.0	17.0	--	4.9	--	--	--
BT01	93.0	<1.0	1.6	--	5.1	--	--	<1.0
BT02	81.0	--	12.3	3.4	3.0	--	--	<1.0
BT03	>95.0	--	--	--	--	--	--	<1.0
NBT01	82.0	--	<1.0	--	--	--	--	17.6
NBT02	>95.0	--	--	--	--	--	--	--
NBT03	79.0	--	--	--	--	--	--	21.0
KV01	10.0	90.0	--	--	--	--	--	--
KV02	--	85.0	10.0	--	--	5.0	--	--
KV03	14.8	70.2	12.5	--	--	1.9	--	--



Şekil 4.8 XRD analiz sonuçları (ku: Kuvars, ka: Kaolin, or: Ortoklaz, mu: Muskovit, fl: Feldispat, Plj: plajiyoklaz, ca: Kalsit)

4.3 İgnimbitlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri

Önceki bölümlerde belirtildiği üzere, bu tez çalışmasının amacı mikro-yapısal parametrelerin bazı fiziko-mekanik özellikler üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu amaç için Kapadokya Bölgesinde geniş yayılım sunan piroklastik kayalar materyal olarak seçilmiş olup, Orhan ve Dinçer [12] tarafından alınan piroklastik kayalara ait fiziko-mekanik özellikler göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışma kapsamında yeniden fiziko-mekanik özellikler belirlenmemiş olup, Orhan ve Dinçer [12] tarafından elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında söz konusu örnekler ait mikro-yapısal parametreler yeniden elde edilmiştir. Orhan ve Dinçer [12] tarafından yapılan çalışmada gözlemsel renk tayini, kuru birim ağırlık, görünür porozite, P-dalga hızı, ağırlıkça, hacimce su emme ve tek eksenli sıkışma dayanımları ISRM'de [31] önerilen yöntemler esas alınarak belirlenmiştir. Bu çalışmada mikro-yapısal parametrelerin sadece kuru birim hacim ağırlık, porozite ve tek eksenli sıkışma dayanımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu tez çalışmasında örnekler ait sadece bu parametrelere yer verilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2'den de görüldüğü üzere altı farklı lokasyondan alınan toplam 14 numune üzerinde deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Buna göre; çok farklı renklere sahip olan ignimbitlerin ağırlıklı olarak açık renklere (beyaz-krem, sarımsı beyaz) olduğu görülmektedir. Bunlardan sadece Kavak bölgesinden alınan örneklerin koyu renklere olduğu görülmüştür. Özellikle KV02 nolu örnek koyu gri-siyaha yakın bir renge sahip olduğu görülmüştür. Kuru birim ağırlık değerleri en düşük olarak 11.43 kNm⁻³ ile OH01 numunesinde, en yüksek ise 18.20 ile KV03 örneğinde karşımıza çıkmaktadır. Görünür porozite ise en düşük olarak % 17.18 ile NBT01 numunesinde, en yüksek ise % 35.14 ile KV01 örneğinde belirlenmiştir. Kuru durumdaki numunelerin en düşük tek eksenli sıkışma dayanımı 5.91 MPa ile OH01 numunesinde elde edilirken, en yüksek 78.65 MPa ile KV03 numunesinde elde edilmiştir. Bu parametrelerin mikro-yapısal özellikler ile olan ilişkileri ilerleyen bölümlerde detaylı olarak incelenecektir.

Tablo 4.2 İncelenen Numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri

Örnek No	Lokasyon	Renk	Kuru birim ağırlık (kNm-3)	Görünür porozite (%)	Tek eksenli sıkışma dayanımı (MPa)
BD01	Başdere	Gri-bej	14.44	35.12	14.41
DT01	Demirtaş	Pembemsi kırmızı	16.20	31.49	13.92
DT02		Beyaz-krem	13.79	33.33	8.76
OH01	Ortahisar	Beyaz-krem	11.43	31.32	5.91
OH02		Sarımsı beyaz	15.98	18.28	32.56
BT01	Böлтаş	Beyaz-krem	14.70	26.50	13.36
BT02		Kırmızımsı	15.17	23.67	16.96
BT03		sarımsı beyaz	14.08	18.59	12.79
NBT01	Nevbitaş	sarımsı beyaz	18.68	17.18	28.99
NBT02		Grimsi beyaz	17.26	18.40	18.91
NBT03		açık beyaz	16.13	26.59	11.13
KV01	Kavak	koyu kırmızı	11.76	35.14	6.17
KV02		Koyu gri-siyah	15.13	27.01	16.40
KV03		açık kahverengi	18.20	20.23	78.65

4.4 Mikro-Yapısal Özellikler

Kapadokya bölgesinde yer alan birçok tarihi, kültürel ve doğal miras bölgede geniş bir yayılıma sahip olan Ürgüp Formasyonuna ait ignimbirit seviyelerinin içerisinde veya üzerinde yer almaktadır. Volkano-sedimater birimlerin ağırlıklı olduğu Ürgüp Formasyonu toplam 10 farklı üyeden oluşmasına rağmen, bu çalışmada Ürgüp Formasyonunun Kavak, Sarımaden, Tahar ve Karadağ üyelerinden ve İncesu ignimbiritlerin farklı seviyelerinden alınan 14 örnek mikro-yapı ve fiziko-mekanik özellikler ilişkisi açısından incelenmiştir. İgnimbiritlerin ait oldukları üye tanımlamalarında bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasındaki lokasyon konumları göz önünde bulundurulmuştur. Bu amaç için öncelikle ilgili ignimbirit seviyelerinin taban, orta ve tavan bölümlerindeki mineralojik bileşimi, petrografik özelliklerini ve mikro-yapısal unsurları belirlemek amacıyla ince kesitler üzerinde detaylı mikroskop

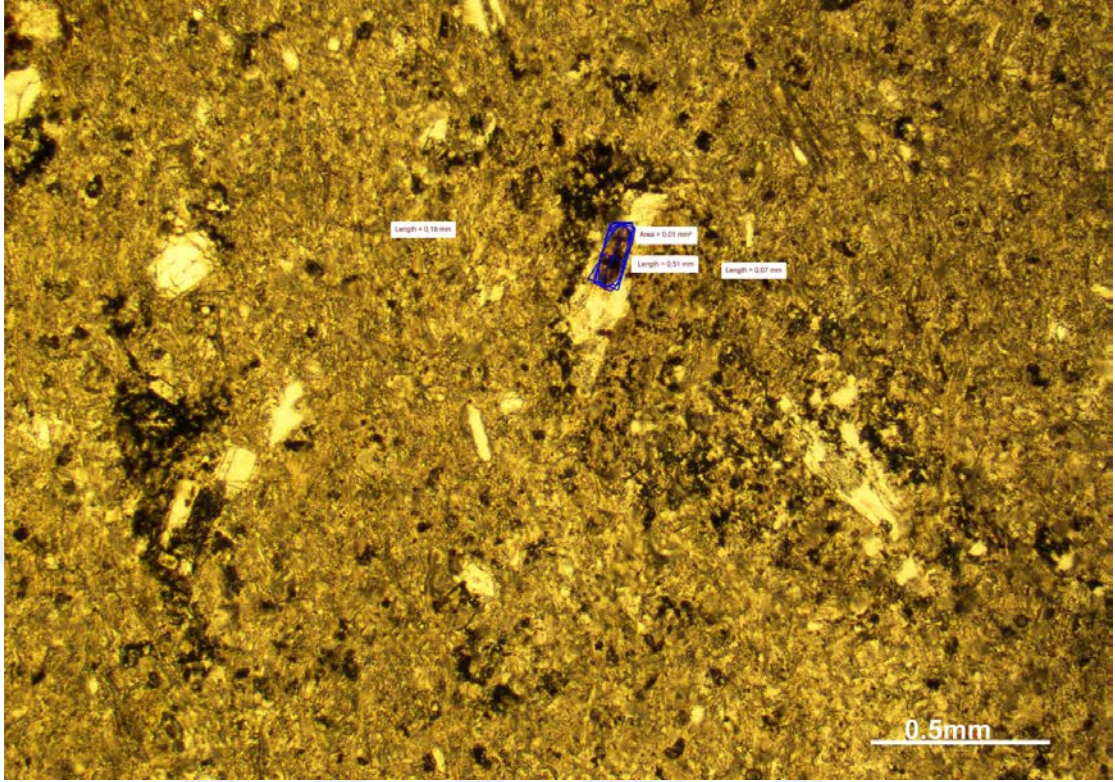
incelenmeleri yapılmıştır. Öncelikle, ince kesitler polarize mikroskop altında incelenerek mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiş daha sonra mikro-yapısal unsurlar çalışılmıştır.

4.4.1 Doku ve Kaynaşma Derecesi

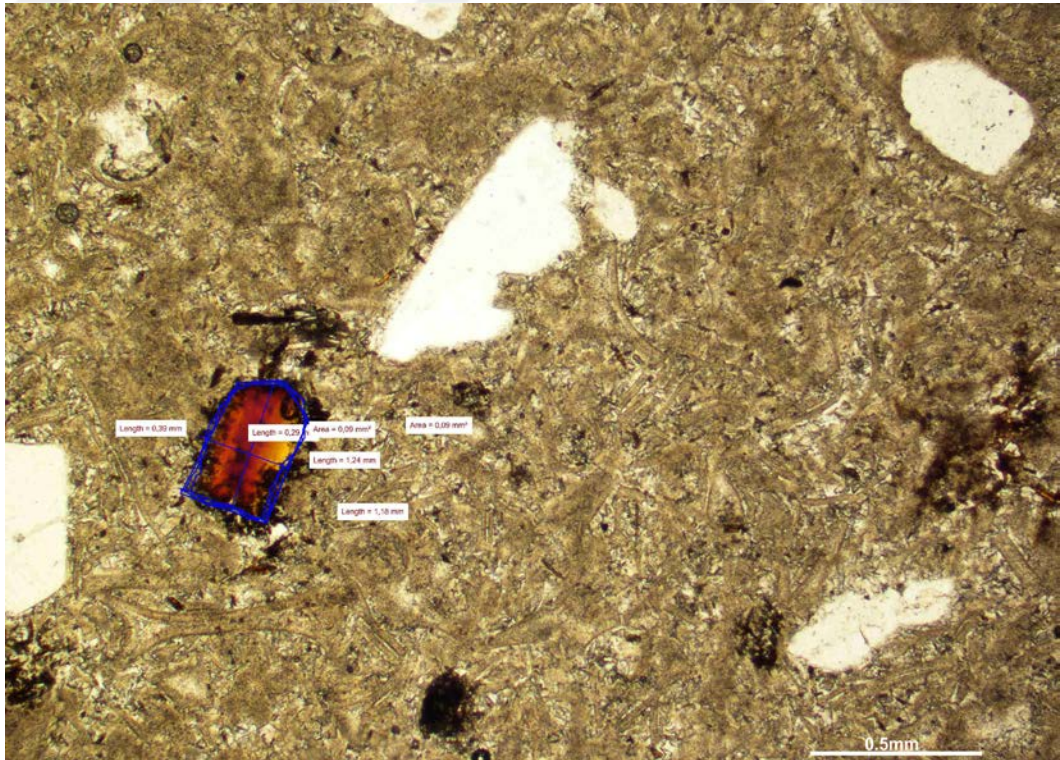
İnce kesit çalışması yapılan volkanik kayalar ve ignimbirit örneklerinin lokasyonlara göre dağılımı ve kısa petrografik özellikler Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre, örneklerin büyük bölümü camlı (vitrofirik) bir dokuya sahip olurken, bir kısmı ise öteksitik (eutaxitic) dokuya sahiptirler (Tablo 4.3). BD01, DT01, DT02, OH02, BT01, BT02, BT03, NBT01, NBT02, NBT03, KV02 ve KV03 nolu örnekler camlı (vitrofirik)doku özellikleri sergilerken OH01 ve KV01, nolu örnekler öteksitik doku özellikleri sergilemektedir (Tablo 4.3 ve Şekil 4.9). Bilindiği üzere incelenen ignimbiritlerde hamur+pomza ve camdan oluşabilmektedir. Doku tanımlamalarında ikisinin toplam oranı matriks oranı olarak göz önünde bulundurulmuştur. Pomzanın kristal veya tane olarak değerlendirilmesi durumunda bazı örnekler için hipokristalin doku tanımlamaları mümkün olabilir. İncelen örnekler plajiyoklaz, biyotit, piroksen, kuvars gibi fenokristallerin yanı sıra pomza, volkanik cam ve litik malzeme bileşenlerinden oluşmaktadır. Bunların oransal dağılımı sonraki bölümlerde ele alınacaktır.

Tablo 4.3 Çalışmada kullanılan örneklerin lokasyon ve kısa petrografik tanımı

Örnek	Üye	Bileşenler	Doku
BD01	İncesu	plajioklas, biyotit, Piroksen, kuvars, pomza, volkanik cam	Camsı (Vitrofirik)
DT01	İncesu	plajioklas, piyotit, piroksen, kuvars, pomza, volkanik cam	Camsı (Vitrofirik)
DT02	İncesu	plajioklas, biyotit, piroksen, kuvars, pomza, volkanik cam, litik mlz.	Camsı (Vitrofirik)
OH01	Kavak	biyotit, piroksen, kuvars, pomza, volkanik cam	Öteksitik (eutaxitic)
OH02	Kavak	plajioklas, biyotit, kuvars, pomza, volkanik cam, litik mlz.	Camsı (Vitrofirik)
BT01	Karadağ	biyotit, piroksen, kuvars, pomza, pomza, volkanik cam parçaları	Camsı (Vitrofirik)
BT02	Kavak	biyotit, kuvars, pomza, volkanik cam, litik mlz.	Camsı (Vitrofirik)
BT03	Kavak	biyotit, piroksen, kuvars, pomza, pomza, volkanik cam parçaları	Camsı (Vitrofirik)
NBT01	Tahar	biyotit, kuvars, pomza, pomza, volkanik cam parçaları	Camsı (Vitrofirik)
NBT02	Tahar	biyotit, kuvars, pomza, pomza, volkanik cam parçaları	Camsı (Vitrofirik)
NBT03	Kavak	kuvars, pomza, pomza, volkanik cam parçaları	Camsı (Vitrofirik)
KV01	Kavak	plajioklas, biyotit, kuvars, pomza, volkanik cam, litik mlz.	Öteksitik (eutaxitic)
KV02	Kavak	plajioklas, biyotit, kuvars, pomza, volkanik cam, litik mlz.	Camsı (Vitrofirik)
KV03	Sarımaden	plajioklas, biyotit, kuvars, pomza, volkanik cam, litik mlz.	Camsı (Vitrofirik)



Şekil 4.9 BD01 nolu örneğe ait camısı (Vitrofirik) dokunun çift nikol mikroskop görüntüsü.



Şekil 4.10 DT02 nolu örneğe ait camısı (Vitrofirik) dokunun çift nikol mikroskop görüntüsü.

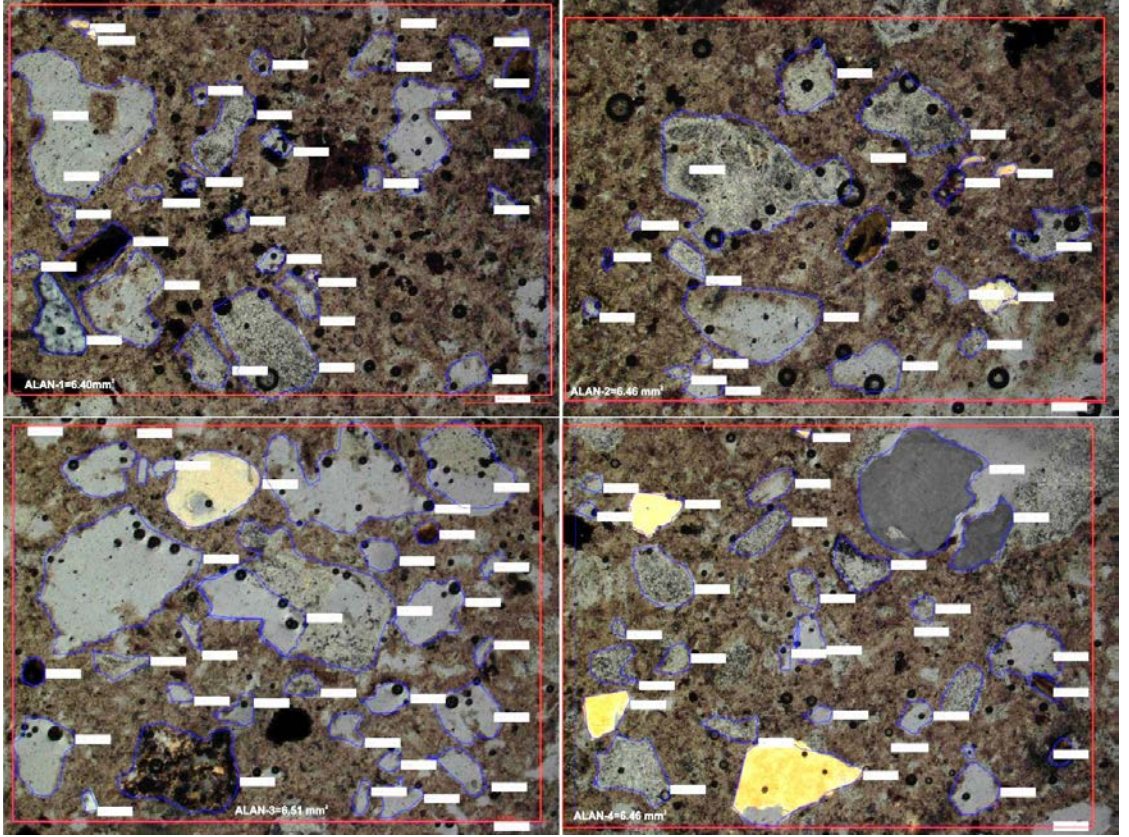
İncelenen örnekler ait kaynaşma derecesi (welding degree) tanımı Quanne ve Russell [10] tarafından önerilen sınır değerler ve petrografik özellikler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Araştırmacıların önerdikleri sınıflamada mikro dokusal yönelme ve pomzalarda yassılaşıma gibi petrografik dokusal gözlemlerin yanı sıra tek eksenli sıkışma dayanımı, nokta yükü dayanım indeksi, porozite ve yoğunluk gibi fiziksel özellikleri de göz önünde bulundurmışlardır. Yaptıkları sınıflamada 6 farklı sınıf tanımlanırken, 1. Sınıf hiç kaynaşmamış olarak tanımlanırken, 6. Sınıf ise obsidyen türü tamamen camsı yapıları ifade etmektedir. Tablo 4.4’de incelenen örneklerin kaynaşma dereceleri ve tanımlamaları verilmiştir. Buna göre, örneklerin genel kaynaşma dereceleri II ile IV arasında değişmekte olup, BD01 ve KV01 az kaynaşmış ignimbirit olarak tanımlanmıştır. Buna karşın DT01, DT02, OH01, BT01, NBT03 ve KV02 kısmen kaynaşmış ignimbirit olarak tanımlanmıştır. OH02, BT02, BT03, NBT01, NBT02 ve KV03 orta düzeyde kaynaşmış ignimbirit olarak sınıflanmıştır.

