

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

**NEVŞEHİR YÖRESİ İGNİMBİRİTLERİNİN DOĞAL YAPI  
MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Agâh Bahadır CEYLAN**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Mart 2016  
NEVŞEHİR**

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN danışmanlığında **Agâh Bahadır CEYLAN** tarafından hazırlanan "**Nevşehir Yöresi İgnimbiritlerinin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

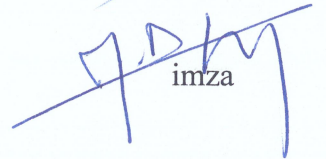
25/03/2016

## JÜRİ

Başkan : (Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ)

  
imza

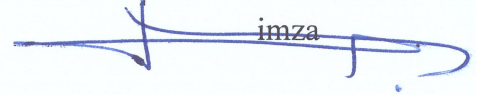
Üye : (Doç. Dr. İsmail DİNÇER)

  
imza

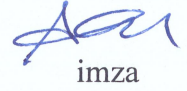
Üye : (Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN)

  
imza

Üye : (Yrd. Doç. Dr. Ömer BİLHAN)

  
imza

Üye : (Yrd. Doç. Dr. Ayşe ORHAN)

  
imza

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **25.03.2016**... tarih ve **14-150**... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

29/03/2016

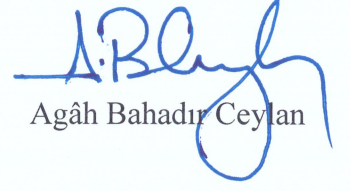
**Doç. Dr. Sahlan ÖZTÜRK**

Enstitü Müdürü



## 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.

  
Agâh Bahadır Ceylan

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN'a,

Desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. İsmail DİNÇER'e, çalışma kapsamında jeokimyasal verilerin değerlendirilmesi ve petrografik analizlerde desteğinden dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşe ORHAN'a,

Mesleki birikimlerini gıpta ile izlediğim Sayın Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ'a, Sayın Doç. Dr. Mustafa FENER'e,

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

# NEVŞEHİR YÖRESİ İGNİMBİRİTLERİNİN DOĞAL YAPI MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Agâh Bahadır CEYLAN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mart 2016

## ÖZET

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Nevşehir ili eşsiz jeolojik yapısı gereği ülkemiz ve Dünyanın önemli turistik merkezlerinden birisidir. Nevşehir ili sınırları içinde farklı seviyelerinden alınan örneklerin ve yine yörede birçok yapıda yaygın olarak kullanılan ignimbiritlerin yapı taşı olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında öncelikli olarak farklı lokasyonlardan temin edilen blok örneklerden karot örnekleri alınmıştır. 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.

İncelenen örneklerin birim hacim ağırlıkları 11.43-18.68 kNm<sup>-3</sup> aralıkta değişirken, ağırlıkça su emme değerleri % 8.84-28.03 arasında değişmektedir. Ayrıca örneklerin tek eksenli sıkışma dayanımı 5.91-78.65 MPa aralığında değişmekte olup, ağırlıklı olarak düşük-çok düşük dayanımlı kayaç sınıfında yer almaktadır. Bu veriler ışığında kullanım amacına ve çıkartıldıkları ocağa göre ignimbirit örnekleri ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmeli ve uygulama yeri ona göre tercih edilmelidir. Özellikle su emme potansiyeli yüksek olan numuneler doğrudan suyla temasının olacağı alanlarda kullanılmamalıdır, dekoratif amaçlı olarak şömine, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, kemer ve sütun gibi uygulamalarda kullanılması teşvik edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** *İgnimbirit, petrografi, fizikomekanik özellikler, Kapadokya*

**Tez Danışmanı:** Yrd. Doç. Dr. Ahmet ORHAN

**Sayfa Numarası:** 77

# EVALUATION OF IGNIMBRITE STONE IN NEVŞEHİR REGION FOR NATURAL CONSTRUCTION MATERIAL

(M. Sc. Thesis)

Agâh Bahadır CEYLAN

NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF  
NATURAL AND APPLIED SCIENCES

March 2016

## ABSTRACT

Nevşehir situated in the Central Anatolian region is an important tourism center of our country and world due to its unique geological structure. The subject of this study is the evaluation of the usability of ignimbrites, the samples collected from different layers in the province of Nevşehir, which are also widely used in the region as building stone in many structures.

Primarily, core samples were obtained from sample blocks of different locations, within the scope of this study. Petrographic studies, geochemical analysis and determination of physico-mechanical properties were performed on samples. Usability as natural building material was evaluated according to strength classification of various researchers.

The unit weight of the samples varies between 11.43 and 18.68 kNm<sup>-3</sup>, whereas the water absorption ratio by weight ranges between 8.84 and 28.03%. Besides, the uniaxial compressive strength of the samples changes between 5.91 and 78.65 MPa and falls mainly within weak-very weak strength rock class. Ignimbrite samples should be investigated in detail and application site/area should be chosen according to the aim and quarry site based on the obtained data. Especially samples with high water absorption potential shouldn't be used in areas which have a direct contact with water. People should be encouraged to use it for decorative purposes such as; fireplace, stairs, floors, railings, arches and columns.