Tablo 4.4 İgnimbiritlerin kaynama derecesi ve tanımlamaları

Örnek No	İgnimbirit Adı	Quanne ve Russel (2005)	
		Kaynaşma Derecesi	Kaynaşma durumu
BD01	İncesu	II	Az kaynaşmış
DT01	İncesu	III	Kısmen kaynaşmış
DT02	İncesu	III	Kısmen kaynaşmış
OH01	Kavak	III	Kısmen kaynaşmış
OH02	Kavak	IV	Orta düzeyde kaynaşmış
BT01	Karadağ	III	Kısmen kaynaşmış
BT02	Kavak	IV	Orta düzeyde kaynaşmış
BT03	Kavak	IV	Orta düzeyde kaynaşmış
NBT01	Tahar	IV	Orta düzeyde kaynaşmış
NBT02	Tahar	IV	Orta düzeyde kaynaşmış
NBT03	Kavak	III	Kısmen kaynaşmış
KV01	Kavak	II	Az kaynaşmış
KV02	Kavak	III	Kısmen kaynaşmış
KV03	Sarımaden	IV	Orta düzeyde kaynaşmış

4.4.2 Bileşen Oranları

Hazırlanan ince kesitler polarize mikroskop altında incelenmiş ve NIS ELEMENTS (Nikon) yazılımı kullanılarak, mineralojik bileşenlerin oransal dağılımı, boşluk ve matriks oranları belirlenmiştir. Bu bölümde polarize mikroskop altında yaklaşık oranlar belirlendikten sonra Nikon yazılımı kullanılarak her bir kesit içerisinde tanımlanan farklı poligonlardan elde edilen ortalama oranlar kullanılmıştır. Uygulanan yöntem materyal ve metod bölümünde daha detaylı verilmiştir. Her bir kesit içerisinde en az dört farklı alan oluşturulmuş ve bu alanlar içerisinde bileşenlerin alanları yazılım yardımıyla belirlenerek, her bir örnek için bileşenlerin yüzde oranları belirlenmiştir. Şekil 4.11'de BT02 nolu örnek için tanımlanan alan ve bileşenlerin alanlarının yazılım kullanılarak belirlenmesi örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Kristal, pomza, litik ve boşluk oranının belirlenmesi (BT02 Nolu örnek)
Elde edilen oransal dağılımlar fenokristallerin oranları Tablo 4.5'de verilirken, diğer bileşenler matriks (pomza ve volkanik cam), boşluk ve litik malzeme oranı Tablo 4.6'da verilmiştir. Yapılan modal analiz sonuçlarına göre, kuvars örneklerin tamamında

gözlenmekte olup, %2.00 ile %21.00 arasında değişmektedir. Buna karşılık plajiyoklaz oranı ise %3.50 ile %23.00 arasında değişmekte olup, sınırlı sayıda örnekte gözlenmektedir. Genel olarak bakıldığında toplam fenokristal oranı %8.00 ile %37.50 arasında değişmektedir. En yüksek oran KV03 kodlu örnekte elde edilirken, en düşük oran NBT03 kodlu örnekte %8.00 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 Fenokristallerin yüzde dağılımları (%)

Örnek					
No	Biyotit (%)	Piroksen (%)	Kuvars (%)	Plajiyoklaz (%)	Toplam (%)
BD01	3,00	4,00	5,00	8,00	20,00
DT01	2,00	8,00	4,00	7,00	21,00
DT02	5,00	4,00	8,00	9,00	26,00
OH01	5,00	5,00	2,00	-	12,00
OH02	7,00	2,00	10,00	12,00	31,00
BT01	3,00	2,00	10,00	-	15,00
BT02	7,00	-	14,00	-	21,00
BT03	3,00	5,00	7,00	-	15,00
NBT01	3,00	-	21,00	-	24,00
NBT02	3,00	-	18,00	-	21,00
NBT03	-	-	8,00	-	8,00
KV01	3,00	6,00	2,00	6,00	17,00
KV02	1,50	3,50	9,50	3,50	18,00
KV03	8,50	0,00	6,00	23,00	37,50

İgnimbiritlerin en önemli bileşenlerinden olan pomza, incelenen örneklerin bazılarında hamur içerisine girişim yapmış halde bulunurken, bazılarında ise tamamen hamurdan ayrı tane olarak gözlenmektedir. Tablo 4.6'da verilen oranlar bu ayırım göz önünde bulundurulmadan elde edilmiştir. Buna göre, maksimum pomza oranı %55'e (BT01) kadar çıkabilmektedir. Buna karşın en düşük oran ise KV03 nolu örnekte %21 olarak belirlenmiştir. Volkanik cam tüm örneklerde matriks (hamur) olarak yer almakta olup, %15.00 ile %42.00 aralığında değişmektedir. Pomza ve volkanik cam birlikte düşünüldüğünde, matriks oranı %78.00'e kadar çıkabilmektedir. Bunun yanı sıra örnekler içerisinde, muhtelif gaz boşlukları ve bazı litik malzemelerin varlığı dikkat

çekmektedir. Boşluk oranı %5.00 ile %14.00 arasında değişirken, en yüksek oran NBT03 nolu örnekte elde edilmiştir. Litik malzeme oranı ise en yüksek %11.00 ile KV01 nolu örnekte elde edilmiştir. Genel olarak örneklerin tamamında oldukça düşük oranda gözlenen litik malzeme oranı %2-3 seviyesindedir.

Tablo 4.6 Pomza, volkanik cam, boşluk ve litik malzeme oranlarının yüzde dağılımları (%)

Örnek No	Pomza (%)	Volkanik cam (%)	Toplam (%)	Boşluk (%)	Litik malzeme (%)
BD01	31,00	38,00	69,00	9,00	2,00
DT01	25,00	42,00	67,00	10,00	2,00
DT02	26,50	38,50	65,00	7,00	2,00
OH01	47,00	31,00	78,00	10,00	--
OH02	28,00	34,00	62,00	5,00	2,00
BT01	55,00	20,00	75,00	8,00	2,00
BT02	46,00	21,00	67,00	9,00	3,00
BT03	51,00	21,00	72,00	10,00	3,00
NBT01	51,00	15,00	66,00	7,00	3,00
NBT02	46,00	19,00	65,00	8,00	6,00
NBT03	47,50	25,50	73,00	14,00	5,00
KV01	37,50	26,50	64,00	8,00	11,00
KV02	35,00	39,00	74,00	8,00	--
KV03	21,00	31,50	52,50	6,00	4,00

4.4.3 Şekil Tanımlamaları

Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan ve pratik bir şekilde elde edilebilen beş farklı şekil parametresi hesaplanmıştır. Bunlar, en-boy oranı (b/a), aksel oran (a/b), şekil faktörü (SF1 ve SF2) ve yüzey girinti oranı (PARIS) dır [33]. Yöntemin esası Materyal ve metod bölümünde detaylı olarak verilmiş olup, söz konusu mikro-yapısal parametreler incelenen tüm ignimbirit örnekleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar NIS ELEMENTS (Nikon) yazılımı kullanılarak manuel bir şekilde gerekli

ölçümler alındıktan sonra ilgili eşitlikler kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar EK-1'de verilmiştir.

BD01 nolu örneğin ana yapısı pomza, plajiyoklaz, piroksen, kuvars, biyotit ve sınırlı sayıda litik malzemedir oluşmaktadır. Söz konusu bileşenlerin şekil faktörleri incelendiğinde pomzanın ortalama boy-en oranı (b/a) 2.00 olarak hesaplanırken, SF1 değerleri ise 1.08 ile 1.84 arasında değiştiği görülmektedir. Diğer bileşenler için benzer değerler elde edilmektedir. Özellikle litik malzemeler için boy-en oranı 1.00 oldukça yakın olup, ortalama SF1 değeri 1.11 olarak hesaplanmıştır (EK-1.1). Tüm bileşenler için ortalama yüzey girinti oranı (PARIS) 11.24 ile 26.77 arasında değişmekte olup, bu durum ise bileşenlerin genelde düz sınırlar oluşturduğunu ve birbirine benzer nitelikte olduğu göstermektedir. İgnimbiritler sıkışma ve kaynaşmanın en önemli göstergesinin pomza ve litik malzemelerde uzama ve yassılaşıma olduğu düşünüldüğünde, BD01 nolu örnek yeterince sıkışmamış ve kaynaşmamış olarak değerlendirilebilir.

DT01 nolu örnek yine aynı şekilde plajiyoklaz, piroksen, kuvars, biyotit ve sınırlı sayıda litik malzeme gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Tüm bileşenlerin ortalama b/a değerleri 1.38 ile 1.85 arasında değişmekte olup, pomza ve kayaç parçalarının ortalama b/a değerleri sırasıyla 1.70 ve 1.38 olarak hesaplanmıştır (EK-1.2). SF1 değerleri tüm bileşenler için 1.14 ile 1.34 arasında değişmektedir. Pomza bileşenlerinin SF1 değeri 1.70 ile 1.04 arasında değişmektedir. SF değerinin 1.00 eşit olması tam bir daireyi temsil ettiğine göre, pomzalar hemen dairesel formlarda gözlenmektedir. PARIS değeri fenokristaller için 13.70 ile 5.70 arasında değişirken, pomzalar için bu ortalama PARIS değeri 26.83 olarak hesaplanmıştır. Bu durum pomza sınırlarının kristal bileşenlere göre daha girintili olduğu göstermektedir. Buna karşın kristal bileşenlerin oldukça öz şekilli olduğu göstermektedir. Şekil faktörleri genel olarak değerlendirildiğinde, pomza bileşeni yassılaşıma ve uzama yapıları göstermemektedir.

DT02 nolu örnek, önceki örneklere benzer bileşen içeriğine sahiptir. Pomzaların b/a oranları 2.77 ile 1.20 arasında değişmekte olup, ortalama b/a oranı 1.58 olarak hesaplanmıştır. Yine pomzanın şekil faktörü (SF1) 1.66 ile 1.00 arasında değişmektedir (EK-1.3). Bu durum bazı pomza tanelerin tam daire şeklinde olduğu göstermektedir. Pomzaların yüzey girinti oranı (PARIS) ise 46.81 ile 2.74 arasında değişmekte olup,

bileşen sınırları dalgalı ve düz formlar sergilemektedir. Kristal bileşenlerin ortalama b/a değerleri 1.23 ile 3.01 arasında değişmekte olup, yüksek değerler biyotitlerde elde edilmiştir. Söz konusu örnek sıkılaştırma ve kaynaşmanın izleri olan pomza bileşenlerinde uzama ve yassılaştırmanın neden olduğu şekil parametreleri elde edilmemiştir. Buna göre DT02 nolu örnek için yeterince kaynaşmış denilemez.

OH01 nolu örnek pomza, piroksen, kuvars ve biyotit gibi bileşenlerden oluşmuştur. Pomzaların ortalama b/a değeri 2.12 olarak hesaplanırken, SF1 değeri 1.34 olarak belirlenmiştir. Kristal bileşenlerin b/a değerleri 1.41 ile 4.91 arasında değişmektedir. 4.91 değeri biyotitlerden elde edilmiştir (EK-1.4). Tüm bileşenler için PARIS değeri 8.93 ile 23.11 arasında değişmektedir. Kuvarslar diğer bileşenlere göre daha yüksek değerlere sahiptir. Şekil parametreleri göz önünde bulundurulduğunda, pomzalarda önemli bir yassılaştırma ve uzama söz konusu değildir.

OH02 nolu örnek bileşenleri pomza, plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve kayaç parçasından oluşmaktadır. Tüm bileşenlerin ortalama b/a oranları 1.47 ile 3.95 arasında değişirken, SF1 değeri 1.19 ile 1.39 arasında değişmektedir (EK-1.5). PARIS değerleri ise 5.06 ile 10.46 arasında değişmektedir. Genelde bileşenler benzer sınır formlarına sahiptir.

BT01 nolu örnek pomza, piroksen, kuvars, biyotit ve kayaç parçası gibi bileşenlerden oluşmuştur. Bunlara ait şekil parametreleri EK-1.6'da verilmiştir. Buna göre pomzaların ortalama b/a ve SF1 değerleri sırasıyla 1.32 ve 1.13 olarak hesaplanmıştır. Kristal bileşenlerin ortalama b/a değerleri ise 3.25 ile 1.38 arasında değişmektedir. Diğer örneklerde olduğu, kristaller içerisinde en yüksek değere biyotitler sahiptir. PARIS değerleri ise 7.78 ile 18.27 arasında değişmektedir.

BT02 nolu örnek için pomza, kuvars, biyotit ve kayaç parçası gibi bileşenler den ölçümler alınmıştır. Toplam 25 pomza tanesi ölçümü göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalara göre, b/a oranı 1.88 ile 1.02 arasında değişmektedir. SF1 değerleri ise 1.47 ile 1.08 arasında değişmektedir. Pomza tanelerinin yüzey girinti oranı (PARIS) maksimum 39.26'ya ulaşırken, ortalama değer 9.92 olarak hesaplanmıştır. Sınırlı sayıda ölçülen kayaç parçasının ortalama b/a ve SF1 değerleri sırasıyla 1.75 ve 1.23 olarak hesaplanmıştır. Bu şekil parametreleri göz önünde bulundurulduğunda

önemli bir sıkılaşıma ve kaynaşma derecesinin göstergelerinden olan yassılaşıma ve uzamada bahsetmek mümkün değildir. Diğer kristale bileşenlerin şekil parametreleri ise benzer aralıklarda değişmektedir (EK-1.7).

BT03 nolu örnek için aynı şekilde pomza, kuvars, biyotit ve kayaç parçası gibi bileşenlerden ölçümler alınmıştır. Pomzaların b/a oranı 1.00 ile 3.07 arasında değişmekte olup, örnek içerisinde kısmı uzama ve yassılaşıma gösteren pomza taneleri mevcuttur. Pomzaların SF1 değeri ise 1.50 ile 1.05 arasında değişmektedir. Kristal bileşenlerin b/a oranı 2.67 ile 1.58 arasında değişirken, kayaç parçalarının ortalama b/a oranı 1.74 olarak hesaplanmıştır (EK-1.8).

NBT01 nolu örneğe ait şekil parametrelerini belirlemek için pomza, kuvars, biyotit ve kayaç parçası gibi bileşenlerden ölçümler (uzunluk, genişlik, çevre, alan) alınmıştır. Yapılan hesaplamalara göre pomzaların ortalama b/a ile SF1 değerleri sırasıyla 1.71 ve 1.11 olarak hesaplanmıştır. Diğer kristallerin (kuvars ve biyotit) ortalama b/a ve SF1 değeri ise 1.75 ile 6.33 arasında değişmektedir (EK-1.9). Buradan görülmektedir ki, biyotitler levhamsı formlarda gözlenmektedir.

NBT02 nolu örneğe ait şekil parametrelerini belirlemek için pomza, kuvars, biyotit ve kayaç parçası gibi bileşenlerden toplam ölçümler (uzunluk, genişlik, çevre, alan) alınmıştır. Pomzanın ve kayaç parçalarının ortalama b/a değerleri sırasıyla 1.48 ve 1.42 olarak hesaplanmıştır. SF1 değerleri ise 1.49 ile 1.06 ve 1.19 ile 1.08 arasında değişmektedir (EK-1.10). Buna göre, pomza ve kayaç parçası bileşenleri dairesel formda olup, herhangi bir yassılaşıma ve uzama belirtisi göstermemektedir. Kuvars ve biyotit sahip oldukları ortalama b/a değeri 1.26 ve 2.94 olarak hesaplanmıştır.

NBT03 nolu örnek için şekil tanımlamaları pomza, kuvars ve kayaç parçası gibi bileşenler üzerinden yapılmıştır. Pomza ve kayaç parçalarının ortalama b/a oranları 1.62 ve 1.82 olarak hesaplanırken, SF1 değerleri 1.21 ve 1.16 olarak belirlenmiştir. Bu değerler ilgili bileşenlerin genel olarak dairesel formda olduklarını önemli bir uzama ve yassılaşıma göstermedikleri işaret etmektedir. Tek kristal bileşen olan kuvarsın b/a ve SF1 değeri sırasıyla 1.62 ve 1.21 olarak hesaplanmıştır (EK-1.11). Kuvars ve pomzanın

yüzey girinti oranı (PARIS) 14.86 ve 10.62 olarak belirlenmiş olup, genelde bileşen sınırları düz karakterdedir.