***Key words: Ignimbrite, petrography, physico-mechanical properties, Cappadocia***

**Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ahmet ORHAN**

**Page Number: 77**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI .....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
RESİMLER LİSTESİ .....	xii
HARİTALAR LİSTESİ .....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	xiv
1. BÖLÜM	
GİRİŞ .....	1
1.1. Amaç ve Kapsam .....	2
1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı .....	2
2. BÖLÜM	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. BÖLÜM	
BÖLGESEL JEOLojİ .....	13
4. BÖLÜM	
MATERYAL VE METOD .....	19
4.1. Materyal .....	19
4.1.1. Lokasyon 1 (BD01).....	19
4.1.2. Lokasyon 2 (DT01).....	20

4.1.3.	Lokasyon 3 (DT02).....	20	
4.1.4.	Lokasyon 4 (OH01).....	21	
4.1.5.	Lokasyon 5 (OH02).....	22	
4.1.6.	Lokasyon 6 (BT01, BT02, BT03).....	22	
4.1.7.	Lokasyon 7 (NBT01, NBT02, NBT03) .....	23	
4.1.8.	Lokasyon 8 (KV01, KV02).....	24	
4.1.9.	Lokasyon 9 (KV03).....	24	
4.2.	Metod .....	26	
4.2.1.	Literatür Taraması .....	26	
4.2.2.	Arazi Çalışmaları .....	26	
4.2.3.	Laboratuvar Çalışmaları .....	27	
4.2.3.1.	Yoğunluk ve birim hacim ağırlığın belirlenmesi .....	27	
4.2.3.2.	Schmidt sertliğinin belirlenmesi.....	27	
4.2.3.3.	Porozite (Gözeneklilik) ve boşluk oranının belirlenmesi.....	28	
4.2.3.4.	Ağırlıkça ve hacimce su emme oranının belirlenmesi .....	28	
4.2.3.5.	Tek eksenli sıkışma dayanımı .....	29	
4.2.4.	Büro Çalışmaları .....	29	
5.BÖLÜM			
LABORATUVAR DENEYLERİ .....			30
5.1.	İgnimbitlerin Jeokimyasal Özellikleri .....	30	
5.2.	İgnimbitlerin Petrografik Özellikleri .....	32	
5.3.	İgnimbitlerin Fiziksel Özellikleri .....	40	
5.4.	İgnimbitlerin Jeomekanik Özellikleri .....	43	
5.5.	İgnimbitlerin Deneysel Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	43	
6. BÖLÜM			



SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	54
KAYNAKLAR .....	56
ÖZGEÇMİŞ .....	63

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 5.1. İgnimbirit örneklerinin ana element kompozisyonları .....	31
Tablo 5.2. Numunelerin fiziksel özellikleri (Ortalama değerler) .....	42
Tablo 5.3. Numunelerin mekanik özellikleri(Ortalama değerler) .....	43
Tablo 5.4. İncelenen örneklere ait ilişkilerin belirleme katsayı ( $R^2$ ) korelasyon matrisi .....	36
Tablo 5.5. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması.....	41
Tablo 5.6. Erdoğan (1991) tarafından TSE 2513’de Yapılması Önerilen Yapı Taşı Sınıflaması .....	42
Tablo 5.7. İncelenen ignimbiritlerin doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan andezit sınır değerleri.....	44

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Çalışma alanı stratigrafik kesiti .....	16
Şekil 5.1.	Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerin toplam alkali-silika [(%Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)-%SiO <sub>2</sub> ] diyagramında sınıflaması.....	32
Şekil 5.2.	Demirtaş ignimbiritlerinde; DT01 nolu örnekte volkan camı kıymıkları (a), litik parçalar (b), DT02 nolu örnekte plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve volkan camı kıymıkları (c, d) ve litik parçaların (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri.....	33
Şekil 5.3.	Başdere ignimbiritlerinde; BD01 nolu örneğin tek (a) ve çift (b) nikol mikroskop görüntüleri.....	34
Şekil 5.4.	Ortahisar ignimbiritlerinde; OH02 nolu örneğin tek (a) ve çift (b) nikol mikroskop görüntüleri.....	35
Şekil 5.5.	Kavak ignimbiritlerinde; KV01 nolu örneğin (a, b), KV02 nolu örneğin (c, d), KV03 nolu örneğin (e, f, g, h) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (bio; biyotit, g.; volkanik gaz boşlukları, L.F; litik parçalar, plg; plajiyoklaz, shard; volkan camı kıymıkları). ....	37
Şekil 5.6.	Böлтаş ignimbiritlerinde; alt seviyeye ait BT03 nolu örneğin (a, b), orta seviyeye ait BT02 nolu örneğin (c, d), üst seviyeye ait BT01 nolu örneğin (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (pmz; pomza, Q; kuvars)....	39
Şekil 5.7.	Nevbitaş ignimbiritlerinde; alt seviyeye ait NBT03 nolu örneğin (a, b), orta seviyeye ait NBT02 nolu örneğin (c, d), üst seviyeye ait NBT01 nolu örneğin (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (pmz; pomza, Q; kuvars) .....	40
Şekil 5.8.	Numunelerin kuru birim hacim ağırlığı ile bazı fizikomekanik özelliklerinin karşılaştırılması .....	37
Şekil 5.9.	P-Dalga Hızı (ms <sup>-1</sup> ) ile bazı fiziksel ve mekanik değerlerin karşılaştırılması .....	38

Şekil 5.10. Numunelerin Schmidt sertlikdeğeri ile bazı fiziko-mekaniközelliklerinin karşılaştırılması.....	39
Şekil5.11. Çalışma alanında bulunan ignimbiritlerin farklı dayanım sınıflandırmalarındakikonumu .....	41
Şekil 5.12. İncelenen ignimbirit numunelerinin Erdoğan (1991) tarafından önerilen doğal yapı taşları sınıflandırmasındaki yeri .....	42

## RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.1.	Lokasyon 1’de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü .....	9
Resim 4.2.	Lokasyon 2’de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü .....	20
Resim 4.3.	Lokasyon 3’ün arazi görünümü .....	21
Resim 4.4.	Lokasyon 4’de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü .....	21
Resim 4.5.	Lokasyon 5’in arazi görünümü .....	22
Resim 4.6.	Lokasyon 6’da yer alan taş ocağının arazi görünümü .....	23
Resim 4.7.	Lokasyon 7’de yer alan taş ocağının arazi görünümü .....	24
Resim 4.8.	Lokasyon 8’de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü .....	25
Resim 4.9.	Lokasyon 9’un yakındangörünümü .....	25
Resim 4.10.	Çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışması .....	26
Resim 4.11.	Hazırlanan karot örneklerinin genel görünümü .....	27
Resim 4.12.	Arazide bloklar üzerinde gerçekleştirilen Schmidt sertlik deneyi .....	28

## HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası ve örnek lokasyonları.....	4
Harita 3.1. Kapadokya Bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası .	15

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

<b>kN</b>	Kilo Newton
<b><math>\gamma_{kuru}</math></b>	Kurubirimhacimağırlık
<b><math>\gamma_{ıslak}</math></b>	Islakbirimhacimağırlık
<b><math>w</math></b>	Su içeriđi
<b>UCS</b>	Tekeksenlibasınçdayanım
<b>P</b>	P-dalgahızı
<b>MPa</b>	Mega pascal

## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Nevşehir ili bulunduğu eşsiz jeolojik yapısı gereği ülkemiz ve Dünyanın önemli turistik merkezlerinden birisidir. Bölgenin jeolojik yapısı ağırlıklı olarak Erciyes, Hasan dağı, Acıgöl ve Güllü Dağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu volkanik birimlerden oluşmaktadır. Nevşehir ili metalik madenler yönünden önemli bir varlığa sahip olmamasına rağmen, bölge jeolojisi nedeniyle endüstriyel hammaddeler açısından büyük bir zenginliğe sahiptir. Bölgedeki yoğun volkanik faaliyetler sonucunda oluşan volkanik ürünler (Pomza, Perlit, İgnimbirit), Nevşehir'in önemli ekonomik zenginlikleri arasında yer almaktadır.

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.

Özellikle Üst Miyosen döneminde yoğun olan volkanik aktivite sonucunda oluşmuş olan piroklastik malzemelerden oluşan farklı seviyeler Ürgüp Formasyonu adı altında toplanmıştır. Ürgüp Formasyonu farklı türde ve kalınlıkta üyelerden oluşmaktadır. İlgili formasyonun tabanını oluşturan Kavak Üyesi Peribacalarının oluşumunda etkin rol oynamıştır ve yörede doğal yapı taşı olarak kullanılan malzemeler ağırlıklı olarak bu üyeden üretilmektedir. Kavak Üyesi farklı renklerde ve dokusal özellikte kayalardan oluşmaktadır. Nevşehir yöresinde yaygın olarak bulunmasından ve kolaylıkla şekil verilebilmesinden dolayı, tarihi zamanlardan beri yapı malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geçmiş dönemlerde ilgili birimlerden çıkarılan taşlar özellikle tarihi yapılarda ve düşük katlı binalarda yapı taşı olarak kullanılırken, günümüzde ise daha çok dekoratif özelliklerinden dolayı yapılarındış yüzey kaplamasında, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, havuz ve kenarları, kemer, sütun, şömine balkon süslemeleri ve restorasyon amacıyla kullanımı tercih edilmektedir [1].



## 1.1. Amaç ve Kapsam

Çalışmanın temel amacı Nevşehir yöresinde yaygın olarak gözlenen ve yine yörede yaygın olarak inşaat malzemesi olarak kullanılan ignimbiritin, yapılacak arazi ve laboratuvar çalışmaları aracılığıyla petrografik, jeokimyasal ve fiziko-mekanik özelliklerinin ortaya konulması ve doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesidir.