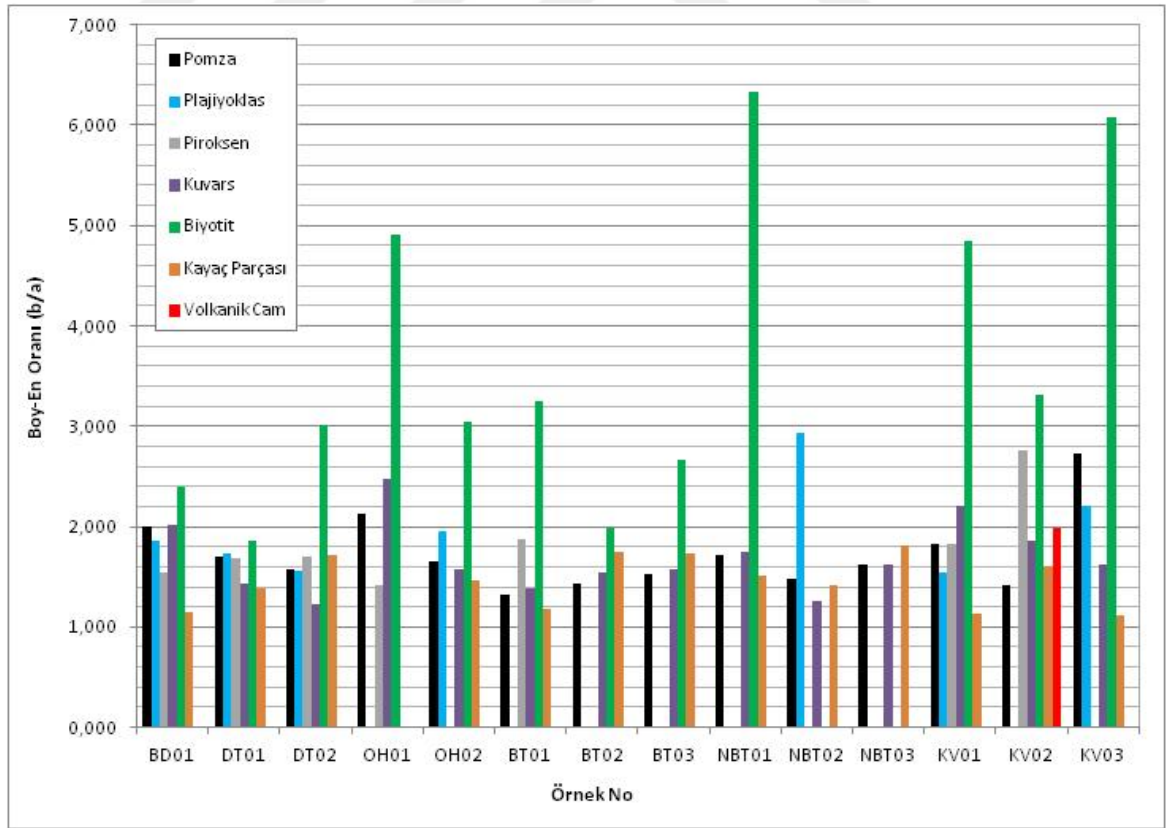
KV01 nolu örnek bileşen açısından oldukça zengin olup, ölçümler pomza, plajiyoklaz, piroksen, kuvars, biyotit ve kayaç parçaları üzerinden yapılmıştır. Pomza tanelerinin b/a oranları 5.00 ile 1.00 arasında değişirken, SF1 değerleri 1.60 ile 1.01 arasında değişmektedir. Bu durum pomza bileşenlerinin dairesel formda ve levha formlarında olduğunu göstermektedir. Kristal bileşenlerin biyotit hariç birbirlerine benzer şekil parameterlerine sahiptirler. Biyotitlerin b/a oranı 8.33 ile 1.65 arasında değişmektedir (EK-1.12).

KV02 nolu örnek için şekil parametreleri pomza piroksen, kuvars, biyotit, kayaç parçası ve volkanik cam için yapılan ölçümler kullanılarak hesaplanmıştır. Pomzaların b/a oranları 2.64 ile 1.00 arasında değişirken, ortalama SF1 değeri 1.19 olarak hesaplanmıştır. Bu durum pomzaların genel olarak dairesel formlar sergilediği göstermektedir. Kayaç parçalarının aynı şekilde b/a oranları 1.76 ile 1.46 arasında değişirken, ortalama SF1 değeri 1.24 olarak hesaplanmıştır. Kristal bileşenlerin ortalama b/a oranları 3.31 ile 1.86 arasında değişirken, SF1 değerleri 2.28 ile 1.22 arasında değişmektedir. Yüzey girinti oranı tüm bileşenler için 9.21 ile 20.89 arasında değişmektedir (EK-1.13).

KV03 nolu örnek, en yüksek dayanıma sahip olan örneklerden biri olup, sahip olduğu bileşen çeşitliliği ve yüksek bileşen oranı ile dikkat çekmektedir. Toplam 71 adet bileşenin ölçümü alınmış olup, bunlar pomza, plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve kayaç parçasından oluşmaktadır. Pomzaların b/a oranı 1.00 ile 7.09 arasında değişmekte olup, ortalama b/a oranı 2.72'dir (EK-1.14). Bu oran incelenen örnekler arasında elde edilen en yüksek değerdir.

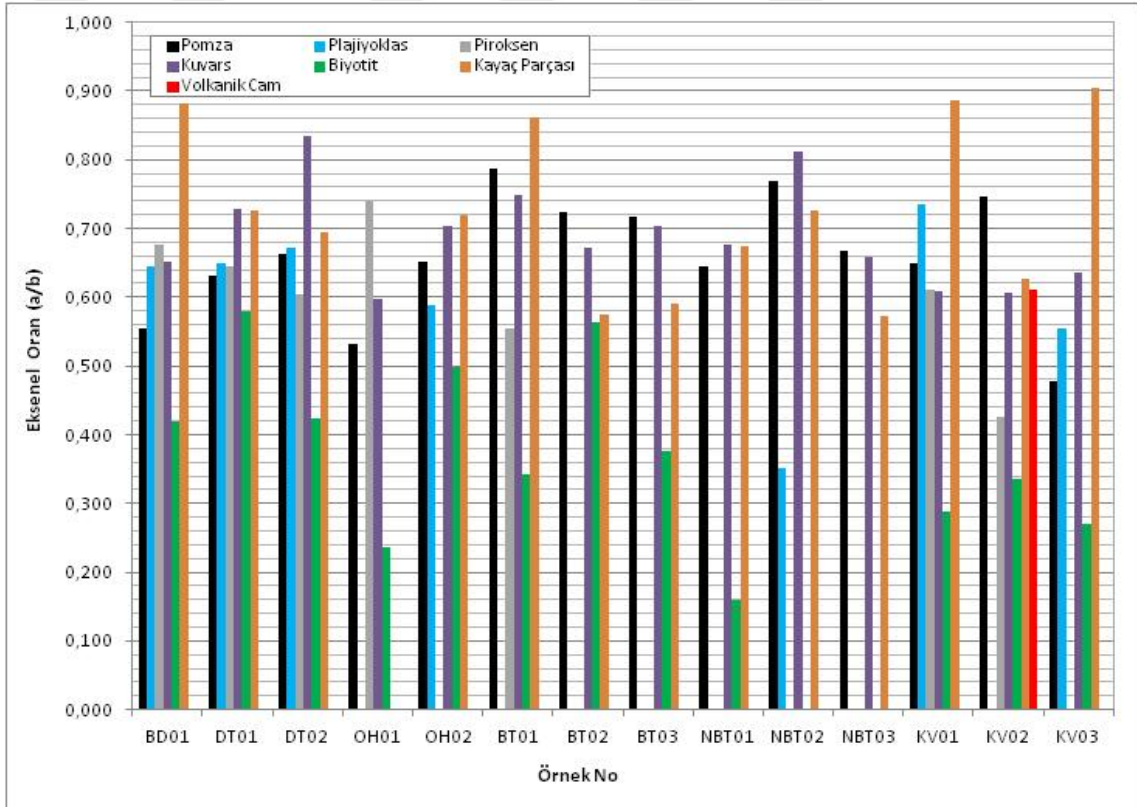
Buraya kadar olan bölümde belirlenen şekil parametreleri her bir örnek için değerlendirilmiştir. Bu bölümde, pomza, plajiyoklaz, piroksen, kuvars, biyotit ve kayaç parçası gibi bileşenler için elde edilen ortalama şekil parametreleri tüm örnekler için karşılaştırılmaya çalışılacaktır. Bunun için her bir parametrenin ve bileşenin tüm örneklerdeki durumunu ifade eden sütun grafikler oluşturulmuştur (Şekil 4.12-Şekil

4.16). Şekil 4.12'de bileşenlerin boy-en oranı (b/a) tüm örneklerdeki değişimi gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere biyotit örneklerin tamamında en yüksek orana sahip bileşen olarak görülmektedir. Ancak bu durum biyotitin mineralojik ve kristal yapısının bir sonucudur. Bizim burada asıl gözlemlemek istediğimiz ignimbritlerin depolanması sırasında sahip oldukları sıcaklık ve örtü yükü etkisiyle pomza ve litik malzemelerde meydana gelen yassılaşıma ve uzamaya bağlı şekil parametrelerinin değişimidir. Bu açıdan bakıldığında, pomza ve kayaç parçalarının b/a oranının diğer kristal bileşenlerden çok farklı olmadığı, aynı veya çok az yüksek olduğu görülmektedir. BD01, OH01 ve KV03 için b/a oranları 2.00'dan büyük olarak hesaplanmıştır. KV01, NBT03, NBT01, OH02 ve DT01 ise 1.60'ya eşit veya biraz yüksek olarak elde edilmiştir (Şekil 4.12). Pomzanın b/a oranının en yüksek olduğu örnek KV03 nolu örnek olup, ortalama b/a oranı 2.80 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu örnek dayanım açısından oldukça yüksek değere sahip olup, bu örnekte kaynaşma ve sıkılaşmaya bağlı olarak pomzalarda uzama ve yassılaşımdan bahsedilebilir.



Şekil 4.12 Örneklerin bileşenlerinin ortalama boy-en (b/a) oranları

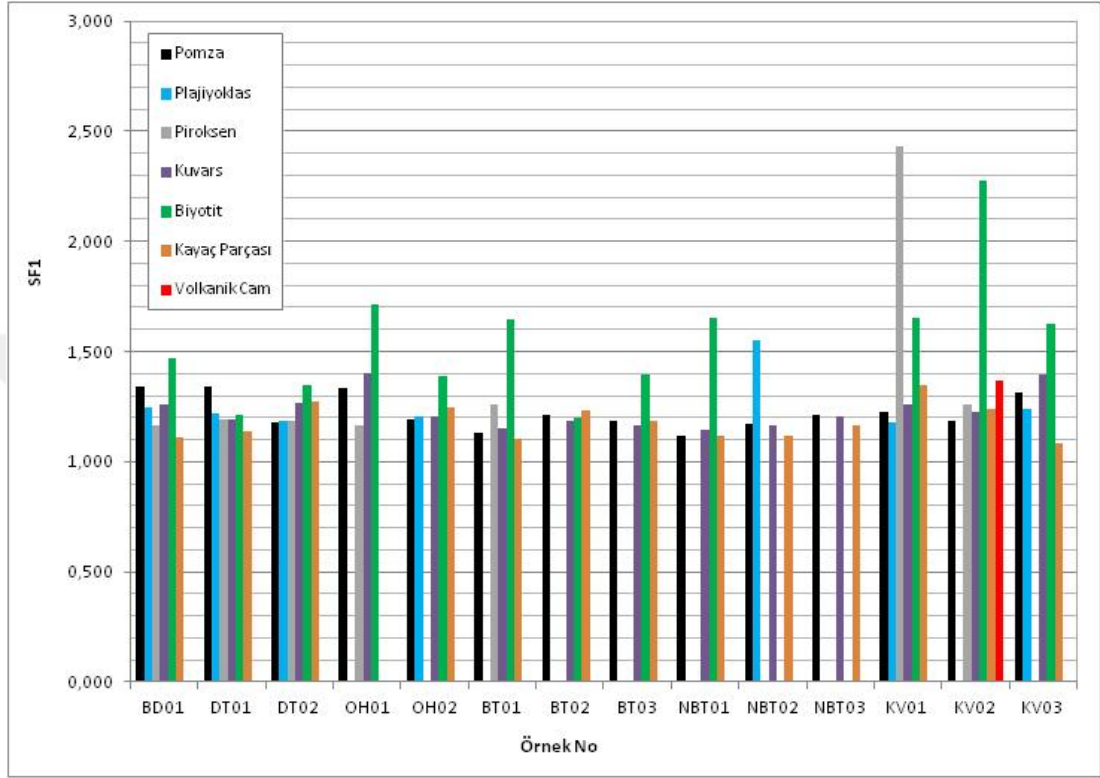
Şekil 4.13'de ise aksel oranların değişimi verilmiş olup, kayaç parçası ve kuvars tanelerinin en yüksek olduğu ve 1.00 değerine en yakın oldukları görülmektedir. Bu durum kuvars ve kayaç parçalarının genel olarak dairesel formda oldukları şeklinde değerlendirilebiliriz. Şekil 4.14'da bileşenlere ait ortalama şekil faktörü (SF1) değişimi verilmiştir. Biyotit ve sadece bir örnekte piroksen dışında hemen hemen tüm bileşenler dar bir aralıkta (1.00-1.50) benzer oranlara sahiptir. Bu değer 1.00'e yaklaşması tane formlarının dairesel yaklaşımını göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında ciddi anlamda bir uzama ve yassılaşıma söz konusu değildir. Şekil 4.17 ise ortalama şekil faktörünün (SF2) bileşen bazında değişimi verilmiştir. Kayaç parçalarının 1.00 en yakın bileşen olması dikkat çekicidir.



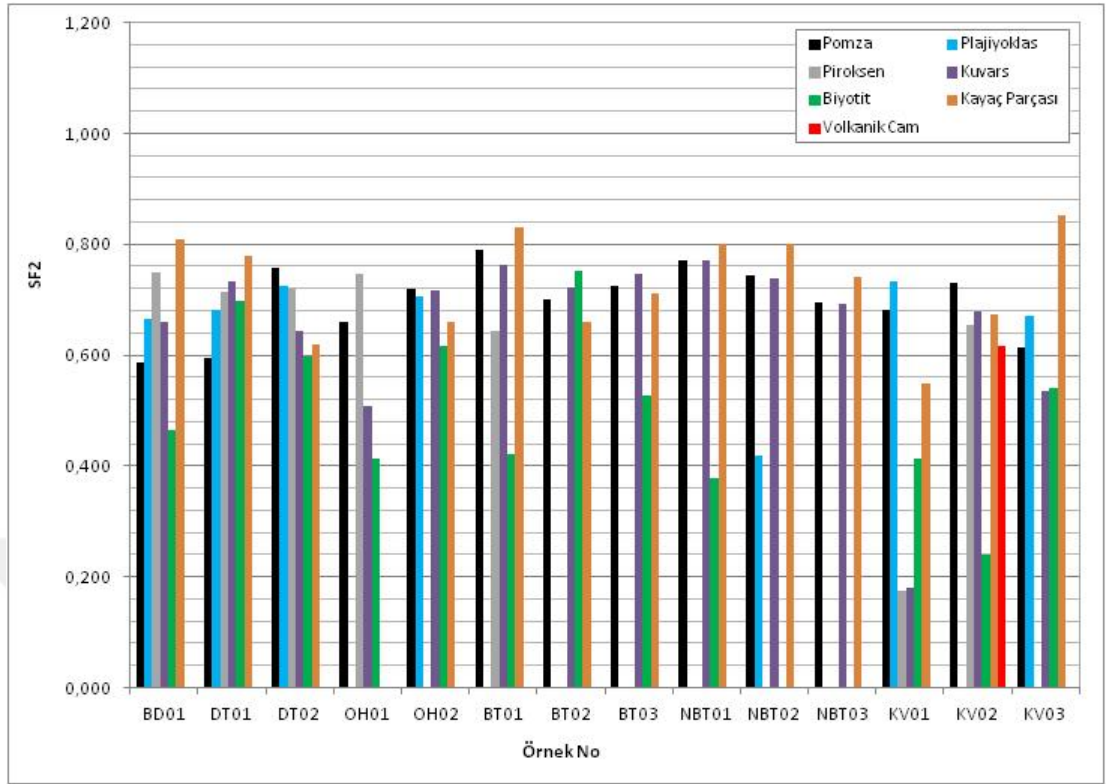
Şekil 4.13 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama aksel (a/b) oranları

Bileşen düzeyinde ortalama yüzey girinti oranı (PARIS) değişimi Şekil 4.16'da verilmiştir. Buna göre, kayaç parçaları, kuvars, biyotit, pomza ve plajiyoklaslar en yüksek değere sahip bileşenler olarak dikkati çekmektedir. PARIS değerinin artması bileşen sınırının düzlükten uzaklaşması ve girintilerin artmasını ifade etmektedir. Pomzalar en

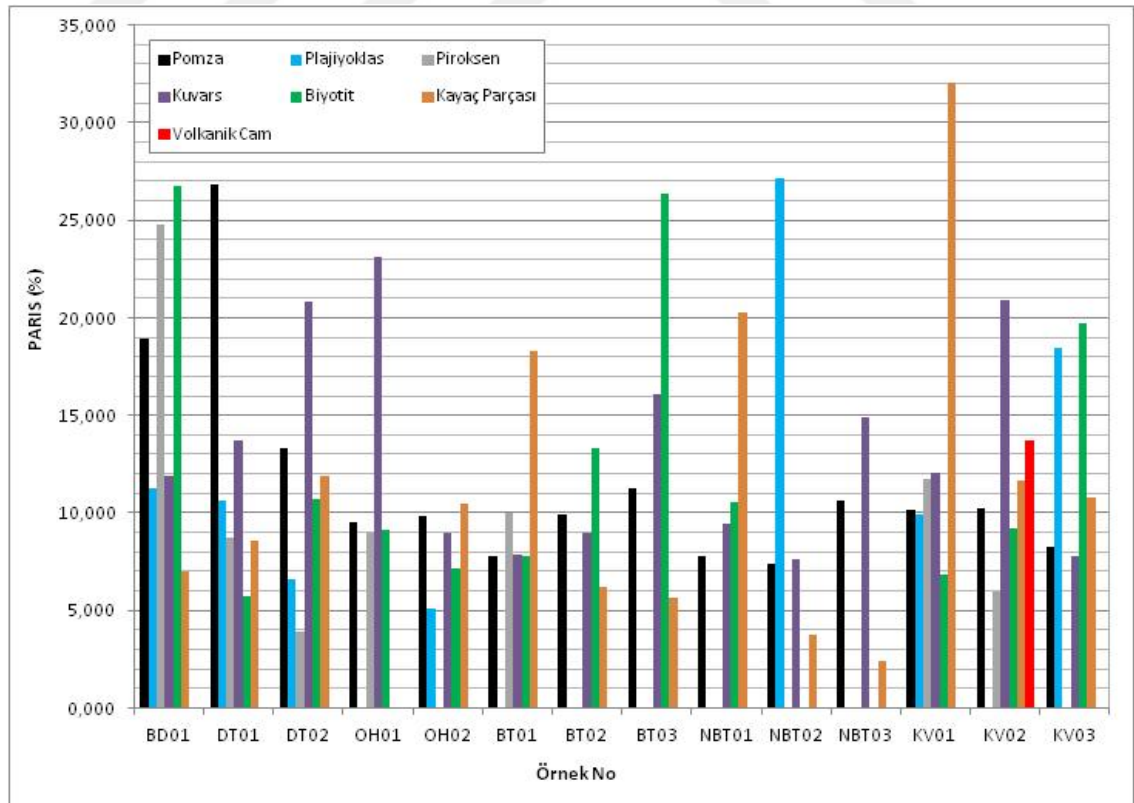
yüksek değere DT01 nolu örnekte 27.00 olarak ulaşmıştır. Kayaç parçaları KV01 nolu örnekte 30 değerinin üzerine çıkmıştır. biyotitlerin dışında genel olarak kristal bileşenler 10 civarında bir değere sahiptirler.