Çalışmanın kapsamı aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1-Ürgüp Formasyonuna ait farklı seviyelerden alınan örneklerin petrografik, jeokimyasal ve fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi,
- 2-Elde edilen sonuçlar ışığında yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi ve örneklerin birbirleriyle karşılaştırılması.

## 1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı

Nevşehir ilinin tarihi M.Ö.7000 yıllarına kadar uzanır. Nevşehir 'Güzel Atlar Ülkesi' anlamına gelen (Farsça Katpatuka) Kapadokya Bölgesinin merkezinde yer alır. Bölgeye sırası ile Hititler, Frigler, Asurlular, Persler, Romalılar, Selçuklular ve Osmanlılar egemen olmuşlardır.

Kapadokya Bölgesi M.S. 3. yüzyıldan itibaren Hristiyanlığın önemli merkezlerinden biri olmuştur. 11. ve 12. yüzyıllarda Selçukluların hâkimiyetine girmiştir.

1071 Malazgirt Zaferinden sonra bölgede Türk köyleri kurulmaya başlayınca şehre Muşkara ismi verilmiştir.

İlin adı 1725 tarihinde Nevşehir olarak değiştirilmiştir. Nevşehirli Sadrazam Damat İbrahim Paşa zamanında büyük bayındırlık hareketine girilmiş; imaretler, camiler, medreseler ve çeşmeler yapılmıştır.

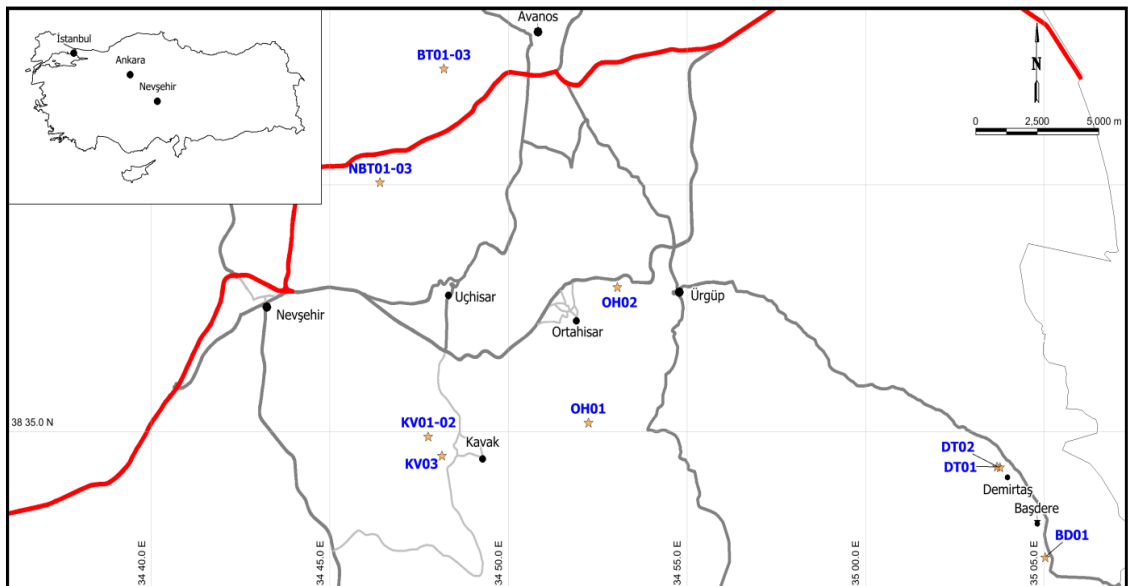
Nevşehir, İç Anadolu Bölgesi'nde 38° 12' ve 39° 20' kuzey enlemleri ile 34° 11' ve 35° 06' doğu boylamları arasında kalır. Konya kapalı havzasında kalan Derinkuyu ilçesi dışında, bütünüyle Orta Kızılırmak Havzası'na giren il, konum itibarıyla Türkiye'nin tam ortasında olup, yüzölçümü 5.392 km<sup>2</sup>'dir. Ülke topraklarının binde 7'sini kaplar. Kızılırmak vadisinin güney yamacına kurulmuş olan il merkezinin rakımı 1.150

metredir. Erciyes, Melendiz ve Hasan dağı gibi eski yanardağların kül ve lavlarının birikmesiyle oluşmuş geniş bir plato üzerinde yer alan İl alanı, doğudan Kayseri'nin Yeşilhisar, İncesu ve Merkez, Kuzeydoğudan Yozgat'ın Boğazlıyan ve Şefaattli, güney, güneybatı ve batıdan Niğde, Aksaray merkez ve Ortaköy ilçesi ile çevrilidir.

Halk genel olarak, ticaret ve turizm ile uğraştığından nüfus yoğunluğu itibarıyla göç almayan, kırsal kesimden başka illere göç veren ancak tarım ve turizm işlerinde çalışmak amacıyla mevsimlik işçilerin yoğun olarak bulunduğu bir İl konumundadır.