Şekil 4.14 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama şekil faktörü (SF1) oranları



Şekil 4.15 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama şekil faktörü (SF2) oranları

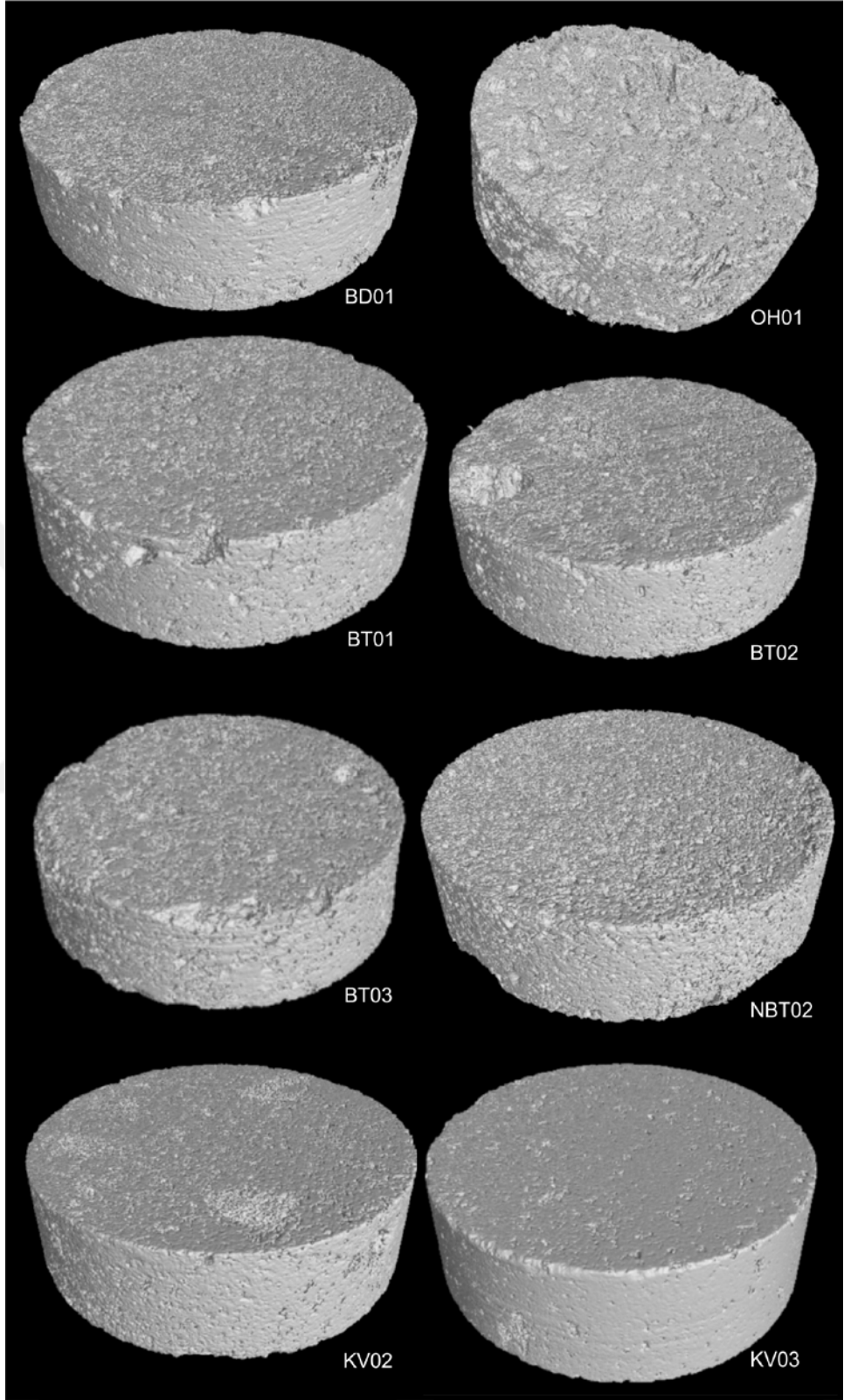


Şekil 4.16 Örneklere ait bileşenlerinin ortalama yüzey girinti oranı (PARIS) oranları

4.4.4 X-RAY CT Analizleri

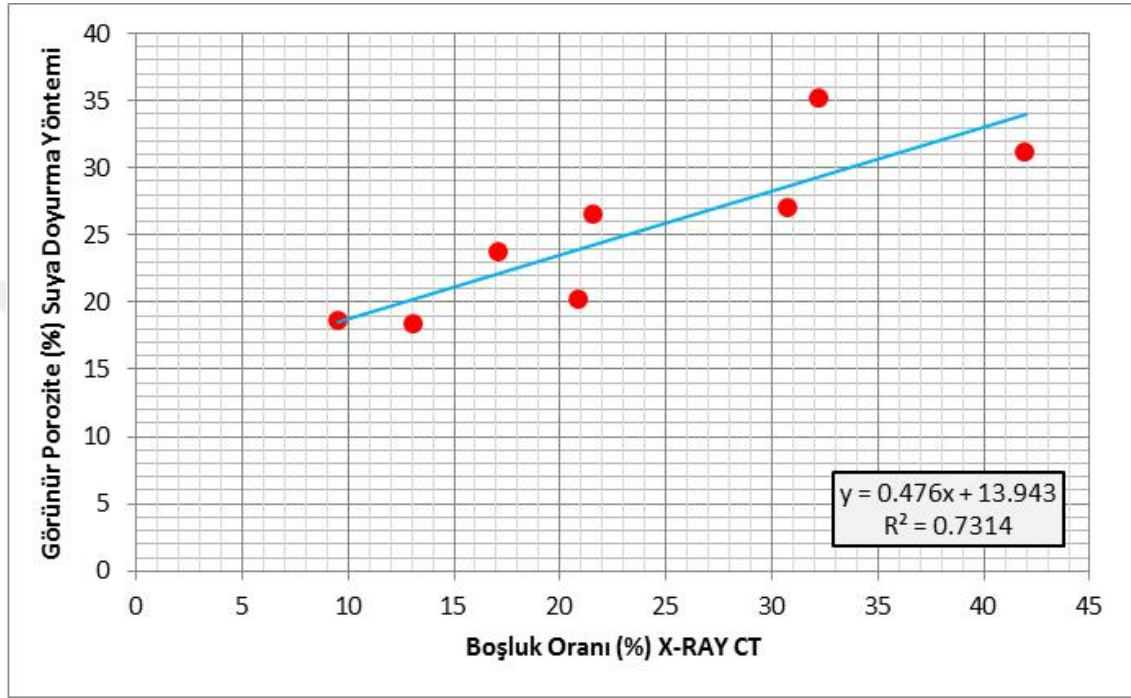
Karfo Endüstriyel (Nikon Türkiye Distribütörü) gönderilen 8 adet örnek, Nikon XT H 225 X-Ray CT sistemi ile üç boyutlu olarak taranmış ve detaylı boşluk geometrisi ve dağılımı incelenmiştir (Şekil 4.19). Söz konusu sistem, geniş denetlenebilir hacmi, yüksek görüntü çözünürlüğü ve ultra hızlı CT yapılandırmasına sahiptir.

Bu tez kapsamında toplam 14 adet farklı ıgnimbirit örneği olmasına rağmen, analizin yüksek maliyetinden dolayı bu bölümde sadece 8 adet örnek (BD01, OH01, BT01, BT02, BT03, NBT02, KV02 ve KV03) incelenmiştir (Şekil 4.17). Analizlerde boşluk boyutu, boşluk boyut dağılımı ve toplam boşluk oranı gibi parametreler incelenmiştir. Buna göre örneklerin belirlenen toplam boşluk oranı %9.53 ile %41.97 arasında değişmektedir. Sırasıyla BD01, OH01, BT01, BT02, BT03, NBT02, KV02 ve KV03 nolu örneklerin boşluk oranı %32.25, %41.97, %21.56, %17.12, %9.53, %13.14, %30.76 ve %20.87 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.17 İncelenen örneklerin CT analizlerinde elde edilen görüntüleri (örnek çapları 50.00 mm'dir)

CT boşluk analizi sonucu belirlenen boşluk oranının, suya doyurma yöntemiyle belirlenen görünür porozite değerleri ile oldukça uyumlu oldukları görülmüştür (Şekil 4.18). İki parametre arasındaki ilişki doğrusal olup, oldukça yüksek bir korelasyon katsayısı ($R^2=0.73$) ile ifade edilmektedir.

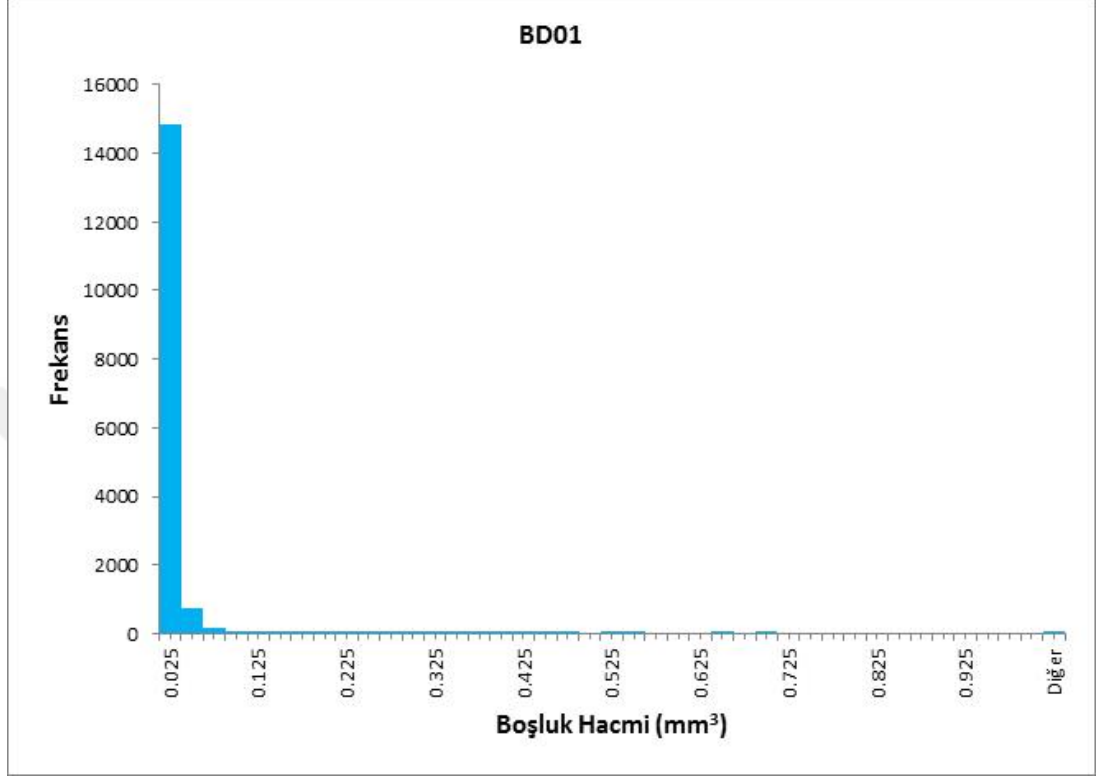


Şekil 4.18 Görünür porozite ve boşluk oranının karşılaştırılması

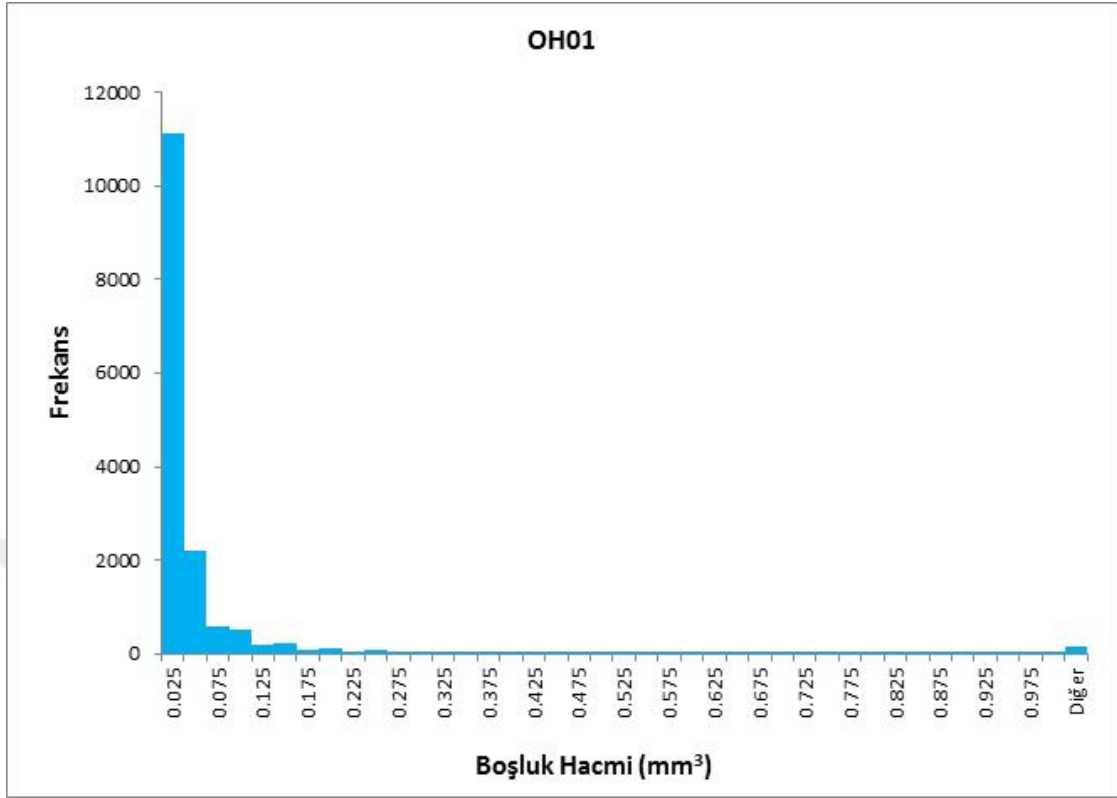
Genel olarak incelenen tüm kayaç örnekleri 1.00 mm^3 'den daha küçük boşluklardan oluşmakta olup, boşluk boyut dağılımlarına ait histogram grafikleri Şekil 4.19-Şekil 4.26'da verilmiştir. Buna göre BD01 nolu örnek için tanımlanan toplam boşlukların %93.47'si 0.025 mm^3 'den küçük boşluklardan oluşmaktadır. Buna karşın %0.02'si 1 mm^3 'den büyük büyük boşluklarda oluşmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda BD01 nolu örnek genek olarak homojen bir boşluk boyut dağılımına sahiptir (Şekil 4.19).

OH01 nolu örnek ise oldukça yüksek bir boşluk oranına sahip olup, sahip olduğu boşlukların %70.24'i 0.025 mm^3 'den küçüktür. Buna karşın 1.00 mm^3 'den büyük boşlukların oranı ise %0.90 civarındadır. Boşluk boyut dağılımı %95'den fazlası 0 ile 0.

2 mm³ arasında değişmektedir. Genel olarak heterojen bir boşluk boyut dağılıma sahip olduğu söylenebilir (Şekil 4.20).

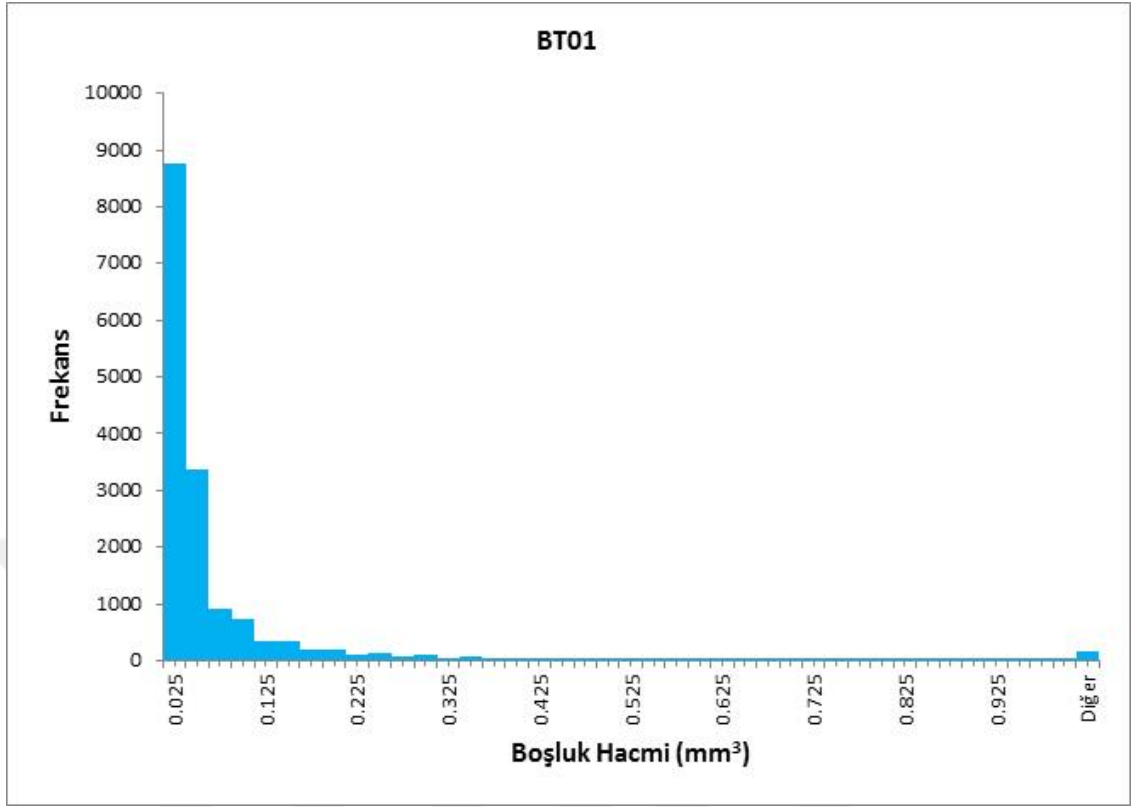


Şekil 4.19 BD01 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı



Şekil 4.20 OH01 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı

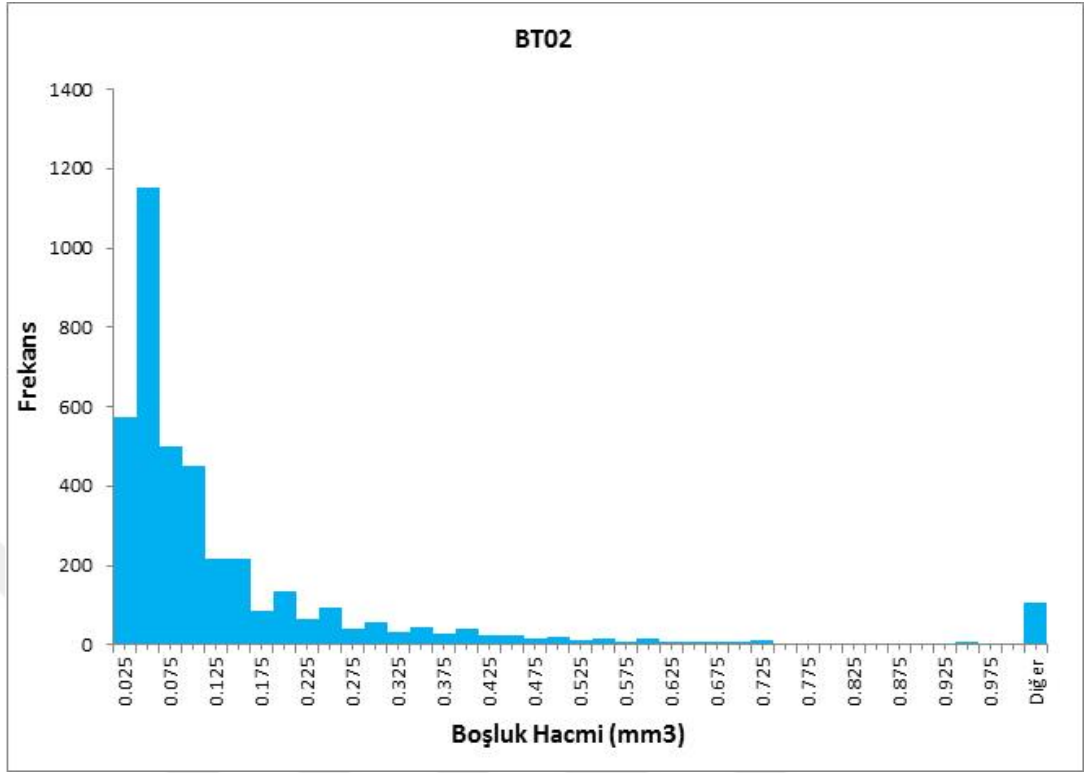
BT01 nolu örnek, boşluklarının %95'i 0 ile 0.3 mm³ arasında değişmekle birlikte sahip olduğu boşlukların %0.97'si 1 mm³'den daha büyüktür. 0.0 ile 0.025 mm³ arasındaki boşluk oranı %55.22 olarak belirlenmiştir. Bu açıdan bakıldığında BT01 nolu örnek homojen boşluk dağılımından oldukça uzak bir görünüm vermektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 BT01 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı

BT02 nolu örnek seviye olarak BT01 nolu örneğin hemen altında yer almakta olup, %17.12'lik bir boşluk oranına sahiptir. Örneğin sahip olduğu boşlukların %97.36'sı 1.00 mm³'den küçük olup, yaklaşık %3'lük bölümü 1.00 mm³'den büyük hacme sahiptir. Şekil 4.24'den görüleceği üzere boşluk boyut dağılımı açısından homojen olmayan bir dağılıma sahip olmasına rağmen boşlukların %81.87'si 0.2 mm³'den küçüktür (Şekil 4.22).

BT03 nolu örnek, stratigrafik açıdan BT02 nolu seviyeni hemen alt seviyelerini temsil etmekte olup, %9.53'lük bir boşluk oranı tespit edilmiştir. Sahip olduğu boşlukların %1.91'lik bölümü 1.00 mm³'den büyük olup, %95.31'lik bölümü 0.5 mm³'den küçüktür. Genel olarak bakıldığında heterojen bir boşluk boyut dağılımına sahiptir (Şekil 4.23).



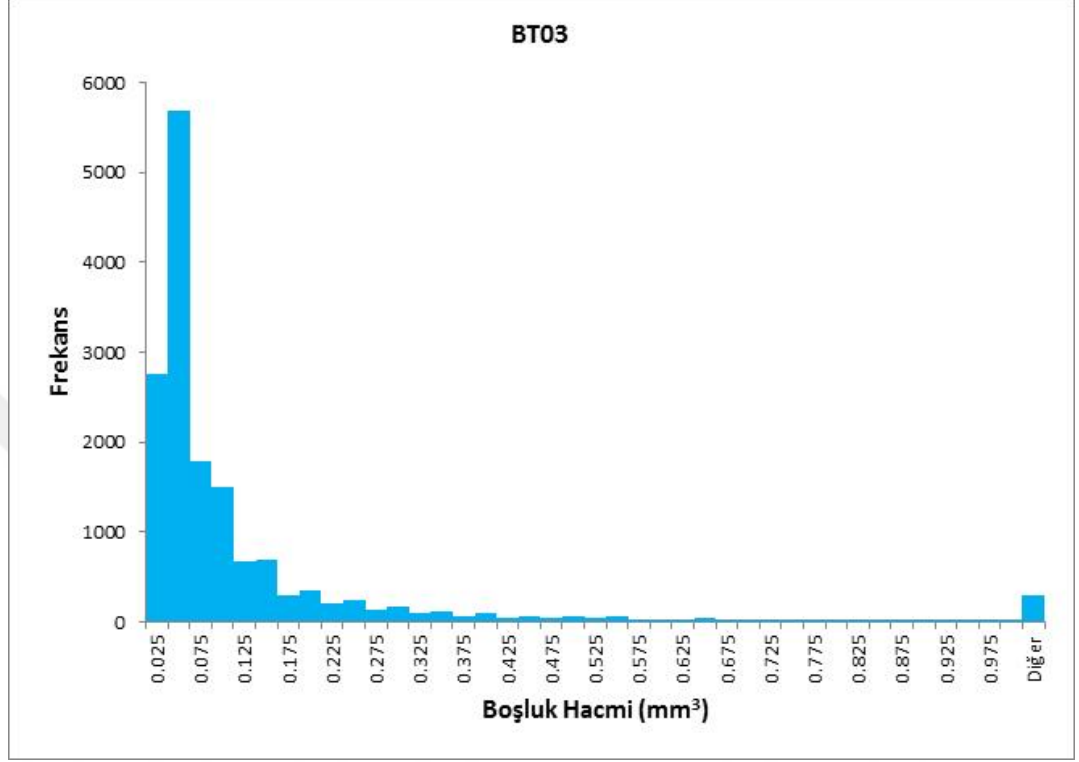
Şekil 4.22 BT02 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı

NBT02 nolu örnek ise BT03 ile benzer karakterde olup, boşlukların %96.15'i 0.5 mm^3 'den küçüktür. Bununla birlikte 1.00 mm^3 'den büyük boşlukların oranı ise %1.50 olarak belirlenmiştir. NBT02 nolu örnek Şekil 4.26'dan görüleceği üzere homojen bir boşluk boyut dağılımına sahip değildir (Şekil 4.24).

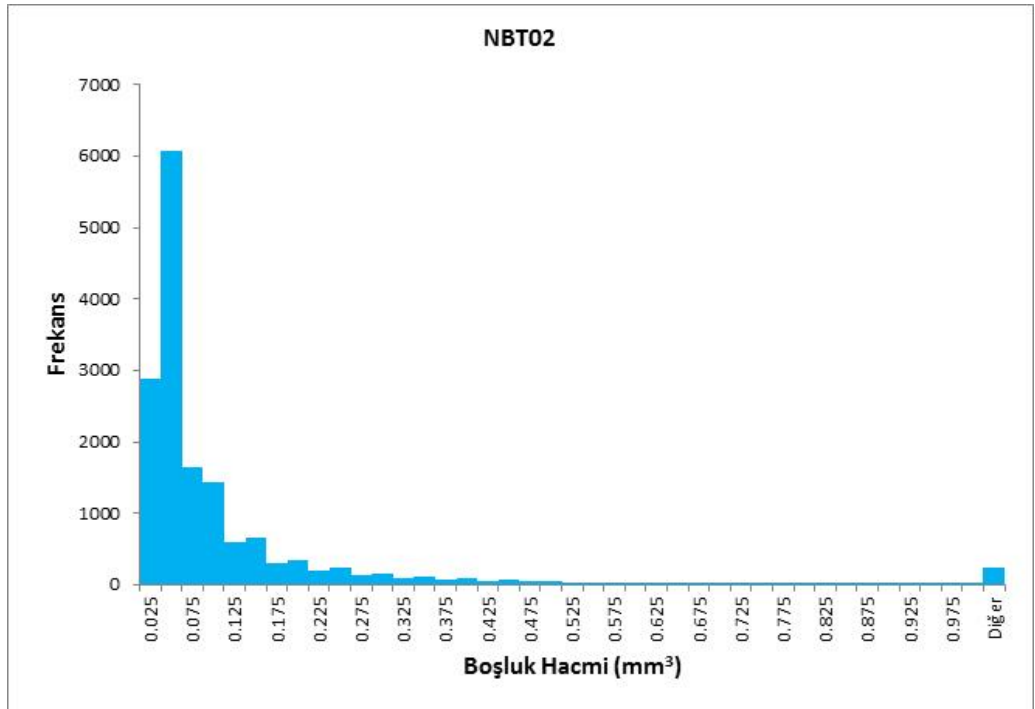
KV02 nolu örneğin sahip olduğu boşlukların büyük bölümü (%89.51) 0.05 mm^3 'den daha küçüktür. Bu açıdan bakıldığında örnek boyut değişimi sınırlı bir alanda değişim göstermekte olup, görece homojen bir dağılımdan bahsedilebilir (Şekil 4.27). Aynı şekilde 1.00 mm^3 'den büyük boşlukların oranı ise %0.13 mertebesindedir. KV02 nolu örnek diğer örneklerle kıyaslandığında yüksek sayılabilecek (%30.76) bir boşluk oranına sahiptir (Şekil 4.25).

KV03 nolu örnek %20.87'lik bir boşluk oranına sahiptir. Boşlukların %90.79'u 0.1 mm^3 'den küçük olup, 1.00 mm^3 'den büyük boşlukların oranı ise %0.54'dür. Bu

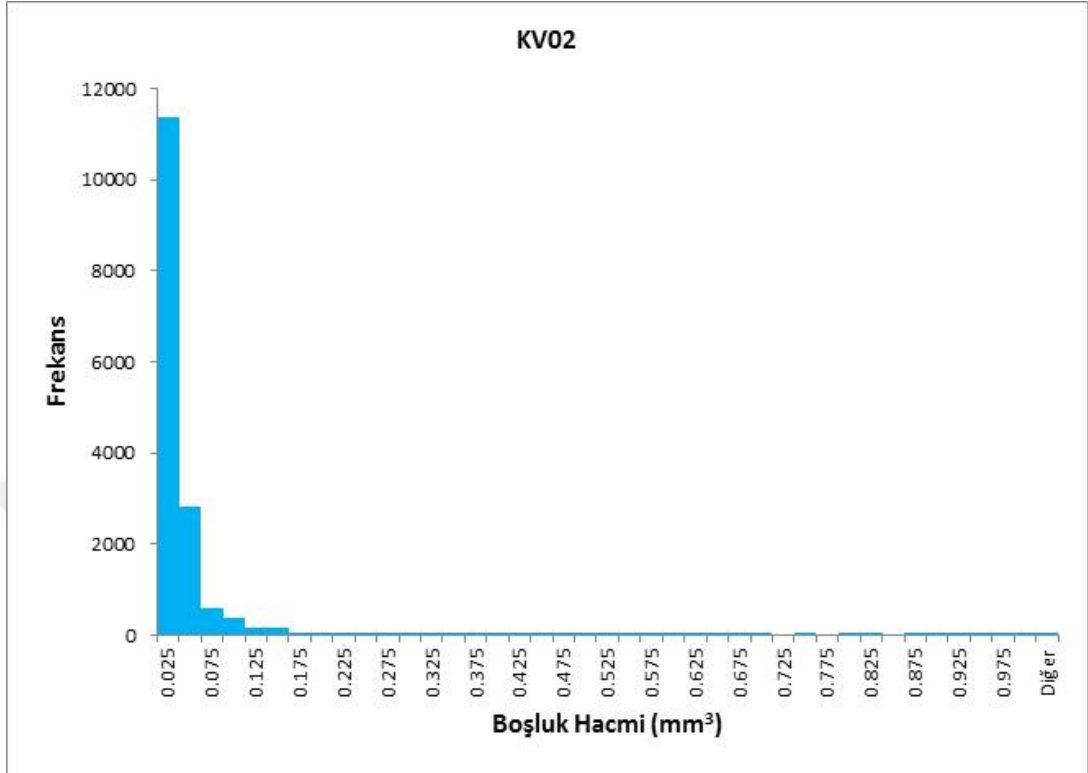
anlamda genelde çok küçük boşluk hacimlerine sahip olmasına rağmen kısmi bir boşluk hacim çeşitliliği söz konusudur (Şekil 4.26).



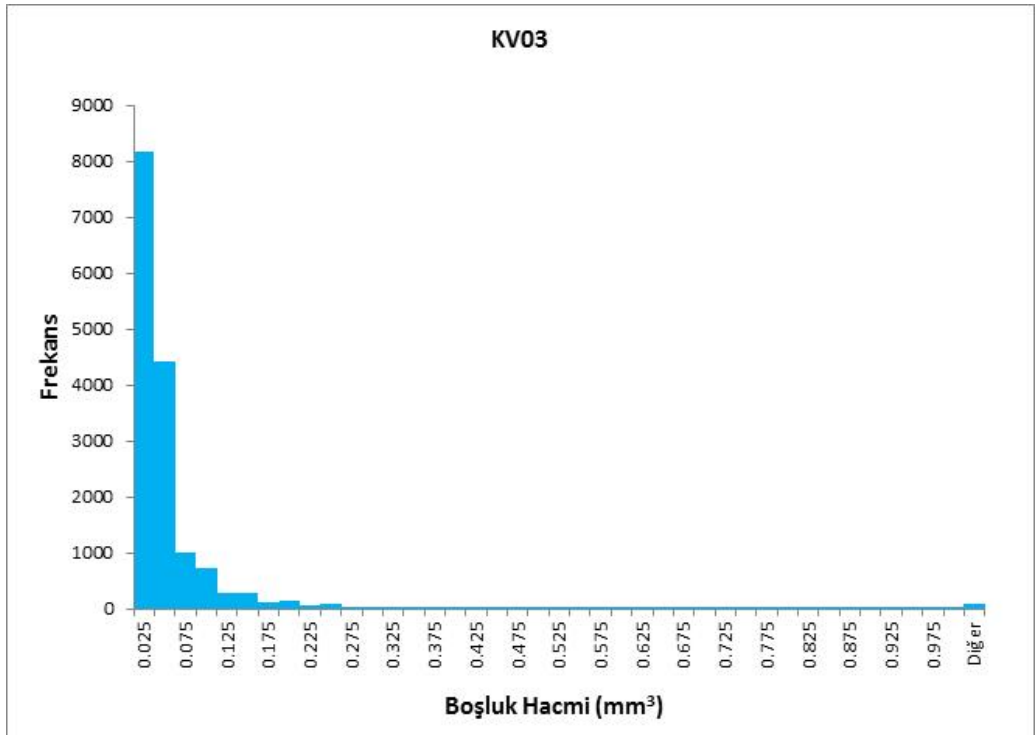
Şekil 4.23 BT03 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı



Şekil 4.24 NBT02 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı



Şekil 4.25 KV02 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı



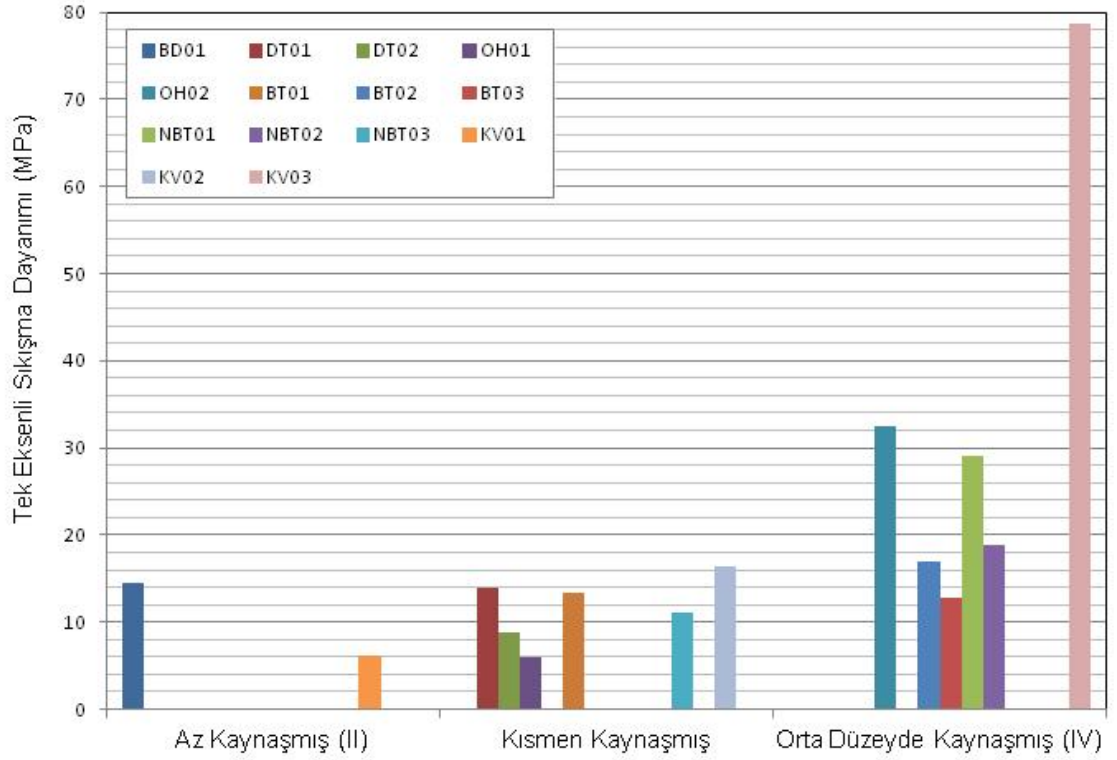
Şekil 4.26 KV03 nolu örneğin boşluk boyut dağılımı

Genel olarak X-Ray CT analizi sonucu belirlenen boşluk oranı ve boşluk boyut dağılım analizi göz önünde bulundurulduğunda, örneklerin sahip oldukları boşlukların 1.00 mm^3 'den küçük olduğu görülmektedir. Sadece BT02 ve BT03 nolu örneklerde 1.00 mm^3 'den büyük boşlukların oranı diğerlerine göre daha yüksektir. BD01 nolu örnek boşluk boyut dağılımı açısından en homojen yapıya sahip iken, BT02, BT03 ve NBT02 nolu örnekler homojen olmayan bir dağılım sergilemektedirler.