Nevşehir ekonomisi tarım ve turizme dayalıdır. Nüfusun çoğunluğu tarım ve hizmetler sektöründe çalışmaktadır. İl Merkezinde ticaret; Ürgüp, Avanos, Göreme yörelerinde turizm önde gelen istihdam alanını oluşturmaktadır. İl merkezinde gıda ve içecek sektörü ön plana çıkarken bunu inşaat, tekstil ve metal sanayi izlemektedir. Gıda sektöründe Nevşehir'de patates üretimine bağlı olarak patates cipsi üretimi alanında yeni firmalar yatırım yapmaya başlamışlardır. İl, antik çağa dayanan üzüm yetiştiriciliği ve buna bağlı içki ve gıda sanayinde her zaman farklı bir yere sahip olmuştur.

Nevşehir ili jeolojisi nedeniyle endüstriyel hammaddeler açısından zenginliğe sahiptir. İlin önemli maden rezervlerini pomza, perlit, kaolin, mermer, kaya tuzu ve kum çakıl oluşturmaktadır [2]. Örnekleme noktaları olarak tarihi zamanda işletilmiş ve günümüzde halen işletilen Nevşehir yöresinde yüzeyleyen Ürgüp Formasyonuna ait farklı seviyeler tercih edilmiştir. (Harita 1.1) Böylece farklı renk ve dokusal özellikler sergileyen malzemelerin yanal ve düşey yönde değişimleri ve fiziko-mekanik özellikleri değerlendirilmeye çalışılmıştır.



Harita 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası ve örnek lokasyonları

## 2. BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı, Kapadokya Bölgesinde Nevşehir il sınırları içerisinde yer almaktadır. Senozoyik volkanizmasının aktif olduğu bölgede oluşan Peribacaları ve Kaya oyma kiliseleri bulunmasından dolayı, özellikle önceki araştırmacılar tarafından, ayrıntılı volkanolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar yürütülmüştür

İgnimbiritler hakkında özellikle Nevşehir bölgesinde yoğun bir çalışma yapıldığını görmekteyiz. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalara kısaca değinilmiştir. Bu bağlamda bölgedeki ilk çalışmaların, Pasquare ve Beekman tarafından yapıldığı görülmektedir.

Beekman çalışmasında, Aksaray, Gelveri ve Hasan Dağı arasında Melendiz Dağı serilerinin kuzeyde kristalin temel ve oligosen, miyosen ve jips yerleri arasında kaldığını ifade etmektedir. Bu serinin volkano-plastik olduğunu ve pliyosen dönemdeki ignimbiritik volkanizm sonucunda oluştuğunu ifade etmektedir. Güneydeki Hasan Dağının bazalt volkanizmadan önce geldiğini ileri sürmüştür [3].

Pasquare yaptığı çalışmada, bölgedeki volkanizma Orta Miyosende ignimbirit püskürmesiyle başlamış, bunu volkanik kül, lapilli, tuf ve aglomeralar izlemiş, daha sonra bazaltik andezit, andezit, dasit, riyodasit ve en son Hasan Dağ'ın Kuvaterner yaşlı bazaltik lavlarıyla volkanizma sona erdiğini belirtmiştir[4].

Pasquare yine bölgede yaptığı daha sonraki çalışmada ignimbiritleri haritalamış ve stratigrafilerini çıkarmıştır[5].

Batum,

çalışmasında Nevşehir'in güneybatısında yer alan Güllüdağ ve Acıgöl yöresindeki volkanitlerinin jeolojisi ve petrografisi üzerinde incelemeler yapmıştır [6].

Batum yine aynı çalışmasında, Göllü dağ ve Acıgöl çevresindeki Senozoyik volkanitlerinde jeokimyasal incelemeler yapmıştır. Buradan Kuvaterner yaşlı bazaltik lavların bir kısmının hafif alkalin karakterde olmaları bir yana, bütün volkanitlerin, kalkalkalin seri içinde olduklarını belirtmiş ancak bu volkanitlerin pasifik çevresi

kalkalkalen kayaçlarından belirgin kimyasal farklılıklar gösterdiklerini öne sürmüştür [7].

Innocenti ve arkadaşları bölgedeki volkanik evrimi çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırmacılar, çalışmalarını Niğde ve Kayseri arasında kalan bölgede sürdürmüşlerdir. Ürgüp bölgesindeki volkanik aktivitenin Üst Miyosen'de başladığını ve tarih öncesi devirlere kadar devam ettiğini tespit etmişlerdir[8].

Besangbölgede ve bölgenin dışında genel olarak volkanik kayaçlar üzerinde çalışmıştır. Çalışmasında, Türkiye'deki volkanik kayaçların radyometrik yaş tayininin belirlenmesini incelemiştir [9].

Ercan araştırmasında çalışma alanı olarak 1/500.000 ölçekli Ankara-Konya-Kayseri ve Adana paftalarının kapsadığı geniş bir alan olan Orta Anadolu'da yer alan ve Paleosenden tarihsel zamanlara değin çeşitli evrelerle etkin olan volkanizmaları incelenmiştir [10].