4.5 Fiziko Mekanik Özellikler ile MikroYapının İlişkisi

Piroklastik kayalar sahip oldukları karmaşık oluşum sürecinden dolayı çok farklı jeomekanik davranışlara sahiptirler. Bu çalışmada yer alan piroklastik kayaların tamamı ignimbirit karakterinde olup, bir çok kaya tipinde olduğu gibi şüphesiz ignimbiritlerin sahip oldukları mikro yapı ve petrografik yapı, jeomekanik özelliklerini etkilemektedir.

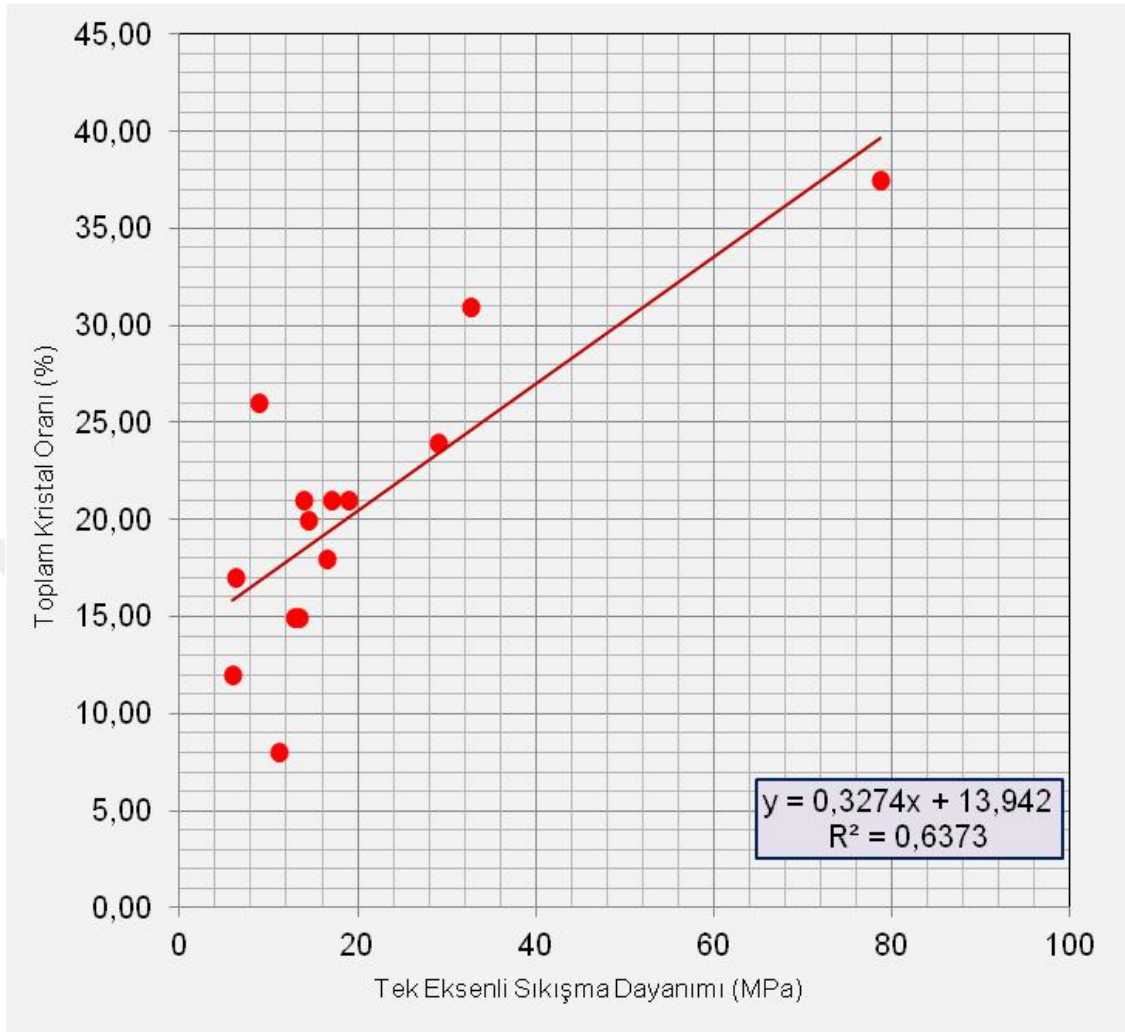
Bu bölümde ortaya konulan mikro-yapısal tanımlamalar ve parametreler ile fizikomekanik özelliklerin özellikle de dayanım parametrelerinin karşılaştırılması yapılacaktır. Öncelikle kaynaşma derecesi ve dayanım arasındaki ilişkiyi belirlemek için Quanne ve Russell [10] tarafından önerilen kaynaşma derecelerine tanımlamalarına karşılık dayanım değişimi incelenmiştir (Şekil 4.27). Buna kaynaşma derecesi artarken, beklenildiği gibi tek eksenli sıkışma dayanımı da göreceli olarak artmaktadır. Fakat sınır değerler keskin değil geçişli bir form sergilemektedir. Şöyleki, az kaynaşmış ve II derece olarak tanımlanan ignimbiritlerin tek eksenli sıkışma dayanımı 14.00 MPa 'a kadar çıkabilmektedir. Aynı şekilde kısmen kaynaşmış ignimbiritlerde de dayanım değeri 6.00 MPa kadar düşebilmektedir. Hatta orta düzeyde kaynaşmış olan IV derece kaynaşmış ignimbiritlerde 12.00 MPa kadar düşebilmektedir. Bu durum kaynaşmanın dışında diğer faktörlerinde dayanım üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Tek bir mikro-yapı parametresinin kendi başına etkisinden bahsetmek güç olmakla birlikte, kaynaşmanın önemli bir parametre olduğu söylenebilir.



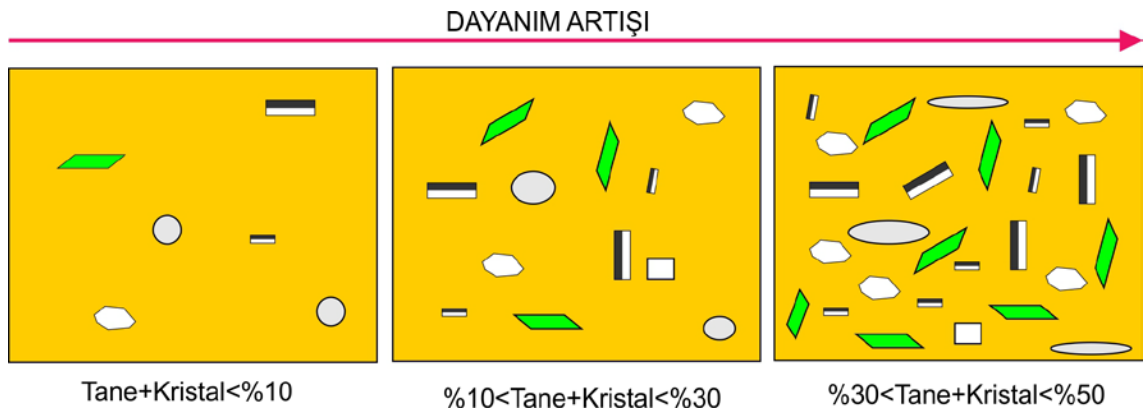
Şekil 4.27 Kaynaşma derecesine göre tek eksenli sıkışma dayanımının değişimi

Pomza, kristal, litik malzeme ve maktriiks gibi bileşenlerin jeomekanik özellikleri üzerine etkileri değerlendirmek için bileşen oranları ile tek eksenli sıkışma dayanımları karşılaştırılmıştır. Buna göre en anlamlı ilişki tek eksenli sıkışma dayanımı ile toplam kristal oranı arasında elde edilmiştir (Şekil 4.28). Toplam kristal oranı ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında elde edilen en anlamlı korelasyon doğrusal olup, belirleme katsayısı 0.63 olarak elde edilmiştir. Kuvars, biyotit, plajioklas, piroksen gibi fenokristallerin oranı artıkça, ignimbiritlerin dayanımı doğru orantılı bir şekilde artmaktadır (Şekil 4.29).

Diğer bileşenler ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasından nispeten daha düşük belirleme katsayılarına sahip korelasyonlar elde edilmektedir. Ancak, tüm bileşenlerin matriiks miktarına oranlandığında elde edilen değer ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında $R^2=0.68$ olan daha yüksek ilişki elde edilmiştir (Şekil 4.30). İgnimbiriti oluşturan bileşenlerin tamamının göz önünde bulundurulması daha anlamlı ilişkiler üretmektedir.



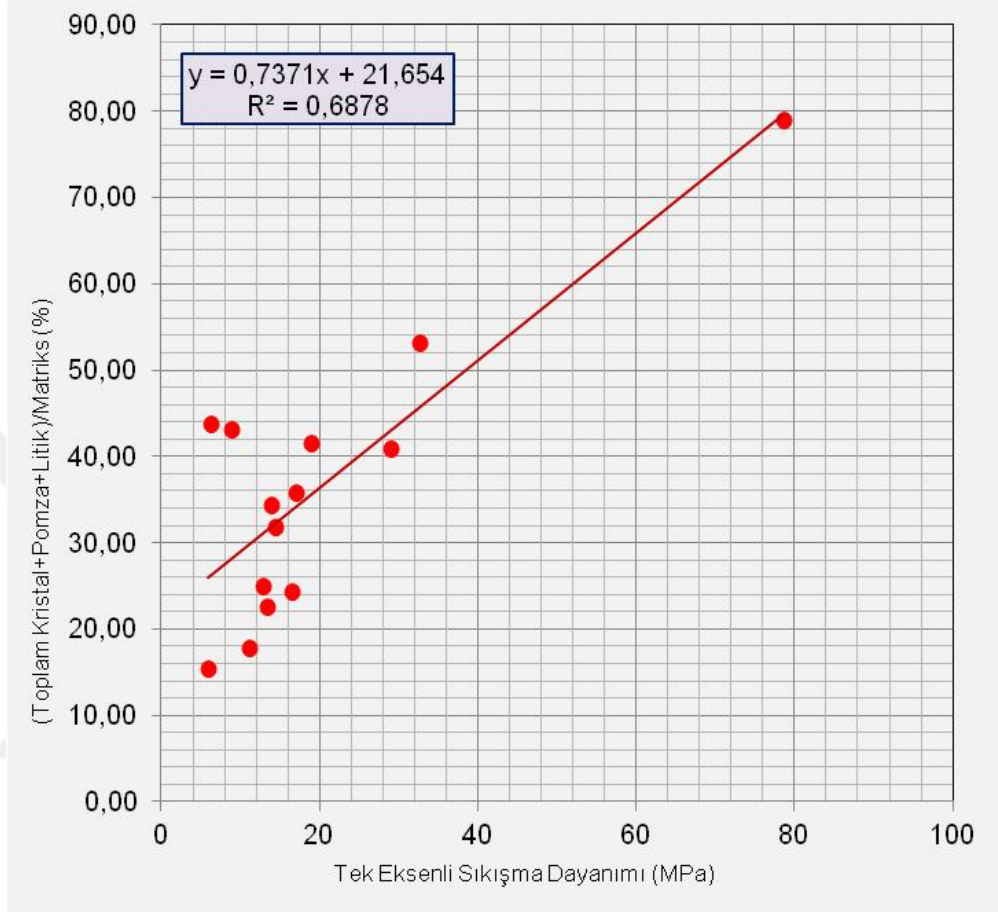
Şekil 4.28 Toplam kristal oranı ile tek eksenli sıkışma dayanımının karşılaştırılması



Şekil 4.29 Mikro-yapı ve dayanım ilişkisinin şematik gösterimi

Kristal ve tane bileşenlerin oranı matris oranına yaklaştıkça, mikro-yapının daha duraylı ve kenetlenmesine neden olmaktadır. Buda dayanım artmasına neden

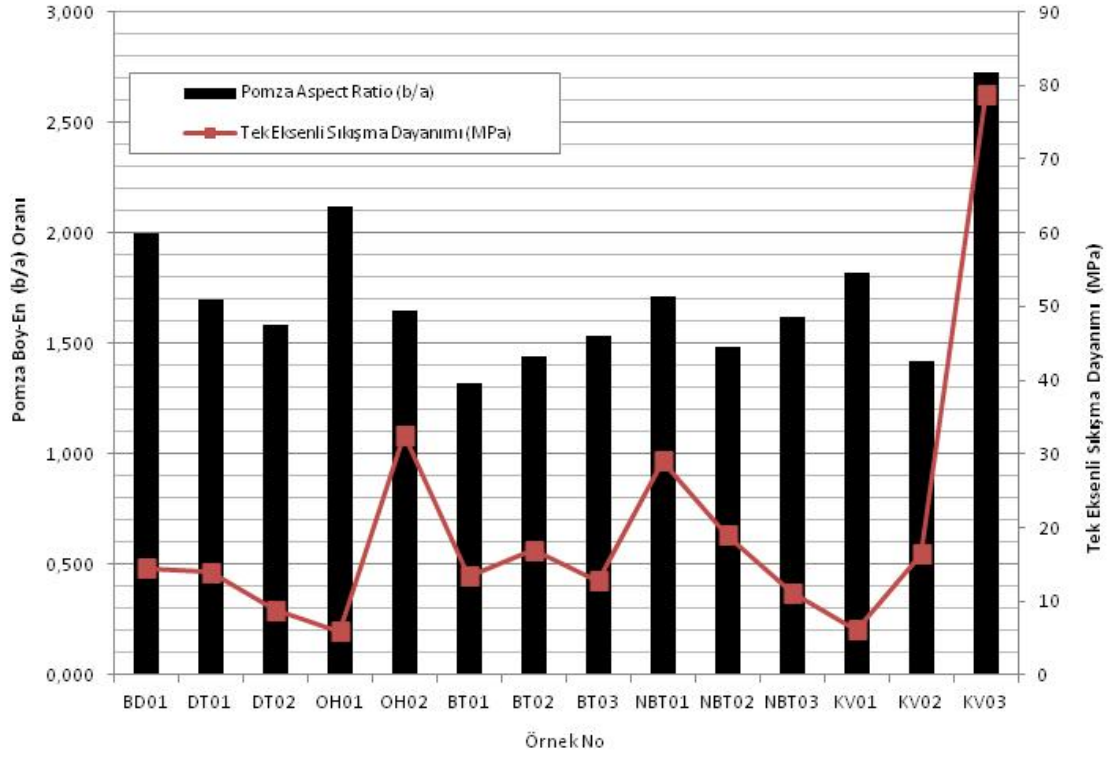
olmaktadır. İncelenen örnekler matriks oranı genel olarak %50'nin üzerindedir. %50'nin altında olması durumunda nasıl bir sonuç elde edileceği ayrı bir araştırma konusudur.



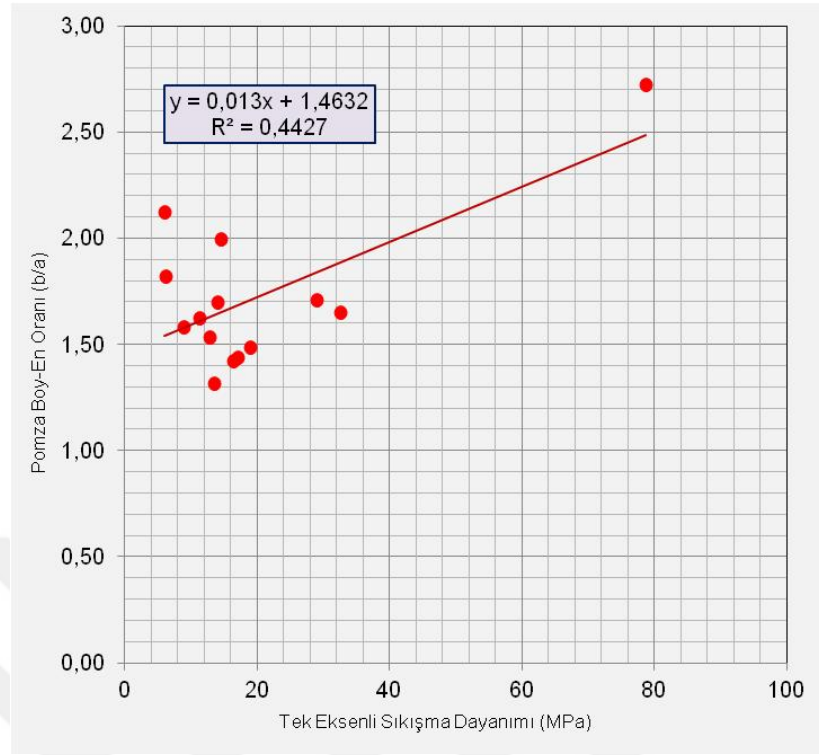
Şekil 4.30 Toplam bileşenlerin matrikse oranı ile tek eksenli sıkışma dayanımının karşılaştırılması

Önceki bölümlerde belirtildiği üzere proje kapsamında ignimbitleri oluşturan bileşenlerin b/a, a/b, SF1, SF2 ve PARIS gibi şekil parametreleri belirlenmiştir. Söz konusu parametrelerin jeomekanik özellikler üzerine olan etkisi değerlendirildiğinde, dokusal ve petrografik parametrelerin çok gerisinde kalmaktadır. Özellikle fenokristallere ait şekil parametrelerin dayanım üzerine etkisinden bahsetmek mümkün değildir. Fakat pomza bileşenlerinin kısmi bir etkisi söz konusudur (Şekil 4.31 ve Şekil 4.32). Aslında daha belirgin bir etki beklenmektedir. Çünkü ignimbitlerin kaynaşma ve örtü yükünün etkisiyle pomza ve litik malzemelerde yassılaşıma ve uzama şeklinde kendini göstermektedir. Fakat incelenen örneklerin genel olarak benzer karakterde olması, dayanım açısından bir örnek dışında dar bir değişim aralığına sahip olması,

pomzalar ait şekil faktörünün etkisini daha belirgin olmasını engellemiş olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.31 Örneklere göre pomza b/a oranlarının ve tek eksenli sıkışma dayanımının değişimi



Şekil 4.32 Pomza b/a oranlarının ve tek eksenli sıkışma dayanımı ile karşılaştırılması

Pomza boy-en oranı (b/a) ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında ancak $R^2=0.44$ olan anlamlı sayılmayacak bir ilişki söz konusudur. Fakat şekil 4.32 incelendiğinde b/a oranının artmasıyla örneklerin önemli bir bölümünde tek eksenli sıkışma dayanımında artmaktadır.

Buraya kadar yapılan değerlendirmeler göstermektedir ki, doku, kaynaşma derecesi, bileşenlerin oranı ve pomza bileşenlerine ait şekil parametreleri farklı ölçülerde ignimbiritlerin dayanımları üzerinde etkili olmaktadır. Mikro-yapı ile dayanım arasındaki ilişkinin tek tek mikroyapısal parametreler üzerinden değil tamamını kapsayacak bir parametre yaklaşımıyla değerlendirmek daha doğru olacaktır. Bunun için farklı mikroyapısal parametreler sınıflandırılması ve puanlandırılmasıyla elde edilecek bir mikro-yapı indeksi ile dayanım arasındaki ilişkilerin incelenmesi daha anlamlı sonuçlar verecektir. Bunun için örneklerin birbirine benzer olmasından ziyade mikroyapısal ve fiziko-mekanik özelliklerin daha geniş aralıkta değiştiği farklı ignimbirit karakterlerini kapsayacak şekilde seçilmesi gerekmektedir.

5.BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez kapsamında, altı farklı lokasyona ait ondört piroklastik kayaç örneği üzerinde mineralojik, petrografik, jeokimyasal, mikro-yapısal ve fizikomekanik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yürütülmüş olup, mikroyapının dayanım üzerine olan etkileri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Genel olarak İgnimbirit karakterindeki piroklastik kayaç örnekleri az-orta derecede kaynaşmamış olarak tanımlanmıştır. Jeokimyasal verilerine göre sınıflandırdığımızda büyük bir bölümü riyolit alanına düşerken, trakit-trakidasit-dasit alanına düşen numunelere de rastlanmıştır. Değişken bir renge sahip olan örnekler koyu gri-siyah renkten açık beyaza kadar değişen bir renk aralığı içerisinde gözlenmektedir. Ağırlıklı olarak sarımsı beyaz renkte gözlenmiştir. Kuru birim hacim ağırlıkları 11.43-18.20 kN/m³, görünür porozite değerleri % 17.18-35.14 ve tek eksenli sıkışma dayanımı kuru koşullarda 5.91-78.65 MPa aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Tezin konusunu oluşturan örnekler plajiyoklaz, biyotit, piroksen, kuvars gibi fenokristallerin yanı sıra pomza, volkanik cam ve litik malzeme bileşenlerinden oluşmakta olup, örneklerin tamamı camsı dokuya sahip olurken, kaynaşma derecesine bağlı olarak farklı camsı dokular oluşabilmektedir. Bununla birlikte dokusal yapının önemli bir yansıması olan kaynaşma dereceleri incelenen ignimbiritler için II ile IV arasında değişmektedir. Buna göre, az kaynaşmış, kısmen kaynaşmış ve orta düzeyde kaynaşmış olarak sınıflandırılmıştır.

Genel olarak bakıldığında toplam fenokristal oranı %8.00 ile %37.50 arasında değişmektedir. Maksimum pomza oranı ise %55'e kadar çıkarken, en düşük oran %21 olarak elde edilmiştir. Volkanik cam tüm örneklerde matriks olarak yer almakta olup, %15.00 ile %42.00 aralığında değişmektedir. Pomza ve volkanik cam birlikte düşünüldüğünde, matriks oranı %78.00'e kadar çıkabilmektedir. Litik malzeme oranı ise en yüksek %11.00 olarak elde edilmekle birlikte ağırlıklı olarak %2-3 aralığındadır.

İgnimbiritlerin depolanması sırasında sahip oldukları sıcaklık ve örtü yükü etkisiyle pomza ve litik malzemelerde meydana gelen yassılaşıma ve uzamanın etkisinin şekil parametrelerinde görülmesi beklenir. Bu açıdan bakıldığında, pomza ve kayaç parçalarının b/a oranının diğer kristal bileşenlerden çok farklı olmadığı, aynı veya çok az yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum incelenen örneklerin yeterince sıkılaşmadığı ve kaynaşmadığı şeklinde yorumlanabilir.

İncelenen örneklerde kaynaşma derecesi artarken, beklenildiği gibi tek eksenli sıkışma dayanımında göreceli olarak artmaktadır. Fakat sınır değerler keskin değil geçişli bir form sergilemektedir. Bu durum kaynaşmanın dışında diğer faktörlerinde dayanım üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Jeomekanik özellikler üzerinde tek bir mikro-yapı parametresinin kendi başına etkisinden bahsetmek güç olmakla birlikte, kaynaşmanın dayanımı kontrol eden önemli bir parametre olduğu söylenebilir.

Yapılan karşılaştırmalara göre dayanım üzerinde etkili olan en önemli parametre toplam kristal oranıdır. Toplam kristal oranı ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında elde edilen en anlamlı korelasyon doğrusal olup, belirleme katsayısı 0.63 olarak elde edilmiştir.

İgnimbiritleri oluşturan bileşenlerin, b/a, a/b, SF1, SF2 ve PARIS gibi şekil parametrelerinin jeomekanik özellikler üzerine olan etkisi, dokusal ve petrografik oranların çok gerisinde kalmaktadır. Özellikle fenokristalere ait şekil parametrelerin dayanım üzerine etkisinden bahsetmek mümkün değilken, pomza bileşenlerinin şekil parametrelerin kısmi bir etkisi söz konusudur.

Mikro-yapı ile dayanım arasındaki ilişkinin tek tek mikroyapısal parametreler üzerinden değil tamamını kapsayacak bir parametre yaklaşımıyla değerlendirmek daha doğru olacaktır. Bunun için farklı mikroyapısal parametrelerin sınıflandırılması ve puanlandırılmasıyla elde edilecek bir mikro-yapı indeksi ortaya konularak bunun dayanım üzerindeki etkisi araştırılabilir. Bunun için örneklerin birbirine benzer olmasından ziyade farklı özelliklere sahip ve tüm ignimbirit karakterlerini kapsayacak şekilde seçilmesi ve örnekleme sistematığına dikkat edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Hartley, A., "A review of the geological factors influencing the mechanical properties of road surface aggregates." *Q. J. Eng. Geol.* 7, 69-100, 1974.
2. Ramana, Y.V., Gogte, B.S., Sarma, K.V.L.N.S., "Physical properties of Indus ophiolites from Kashmir Himalaya." *Phys. Earth. Planet Int.*, 43, 104-122, 1986.
3. Tuğrul, A., Zarif, I.H., "Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of selected granitic rocks from Turkey." *Eng. Geol.* 51, 303-317, 1999.
4. Akesson, U., Lindqvist, J.E., Goransson, M., Stigh, J., "Relationship between texture and mechanical properties of granites, central Sweden, by use of imageanalysing techniques." *Bull. Eng. Geol. Env.*, 60, 277-284, 2001.
5. Rigopoulos, I., Tsikouras, B., Pomonis, P., Hatzipanagiotou, K., "Microcracks in ultrabasic rocks under uniaxial compressive stress." *Eng. Geol.* 117 (1e2), 104-113, 2011.
6. Ündül, O., Tuğrul, A., "The influence of weathering on the engineering properties of dunites." *Rock Mech. Rock Eng.* 45, 225-239, 2011.
7. Ceryan, N., "Application of support vector machines and relevance vector machines in predicting uniaxial compressive strength of volcanic rocks." *J. Afr. Earth Sci.* 100, 634-644, 2014.
8. Korkanç M., Solak B., "Estimation of engineering properties of selected tuffs by using grain/matrix ratio." *Journal of African Earth Sciences*, 120, 160-172, 2016.
9. Moon, VG., "Microstructural controls on the geomechanical behaviour of ignimbrite." *Engineering Geology* 35(1-2), 19-3, 1993.
10. Quane, SL, Russell, JK., "Ranking welding intensity in pyroclastic deposits." *Bull Volcanol* 67, 129-143, 2005.
11. Korkanç, M., "İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı." *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 31 (1), 49-60, 2007.
12. Orhan, A., Dinçer, İ., "Nevşehir Yöresi İgnimbiritlerinin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi", *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi*, 40 sy, 2015.

13. Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., “Tectonic control on the development of the Neogene Quaternary Central Anatolian volcanic province, Turkey”, *Geological Journal*, 28, 357-369, 1993.
14. Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akin, L., Ersoy, O., Şen, E., Duncan, R.A. & Atici, G., “Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions.” *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 213–214, 83–97, 2012.
15. Açıkgöz, F., Öz, M., “Nevşehir Ürgüp, Kaymaklı çevrelerinin pomza prospeksiyon raporu.” *MTA, Ankara*, 1980.
16. Atabey, E., “MTA 1/100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Aksaray H19 (K33) Paftası.” *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara*, 1989.
17. Topal, T., “Formation and deterioration of fairy chimneys of the Kavak tuff in Ürgüp Göreme area (Nevşehir-Turkey).” *PhD Thesis, METU, Ankara*, 250, 1995.
18. Aydan, Ö., Ulusay, R. and Yüzer, E., “Man-made structures in Cappadocia, Turkey and their implications in rock mechanics and rock engineering”, *ISRM News Journal*, 6 (1), 63-73, 1999.
19. Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., Topal, T., Sönmez, H., Tuncay, E., Ergüler, Z.A. and Kaşmer, Ö., “Assessment of environmental and engineering geological problems for the possible re-use of an abandoned rock-hewn settlement in Ürgüp (Cappadocia), Turkey”, *Environmental Geology*, 50, 473-494, 2006.
20. Mundala F., Rizzo R., Cioni R., Garbarino C. & Salvadori I., “Welded ignimbrites of the San Pietro Island: a proposal for a scheme of microfacies nomenclature.” *Geitalia, VI FIST Meeting*, 12-14 settembre 2007 Rimini (Italy), 2007.
21. Ceylan, B., “Nevşehir Yörei İgnimbiritlerin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi” Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 62 sy, 2016.
22. Bostancı, M., “İgnimbiritlerin (Nevşehir Bölgesi) Kapiler Su Emme Davranışlarının İncelenmesi”, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 66 sy, 2016.

23. Ündül, Ö., Aysal, N., Amann, A., Plötze, M., “Andezitik Kayaçların Dayanım Özelliklerine İçyapının Etkisi” Kayamek’2014-XI. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Afyonkarahisar, Türkiye, 2014.
24. Sabatakakis, N., Tsiambaos, G., Koukis, G., “Index properties of soft marly rocks of the Athens basin, Greece.” *Proc. of the Int. Symp. of Geotechnical Engineering of Hard Soils-Soft Rocks*, vol. I. Athens, pp. 275–279, 1993.
25. Zorlu K., Ulusay R., Ocakoglu F., Gokceoglu C. and Sohmez H., “Predicting intact rock properties of selected sandstones using petrographic thin – sections data.” *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 41(1), 93 – 98, 2004.
26. M. Heidari A., A. Momeni, B. Rafie, S. Khodabakhsh, M. Torabi-Kaveh, “Relationship Between Petrographic Characteristics and the Engineering Properties of Jurassic Sandstones”, *Rock Mech Rock Eng*, 46: 1091, 2012
27. Cantisani E, Pecchioni E, Fratini F, Garzonio CA, Malesani P, Molli G., “Thermal stress in the Apuan marbles :relationship between microstructure and petrophysical characteristics.” *Int J Rock Mech Min Sci.*, 46, 128–37, 2009.
28. Koralay, T., Kadioglu, Y.K., “Reasons of different colors in the ignimbrite lithology: Micro-XRF and confocal Raman spectrometry method”, *Spectrochimica Acta Part A*, 69, 947–955, 2008.
29. Beekman, 1966 The Pliocene and Quaternary volcanism in the Hasan Dag-Melendiz Dag region Bull. Mineral. Res. Explor. Turk., 66 (1966), pp. 90-105.
30. Pasquarè, G., “Geology of the Cenozoic volcanic area of central Anatolia.” *Atti Accademia Nazionale dei Lincei* 9, 55–204, 1968.
31. ISRM (2007) The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006. Suggested Methods Prepared by the Commission on Testing Methods, International Society for Rock Mechanics, Compilation Arranged by the ISRM Turkish National Group Ankara, Turkey, 628p.
32. TS 699, 1987; “Tabi Yapı Taşları Muayene Deney Metotları”, TSE, Ankara
33. Erkan, Y., “Magmatik Petrografi.” *JMO Yayınları*, Ankara, 2006.
34. Çoğulu E., “Petrografi ve Petroloji Cilt I Mağmatizma”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası*, 94, 309 sy., 1973.

35. Çiftçi E., “İngilizce-Türkçe Yer Bilimleri Teknik Terimler Sözlüğü.”, *Hamle OFSET*, Niğde 580sy., 2003.
36. Heilbronner, R., Barrett, S., “Image Analysis in Earth Sciences; Microstructures and Textures of Earth Materials”, *Springer Heidelberg New York Dordrecht London*, p: 520, DOI 10.1007/978-3-642-10343-8, 2014.
37. Panozzo R. and Hurlimann H., 1983. A simple method for the quantitative discrimination of convex and convex- concave lines, *Microscopia Acta*, Vol. 87, 169-176
38. Middlemost, E.A.K., "Naming minerals in the magma/igneous rock system", *Earth-Science Reviews*, 37, 215-224, 1994.
39. Internet: www.alexstrekesien.it

EKLER

EK-1.1 BD01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.2 DT01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.3 DT02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.4 OH01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.5 OH02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.6 BT01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.7 BT02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.8 BT03 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.9 NBT01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.10 NBT02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.11 NBT03 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.12 KV01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.13 KV02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.14 KV03 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

EK-1.1 BD01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	16	2.00	3.47	1.00	0.65
	a/b	16	0.55	0.93	0.29	0.18
	SF1	16	1.34	1.84	1.08	0.19
	SF2	16	0.59	0.86	0.30	0.15
	PARIS (%)	16	18.89	59.69	4.04	15.67
Plajiyoklaz	b/a	13	1.86	3.32	0.85	0.82
	a/b	13	0.65	1.17	0.30	0.28
	SF1	13	1.24	1.41	1.05	0.12
	SF2	13	0.66	0.91	0.50	0.14
	PARIS (%)	13	11.24	49.77	1.97	12.21
Piroksen	b/a	8	1.54	2.06	1.14	0.32
	a/b	8	0.68	0.88	0.48	0.14
	SF1	8	1.16	1.33	1.08	0.08
	SF2	8	0.75	0.85	0.57	0.10
	PARIS (%)	8	24.78	128.85	2.50	24.78
Kuvars	b/a	7	2.01	5.00	1.05	1.42
	a/b	7	0.65	0.95	0.20	0.28
	SF1	7	1.26	1.56	1.11	0.19
	SF2	7	0.66	0.82	0.41	0.17
	PARIS (%)	7	11.90	30.00	2.53	9.83
Biyotit	b/a	2	2.40	2.57	2.22	0.25
	a/b	2	0.42	0.45	0.39	0.04
	SF1	2	1.47	1.50	1.44	0.04
	SF2	2	0.47	0.48	0.45	0.03
	PARIS (%)	2	26.77	37.21	16.33	14.77
Kayaç Parçası	b/a	2	1.16	1.31	1.00	0.22
	a/b	2	0.88	1.00	0.76	0.17
	SF1	2	1.11	1.12	1.11	0.01
	SF2	2	7.03	8.43	5.63	1.98
	PARIS (%)	2	26.77	37.21	16.33	14.77
V. Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.2 DT01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	20	1.70	2.65	1.00	0.45
	a/b	20	0.63	0.99	0.38	0.17
	SF1	20	1.34	1.70	1.04	0.21
	SF2	20	0.59	0.92	0.35	0.18
	PARIS (%)	20	26.83	68.04	3.20	20.58
Plajiyoklaz	b/a	13	1.73	3.38	1.00	0.70
	a/b	13	0.65	1.00	0.30	0.21
	SF1	13	1.22	1.40	1.06	0.10
	SF2	13	0.68	0.89	0.51	0.11
	PARIS (%)	13	10.61	24.68	2.21	6.44
Piroksen	b/a	8	1.68	2.57	1.12	0.53
	a/b	8	0.65	0.89	0.39	0.19
	SF1	8	1.19	1.32	1.07	0.08
	SF2	8	0.71	0.87	0.57	0.10
	PARIS (%)	8	8.70	25.53	1.09	7.71
Kuvars	b/a	4	1.43	1.80	1.02	0.33
	a/b	4	0.73	0.98	0.56	0.18
	SF1	4	1.19	1.42	1.04	0.16
	SF2	4	0.73	0.92	0.50	0.18
	PARIS (%)	4	13.70	32.98	2.23	13.41
Biyotit	b/a	3	1.85	2.45	1.27	0.59
	a/b	3	0.58	0.79	0.41	0.19
	SF1	3	1.21	1.30	1.08	0.12
	SF2	3	0.70	0.86	0.59	0.14
	PARIS (%)	3	5.70	6.98	3.77	1.70
Kayaç Parçası	b/a	2	1.38	1.45	1.31	0.10
	a/b	2	0.73	0.76	0.69	0.05
	SF1	2	1.14	1.17	1.10	0.05
	SF2	2	0.78	0.86	0.73	0.07
	PARIS (%)	2	8.56	8.70	8.43	0.19
V. Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.3 DT02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	19	1.58	2.77	1.20	0.40