Pasquare ve arkadaşları çalışmalarında Orta Anadolu Volkanik evrimini göz önünde tutarak, ignimbiritik ünitelerin kaynağı saptanmaya çalışılmış ve volkanik evrim ile bölgesel tektonik hareketler arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla, Melendiz Dağı volkanik kompleksinin ve Çiftlik kalderasının ignimbiritik ünitelerin kaynağı olduğunu ileri sürmüşlerdir[11].

Ercan ve arkadaşları, Orta Anadolu'da Hasan dağı ve Karacadağ gibi büyük volkanik kütleleri oluşturan ve Orta Miyosen' den başlayarak Kuvaterner sonlarına, tarihsel zamanlara kadar çeşitli evrelerle etkili olan volkanizmanın özellikleri saptamış ve volkanik kayaçlarda petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar yapmıştır. Senozoyik volkanizmasının çok sık nitelik değiştirdiği inceleme alanında saptanan sıcak su ve magmatik kökenli gaz çıkışları, bu bölgede volkanik etkinliğin henüz tam sona ermediğini ve jeotermal enerji açısından olumlu özellikler taşıdığını göstermektedir[12].

Ercan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Hasan Dağ-Karacadağ volkanizmasını yeni jeokimyasal izotopik ve radyometrik veri ile değerlendirmişlerdir [13].

Neojen-Kuvaterner Orta AnadoluVolkanikProvensi Orta Anadolu'da kuzeydoğu-güneybatı doğrultusundaOrta Anadolu'nun pre-oligosen temelinde yer almaktadır.İki baskın fay sistemi bölgede belirlenmiştir. Birincisi sağ yönlü doğrultu atımlı Tuz gölü fayı ve sol yönlü doğrultu atımlı fay olan Ecemiş fay zonudur. Sistemdeki fayların çoğunlukla aktif olup, Orta Anadolu Volkanik Provensini dik açılarla keserler. İkinci

fay sistemi ise  $K60^{\circ}$ - $70^{\circ}$ D doğrultusunda olup, volkanik eksenlere paralel ve ana volkanik çıkış merkezlerine paraleldir. Normal fay olan bu faylar genellikle güncel volkanik birikintilerin altında gömülü halde bulunmaktadır [14].

Le Penne ve arkadaşları çalışmalarında inceleme alanında daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmalarda oluşturulan stratigrafik istifleri gözden geçirmiş ve hacimleri tekrar hesaplamışlardır.[15]

Schumacher ve Mues-Schumacher çalışmalarında, bölgedeki en büyük ignimbiritik birimlerden biri olan Kızılkaya ignimbiritinin dağılımı ve depolanma özellikleri konusunda araştırma yapmışlar ve görüşleri ileri sürmüştür [16].

Mues ve Schumacher ve Schumacher çalışmalarında Akdağ-Zelve volkanik aktivesinin 50 mt kalınlığa sahip beş farklı seviyeden oluşan malzeme bıraktığını ortaya koymuşlardır. Bunlar stratigrafik olarak ana pomza oluşumunun 10 mt kadar, alt kabarma serisinin 4 mt kadar, üst kabarma seviyesinin 5 mt kadar ve Akdağ-Zelve ignimbiritinin ise 40 mt kadar seviyede olduğunu belirlemişlerdir [17].

Güleç ve arkadaşları bölgede yaptıkları çalışmada Melendiz Dağının volkanik kompleksini uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanarak değerlendirmişlerdir [18].

Temel ve arkadaşları çalışmalarında Orta Anadolu Volkanik Bölgesi içinde yer alan Kapadokya İgnimbiritlerinin, petrolojik ve jeokimyasal özellikleri belirlemişlerdir. Bölgenin jeodinamik evrimi ile bu özelliklerin ilişkisi ortaya konulmuştur[19].

Türkecan ve arkadaşları Orta Anadolu'da bulunan Melendiz Dağlarının volkanik yapısını incelemiş ve 6 ayrı volkandan oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Volkanitleri fiziksel özellikleri bakımından incelemiş yaş tayini ile yaşlarını tespit etmeye yönelik çalışmalarda bulunmuşlardır. [20]

Le Penne ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmalarda, Kapadokya bölgesindeki ignimbiritik birimlerin paleontolojik, radyo kronolojik, jeokimyasal ve paleomanyetik verilerinden yararlanarak, bölgede yer alan ignimbiritik birimlerin stratigrafileri revize edilmiş ve daha önce farklı ignimbiritik birimler olarak ayrılan, Sofular ve Gördele ignimbiritlerinin aynı ignimbirit olduğu belirlenmiştir[21].

Viereck-Goette ve arkadaşları, bölgede yapmış oldukları çalışmalarda Kapadokya'nın volkanik stratigrafisini ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında 9 farklı seviyeden oluşan

riyolitten dasite bileşimi değişen birimlerin, fosil ve aynı zamanda K/Ar yöntemi ile yaşlarının 11 ile 3 milyon yıl olduğunu belirlemişlerdir [22].

Koralay ve Kadioğlu, ignimbirit litolojisindeki farklı renk oluşumu sebeplerini Micro-XRF ve Raman Spektrometresi ile belirlemişlerdir [23].