	a/b	19	0.66	0.83	0.36	0.13
	SF1	19	1.18	1.66	0.99	0.18
	SF2	19	0.76	1.03	0.36	0.18
	PARIS (%)	19	13.28	46.81	2.74	12.24
Plajiyoklaz	b/a	13	1.56	2.42	1.10	0.37
	a/b	13	0.67	0.91	0.41	0.15
	SF1	13	1.18	1.45	1.07	0.10
	SF2	13	0.73	0.88	0.48	0.10
	PARIS (%)	13	6.63	20.10	1.71	5.18
Piroksen	b/a	4	1.70	2.04	1.34	0.31
	a/b	4	0.60	0.74	0.49	0.11
	SF1	4	1.19	1.32	1.07	0.10
	SF2	4	0.72	0.87	0.58	0.12
	PARIS (%)	4	3.89	10.17	1.37	4.22
Kuars	b/a	6	1.23	1.52	1.02	0.22
	a/b	6	0.84	0.98	0.66	0.14
	SF1	6	1.27	1.45	1.04	0.15
	SF2	6	0.64	0.93	0.48	0.16
	PARIS (%)	6	20.84	47.31	3.13	17.27
Biyotit	b/a	14	3.01	7.25	1.35	1.77
	a/b	14	0.42	0.74	0.14	0.19
	SF1	14	1.35	1.98	1.09	0.25
	SF2	14	0.60	0.84	0.25	0.18
	PARIS (%)	14	10.72	25.88	1.37	9.28
Kayaç Parçası	b/a	2	1.71	2.39	1.03	0.96
	a/b	2	0.69	0.97	0.42	0.39
	SF1	2	1.27	1.33	1.22	0.08
	SF2	2	0.62	0.67	0.57	0.08
	PARIS (%)	2	11.90	21.57	2.22	13.68
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksel oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.4 OH01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	27	2.12	4.13	1.00	0.80
	a/b	27	0.53	1.00	0.24	0.18
	SF1	27	1.34	2.53	0.62	0.32
	SF2	27	0.66	2.59	0.16	0.42
	PARIS (%)	27	9.56	29.89	1.82	7.01
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a	6	1.41	1.93	1.00	0.32
	a/b	6	0.74	1.00	0.52	0.16
	SF1	6	1.16	1.27	1.08	0.07
	SF2	6	0.75	0.86	0.62	0.08
	PARIS (%)	6	8.93	15.19	4.55	3.58
Kuvars	b/a	2	2.47	3.88	1.07	1.99
	a/b	2	0.60	0.94	0.26	0.48
	SF1	2	1.40	1.43	1.38	0.03
	SF2	2	0.51	0.52	0.49	0.02
	PARIS (%)	2	23.11	27.91	18.32	6.78
Biyotit	b/a	4	4.91	6.00	2.40	1.71
	a/b	4	0.24	0.42	0.17	0.12
	SF1	4	1.71	2.05	1.10	0.42
	SF2	4	0.41	0.83	0.24	0.28
	PARIS (%)	4	9.11	18.11	4.44	6.13
Kayaç Parçası	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.5 OH02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	25	1.65	2.88	1.08	0.47
	a/b	25	0.65	0.93	0.35	0.17
	SF1	25	1.19	1.52	1.03	0.12
	SF2	25	0.72	0.95	0.43	0.12
	PARIS (%)	25	9.87	42.31	1.57	10.53
Plajiyoklaz	b/a	10	1.95	3.44	1.07	0.79
	a/b	10	0.59	0.93	0.29	0.22
	SF1	10	1.20	1.36	1.04	0.10
	SF2	10	0.71	0.93	0.54	0.13
	PARIS (%)	10	5.06	19.18	1.22	5.11
Piroksen	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kuvars	b/a	15	1.58	2.60	1.04	0.57
	a/b	15	0.70	0.96	0.38	0.21
	SF1	15	1.20	1.72	1.06	0.16
	SF2	15	0.72	0.89	0.34	0.14
	PARIS (%)	15	8.98	23.83	2.63	5.78
Biyotit	b/a	14	3.95	9.20	1.00	2.36
	a/b	14	0.50	1.00	0.11	0.29
	SF1	14	1.39	2.71	0.87	0.43
	SF2	14	0.62	1.31	0.14	0.27
	PARIS (%)	14	7.11	22.22	2.29	5.67
Kayaç Parçası	b/a	2	1.47	1.80	1.13	0.47
	a/b	2	0.72	0.88	0.56	0.23
	SF1	2	1.25	1.36	1.13	0.16
	SF2	2	0.66	0.78	0.54	0.17
	PARIS (%)	2	10.46	14.86	6.06	6.22
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.6 BT01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	30	1.32	1.95	1.00	0.27
	a/b	30	0.79	1.00	0.51	0.15
	SF1	30	1.13	1.22	0.98	0.06
	SF2	30	0.79	1.04	0.67	0.09
	PARIS (%)	30	7.95	35.62	1.28	6.92
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a	9	1.88	2.71	1.26	0.41
	a/b	9	0.55	0.79	0.37	0.12
	SF1	9	1.26	1.42	1.10	0.12
	SF2	9	0.64	0.83	0.50	0.12
	PARIS (%)	9	9.99	18.99	1.87	6.78
Kuvars	b/a	6	1.38	2.00	1.14	0.31
	a/b	6	0.75	0.88	0.50	0.13
	SF1	6	1.15	1.30	1.07	0.08
	SF2	6	0.76	0.87	0.59	0.10
	PARIS (%)	6	7.82	14.41	3.08	4.89
Biyotit	b/a	6	3.25	5.38	2.13	1.25
	a/b	6	0.34	0.47	0.19	0.11
	SF1	6	1.65	2.48	1.30	0.44
	SF2	6	0.42	0.59	0.16	0.16
	PARIS (%)	6	7.78	26.67	1.55	9.45
Kayaç Parçası	b/a	2	1.18	1.31	1.04	0.19
	a/b	2	0.86	0.96	0.76	0.14
	SF1	2	1.10	1.17	1.04	0.10
	SF2	2	0.83	0.93	0.73	0.14
	PARIS (%)	2	18.27	27.85	8.70	13.54
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.7 BT02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	25	1.44	1.88	1.02	0.29
	a/b	25	0.72	0.98	0.53	0.15
	SF1	25	1.21	1.47	1.08	0.12
	SF2	25	0.70	0.86	0.46	0.12
	PARIS (%)	25	9.92	39.26	1.05	9.45
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kuvars	b/a	11	1.54	2.04	1.02	0.30
	a/b	11	0.67	0.98	0.49	0.14
	SF1	11	1.18	1.32	1.09	0.08
	SF2	11	0.72	0.84	0.57	0.09
	PARIS (%)	11	8.94	30.51	2.50	8.14
Biyotit	b/a	11	1.99	4.25	1.17	0.84
	a/b	11	0.56	0.86	0.24	0.18
	SF1	11	1.20	1.54	0.94	0.21
	SF2	11	0.75	1.14	0.42	0.24
	PARIS (%)	11	13.34	58.90	4.35	15.79
Kayaç Parçası	b/a	2	1.75	1.86	1.63	0.16
	a/b	2	0.58	0.61	0.54	0.05
	SF1	2	1.23	1.24	1.22	0.02
	SF2	2	0.66	0.67	0.65	0.02
	PARIS (%)	2	6.19	8.43	3.94	3.18
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.8 BT03 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	31	1.53	3.07	0.79	0.50
	a/b	31	0.72	1.27	0.33	0.22
	SF1	31	1.19	1.50	1.05	0.11
	SF2	31	0.73	0.90	0.45	0.12
	PARIS (%)	31	11.23	53.16	0.70	12.22
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a	14	1.63	3.00	1.02	0.53
	a/b	14	0.66	0.98	0.33	0.18
	SF1	14	1.18	1.30	1.08	0.08
	SF2	14	0.72	0.85	0.59	0.09
	PARIS (%)	14	9.75	27.27	1.54	7.64
Kuvars	b/a	8	1.58	2.92	1.02	0.62
	a/b	8	0.70	0.98	0.34	0.21
	SF1	8	1.17	1.34	1.06	0.09
	SF2	8	0.75	0.89	0.56	0.11
	PARIS (%)	8	16.08	37.14	2.47	12.38
Biyotit	b/a	2	2.67	2.71	2.63	0.06
	a/b	2	0.38	0.38	0.37	0.01
	SF1	2	1.40	1.53	1.27	0.18
	SF2	2	0.53	0.62	0.43	0.14
	PARIS (%)	2	26.39	34.95	17.82	12.11
Kayaç Parçası	b/a	2	1.74	2.02	1.46	0.40
	a/b	2	0.59	0.69	0.50	0.13
	SF1	2	1.19	1.20	1.18	0.01
	SF2	2	0.71	0.72	0.70	0.02
	PARIS (%)	2	5.68	6.23	5.13	0.78
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.9 NBT01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	25	1.71	3.57	1.03	0.64
	a/b	25	0.65	0.97	0.28	0.18
	SF1	25	1.11	1.43	0.36	0.18
	SF2	25	1.04	7.54	0.49	1.36
	PARIS (%)	25	7.76	49.09	1.06	10.69
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kuvars	b/a	13	1.75	5.40	1.16	1.14
	a/b	13	0.68	0.86	0.19	0.19
	SF1	13	1.14	1.26	1.08	0.05
	SF2	13	0.77	0.85	0.63	0.07
	PARIS (%)	13	9.41	30.00	1.13	8.03
Biyotit	b/a	2	6.33	7.00	5.67	0.94
	a/b	2	0.16	0.18	0.14	0.02
	SF1	2	1.65	1.81	1.50	0.22
	SF2	2	0.38	0.45	0.31	0.10
	PARIS (%)	2	10.55	11.27	9.84	1.01
Kayaç Parçası	b/a	3	1.51	1.65	1.25	0.22
	a/b	3	0.67	0.80	0.61	0.11
	SF1	3	1.12	1.14	1.09	0.03
	SF2	3	0.80	0.85	0.77	0.04
	PARIS (%)	3	20.23	57.14	1.69	31.97
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksel oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.10 NBT02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	28	1.48	2.73	0.42	0.50
	a/b	28	0.77	2.41	0.37	0.37
	SF1	28	1.17	1.49	1.06	0.10
	SF2	28	0.74	0.89	0.45	0.11
	PARIS (%)	28	7.39	18.80	1.45	4.78
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kuvars	b/a	2	1.26	1.43	1.09	0.24
	a/b	2	0.81	0.92	0.70	0.16
	SF1	2	1.16	1.18	1.14	0.03
	SF2	2	0.74	0.76	0.72	0.03
	PARIS (%)	2	7.63	9.73	5.52	2.98
Biyotit	b/a	2	2.94	3.44	2.43	0.72
	a/b	2	0.35	0.41	0.29	0.09
	SF1	2	1.55	1.58	1.52	0.05
	SF2	2	0.42	0.44	0.40	0.02
	PARIS (%)	2	27.15	48.89	5.41	30.75
Kayaç Parçası	b/a	6	1.42	2.03	1.19	0.31
	a/b	6	0.73	0.84	0.49	0.13
	SF1	6	1.12	1.19	1.08	0.05
	SF2	6	0.80	0.86	0.70	0.06
	PARIS (%)	6	3.75	9.05	1.16	3.41
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksel oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.11 NBT03 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	24	1.62	3.25	1.07	0.53
	a/b	24	0.67	0.94	0.31	0.17
	SF1	24	1.21	1.39	1.05	0.10
	SF2	24	0.69	0.90	0.52	0.11
	PARIS (%)	24	10.62	29.77	1.53	8.04
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kuvars	b/a	10	1.62	2.38	1.12	0.47
	a/b	10	0.66	0.89	0.42	0.16
	SF1	10	1.21	1.30	1.11	0.07
	SF2	10	0.69	0.82	0.59	0.08
	PARIS (%)	10	14.86	32.14	4.44	9.36
Biyotit	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kayaç Parçası	b/a	5	1.82	2.45	1.39	0.41
	a/b	5	0.57	0.72	0.41	0.12
	SF1	5	1.16	1.20	1.11	0.04
	SF2	5	0.74	0.80	0.69	0.05
	PARIS (%)	5	2.40	3.41	1.00	1.02
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.12 KV01 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	36	1.82	5.00	0.93	0.92
	a/b	36	0.65	1.07	0.20	0.23
	SF1	36	1.23	1.60	1.01	0.12
	SF2	36	0.68	0.99	0.39	0.13
	PARIS (%)	36	10.13	42.70	1.82	9.04
Plajiyoklaz	b/a	2	1.55	2.09	1.01	0.76
	a/b	2	0.73	0.99	0.48	0.36
	SF1	2	1.18	1.25	1.10	0.10
	SF2	2	0.73	0.82	0.64	0.13
	PARIS (%)	2	9.94	18.65	1.22	12.32
Piroksen	b/a	10	1.82	3.25	1.06	0.67
	a/b	10	0.61	0.94	0.31	0.20
	SF1	10	2.43	2.93	2.01	0.29
	SF2	10	0.18	0.25	0.12	0.04
	PARIS (%)	10	11.74	60.87	2.35	17.51
Kuvars	b/a	5	2.20	4.20	1.00	1.35
	a/b	5	0.61	1.00	0.24	0.34
	SF1	5	1.26	1.48	1.10	0.16
	SF2	5	0.18	0.25	0.12	0.05
	PARIS (%)	5	12.04	22.86	4.44	7.03
Biyotit	b/a	4	4.84	8.33	1.65	2.73
	a/b	4	0.29	0.61	0.12	0.22
	SF1	4	1.65	1.88	1.16	0.33
	SF2	4	0.41	0.74	0.28	0.22
	PARIS (%)	4	6.81	9.23	4.62	2.28
Kayaç Parçası	b/a	2	1.26	1.38	1.13	0.18
	a/b	2	0.80	0.89	0.72	0.12
	SF1	2	1.30	1.35	1.24	0.08
	SF2	2	0.60	0.65	0.55	0.07
	PARIS (%)	2	18.35	32.05	4.65	19.38
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.13 KV02 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	34	1.42	2.64	1.00	0.38
	a/b	34	0.75	1.00	0.38	0.16
	SF1	34	1.19	1.50	1.03	0.12
	SF2	34	0.73	0.94	0.44	0.13
	PARIS (%)	34	10.21	35.71	1.96	8.57
Plajiyoklaz	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Piroksen	b/a	8	2.76	5.60	1.42	1.32
	a/b	8	0.43	0.71	0.18	0.17
	SF1	8	1.26	1.55	1.08	0.17
	SF2	8	0.66	0.86	0.42	0.16
	PARIS (%)	8	5.94	12.72	1.40	3.30
Kuvars	b/a	8	1.86	3.18	1.16	0.73
	a/b	8	0.61	0.86	0.31	0.21
	SF1	8	1.22	1.35	1.08	0.09
	SF2	8	0.68	0.86	0.55	0.10
	PARIS (%)	8	20.89	63.16	2.72	21.43
Biyotit	b/a	3	3.31	4.60	2.07	1.27
	a/b	3	0.34	0.48	0.22	0.13
	SF1	3	2.28	3.19	1.66	0.81
	SF2	3	0.24	0.36	0.10	0.13
	PARIS (%)	3	9.21	15.24	3.45	5.90
Kayaç Parçası	b/a	2	1.61	1.76	1.46	0.21
	a/b	2	0.63	0.69	0.57	0.08
	SF1	2	1.24	1.35	1.12	0.17
	SF2	2	0.67	0.80	0.55	0.18
	PARIS (%)	2	11.66	17.58	5.74	8.37
Volkanik Cam	b/a	25	1.98	5.45	1.05	1.06
	a/b	25	0.61	0.95	0.18	0.23
	SF1	25	1.38	2.14	1.01	0.29
	SF2	25	0.58	0.98	0.22	0.21
	PARIS (%)	25	16.78	65.12	1.77	19.65

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

EK-1.14 KV03 nolu örneğin mikro-yapısal parametrelerin değişimi

Bileşen Adı	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Pomza	b/a	21	2.72	7.09	1.00	1.50
	a/b	21	0.48	1.00	0.14	0.24
	SF1	21	1.31	.172	1.07	0.20
	SF2	21	0.61	0.87	0.34	0.17
	PARIS (%)	21	8.27	23.46	2.17	6.08
Plajiyoklaz	b/a	26	2.20	5.82	1.00	1.13
	a/b	26	0.56	1.00	0.17	0.24
	SF1	26	1.24	1.52	1.04	0.12
	SF2	26	0.67	0.93	0.43	0.13
	PARIS (%)	26	18.42	120.39	1.53	27.23
Piroksen	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					
Kuvars	b/a	2	1.63	1.92	1.33	0.41
	a/b	2	0.64	0.75	0.52	0.16
	SF1	2	1.39	1.56	1.23	0.23
	SF2	2	0.54	0.66	0.41	0.17
	PARIS (%)	2	7.75	10.81	4.69	4.33
Biyotit	b/a	20	6.07	16.00	1.57	4.49
	a/b	20	0.27	0.64	0.06	0.19
	SF1	20	1.62	5.16	1.03	0.92
	SF2	20	0.54	0.95	0.04	0.26
	PARIS (%)	20	19.74	264.29	0.00	58.10
Kayaç Parçası	b/a	2	1.11	1.19	1.03	0.12
	a/b	2	0.91	0.97	0.84	0.09
	SF1	2	1.08	1.11	1.06	0.04
	SF2	2	0.85	0.90	0.81	0.07
	PARIS (%)	2	10.77	20.00	1.54	13.05
Volkanik Cam	b/a					
	a/b					
	SF1					
	SF2					
	PARIS (%)					

b/a: boy-en oranı, a/b: aksenal oran, SF1: şekil faktörü, SF2: şekil faktörü, PARIS: yüzey girinti oranı (%)

ÖZGEÇMİŞ

Seval ÇADIR 1990 YILINDA Kayseri’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kayseri’de tamamladı. 2009’da kazandığı Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden 2013 yılında mezun oldu. 2015 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Ana Bilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi’ndeki eğitimine halen devam etmektedir.

Adres: Mimarsinan Fatih Mahallesi. Laleli Sokak. Kurbanlı Caddesi. No:8

Kat: 14 Numara: 27 Melikgazi/KAYSERİ

Telefon: 0539 371 44 09

e-posta : seval.27.seval@hotmail.com