Lepetit ve arkadaşları, İncesu İgnimbiritlerinin kaynaşma derecesini incelemişler ve bunun yoğunluğunu kontrol eden parametreleri belirlemişlerdir [24]

Koralay ve arkadaşları, İncesu ignimbiritlerini inceleyerek 5-20 mt arasında kalınlığa sahip olduğunu ve 7800 km<sup>2</sup> alana yayılım gösterdiğini ifade etmişlerdir ve 3 farklı stratigrafik seviyeden oluştuğunu belirlemişlerdir. Bunlardan alt seviyenin siyahımsı-kahverengi camsı yapıda olduğunu, orta seviyenin iyi kaynaşmış kırmızımsı-pembe renkte olduğunu ve üst seviyenin ise grimsi-pembe renkte olduğunu ve hafif kaynaşmış olduğunu ayrıca farklı bileşime sahip kayaç parçacıklarından oluştuğunu ifade etmektedirler [25].

Bölgedeki ignimbiritlerin yapı malzemesi özellikleri ile bunların dayanım ve ayrışma özelliklerine yönelik çalışmalar ise sınırlı saydadır

Erdoğan çalışmasında, Orta Anadolu Neojen volkanizmasının ürünü olan tüflerin Nevşehir-Ürgüp-Avanos yerleşim birimleri arasında kalan kesimi yapı malzemesi yönünden incelenmiştir. İnceleme alanının coğrafik konumu ve yerel özellikleri, tüflerin oluşumunu, yayılımını, litolojisini ve yapısal özelliklerini belirlemek amacıyla jeolojik çalışmalara yer verilmiştir. Ayrıca tüflerin deneylerle saptanan fiziko-mekanik özellikleri, çeşitli karışımlarla üretilen bazı hafif yapı malzemesi ve doğal yapı taşları ile karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışmaların sonuçları yorumlanmış ve bu araştırmaya konu olan her kayaç yapı malzemesi yönünden ayrı ayrı tartışılmıştır ve değerlendirilmiştir [26].

Topal, Ürgüp-Göreme bölgesinde Kavak tüflerine ait peribacalarının alterasyonunu ve oluşumunu incelemiştir. Topal Kavak tüfü içinde gelişmiş iki belirgin eklem setinin peribacalarının oluşumunda etkin rol oynadığını ortaya koymuştur. Yöredeki peribacalarının bozunma ve farklı erozyon sonucunda oluştuğunu ifade etmektedir [27].

Topalve Doyurandayapmış oldukları çalışmada, Kapadokya bölgesinde geçmişte konut olarak kullanılan, tüfler içinde şekillendirilmiş ve tarihi değerleri bulunan duvar resimleri içeren bu yapıların atmosferik etkilerden

kaynaklanan fiziksel ve kimyasal bir bozunma etkisi altında olduğunu belirtmişlerdir. Buyapıların ve duvar resimlerinin korunabilmesi için tüflerin mühendislik jeolojisi özelliklerinin bilinmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Yapmış oldukları çalışmada tüflerin kütle ve malzeme özelliklerini de değerlendirmiş ve buldukları verilere göre tüflerin kötü-çok kötü duraylılığa sahip olduğunu ve sürmüşlerdir. Ayrıca, tüfler içindeki klem sistemlerinin sadece peribacalarının oluşumunda değil, aynı zamanda, doğal ve tarihi yapılarını yapısal stabilitesinde etkilediğini ifade etmişlerdir.

Topal ve Doyuran, Kapadokya tüflerinde etkili olan kimyasal ayrışmayı değerlendirmek için farklı bir yaklaşım olarak tuz kristalizasyon testi yapmış; kimyasal ayrışmanın likenlerle kaplı olan yüzey altında 2 cm kadar ilerlediğini izlemiştir [28].

Topal ve Doyuran, Kapadokya bölgesine ait tüflerin mühendislik jeolojisi ve dayanımı ile ilgili çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu çalışmalarda tüflerin malzeme ve kütle özellikleri ile ilgili yaklaşımlarda bulunmuşlardır [29].

Gökçeoğlu ve arkadaşları, seçilmiş bazı zayıf ve kil barındıran kayalar üzerinde dayanımı etkileyen faktörlerin kuruma ve ıslanma çevrimlerinin sayısı ile olan etkisini ortaya koymuşlardır [30].

Korkanç bölgede bulunan İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi araştırmıştır. Araştırmalar için Nevşehir dolayında geniş alanlarda yüzeylenen Kavak ignimbiritlerine ait farklı renklerdeki piroklastikler seçilmiştir. Söz konusu birimlerden çıkarılan taşlar önceleri özellikle tarihi yapılarda ve düşük katlı binalarda yapı taşı olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Günümüzde ise daha çok dekoratif özelliklerinden dolayı bina dış yüzey kaplamasında, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, havuz ve kenarları, kemer, sütun, şömine balkon süslemeleri ve restorasyon uygulamalarındaki kullanımı giderek artmaktadır. İgnimbiritlerin petrografik ve kimyasal özellikleri belirlenmiş olup, jeomekanik özelliklerini belirlemek amacıyla da standart kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır. Elde edilen verilere göre, incelenen piroklastiklerin iyi kaynaşmamış ignimbirit özelliğinde olduğu, bunların jeolojik, kimyasal ve petrografik özellikleri ile jeomekanik özellikleri arasında önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir [1].

Ergüler tarafından Kapadokya bölgesinde yer alan tüflerin bozunmasını yönelik olarak yapılan çalışmada, erozyon

sonucu ortaya çıkan peri bacalarının, yine erozyon tarafından yokedildiğini belirtmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından söz konusu tüflerin mekanik, fiziksel ve mineralojik özelliklerinin birçok çalışmada ele alındığını, ancak ayrışma hızının değerlendirilmediğini belirtmiştir.

Bölgenin korunması açısından ayrışma derecesinin bilinmesinin zorunlu olduğunu ve bunun acilensaptanması gerektiğini ileri sürmüştür [31].

Bununla birlikte, Kapadokya yöresinde yer almayan ignimbirit ve tüflerin yapı malzemesi özellikleri ile bunların dayanım ve ayrışma özellikleri ile ilgili bazı çalışmalar da bulunmaktadır

Binal ve arkadaşları, tarihi Midas Anıtının da yer aldığı, Eskişehir-Yazılıkaya Bölgesindeki Neojen yaşlı volkanosedimanter kayaların bazı parametrelerinin donma-çözülme çevrimlerinin etkisi altındaki değişimlerini incelemişlerdir. Donma-çözülme çevrimlerinin, bu kayaların porozite, ağırlıkça su emme, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi, tek eksenli sıkışma dayanımı ve Schmidt sertlik değerleri üzerindeki etkileri, iklimsel özellikler dikkate alınarak, laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Taze kayaç örnekleri üzerinde çok sayıda donma-çözülme çevrimleri uygulanmış ve kayaların laboratuvar da tayin edilen mekanik ve fiziksel parametrelerinin değişimi ile çevrim sayıları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İnceleme alanında iki farklı kaynaşma derecesine sahip ignimbirit seviyesi ayırtlanmıştır. Alt seviyedeki beyaz ignimbiritler üst seviyedeki pembe ignimbiritlere oranla donma-çözülme çevrimlerinden daha fazla etkilenmiştir. Sonuç olarak, incelenen ignimbiritlerde gözlenen yüzeysel bozunmanın üzerinde donma-çözülme süreçlerinin de etkin olduğu anlaşılmıştır [32].

Kuşçu ve Yıldız Ayazini (Afyon) tüflerinin yapı taşı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Tüfler Afyon ili ve çevresinde çok geniş alanlarda yayılım sunarlar. İnceleme alanındaki en yaşlı birim, metamorfik şist ve mermer üyelerinden oluşan Paleozoyik yaşlı Afyon metamorfitleridir. Bu formasyonun üzerine uyumsuz olarak Gebeceler formasyonu gelmektedir. Karakaya bazaltı ve alüvyon bölgedeki en genç birimlerdir. İnceleme alanında, tüfler krem, beyaz ve grimsi renkler sunar. Birimdeki çatlaklar boyunca kayaca nüfuz eden manganezli ve demirli eriyikler kayacın renginin yersel olarak sarımsı gri ve kahverengiye değişmesine neden olmuştur. Kayaç örnekleri üzerinde deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Mikroskobik incelemeler neticesinde tüfte, camdan oluşan bir hamur içerisinde kuvars, plajiyoklas, sanidin ve biyotit



fenokristalleri gözlenmiştir. Kimyasal analiz sonucunda riyalit bileşimli olduğu tespit edilmiştir. Fiziko - mekanik testler sonucunda ise betonarme karkas yapılarda duvar dolgu malzemesi ve yığma yapı temellerinde, su basman seviyesinin üst bölümlerinde yapı taşı olarak kullanılabilir özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca güzel renk ve desene sahip taşlar ise binaların dış cephe kaplamalarında sınırlı olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur [33].

Topal, Midas anıtını oluşturan beyaz ve pembe tüflerde kısmen ayrışma olduğunu söylemektedir. Tüfler içerisinde gelişen ayrım zonlarının derinliği, optik mikroskop, XRD, kimyasal analiz, SEM ve bazı indeks parametreleri ile incelemiştir [34].

Altındağ ve arkadaşları, Dereboğazi yöresinde yer alan ignimbiritlerin donma çözünme çevrimi ile mekanik özelliklerindeki değişimi ortaya koymuşlardır [35].

Chen ve arkadaşları, kaynaşmış doymuş tüflerdeki donma çözünme çevriminin bozunmaya etkisini ortaya koymuşlardır [36]

Şimşek ve Erdal, Bitlis Ahlat İgnimbiritlerinin bazı özelliklerinin tespit ederek, yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır [37]

Öner ve arkadaşları, Erzurum yöresinde bulunan Hınıs ignimbiritleri hakkında araştırma yaparak mühendislik özelliklerini ortaya koymuşlardır [38].

Ma ve Daemen, Topopah Spring kaynaşmış tüflerinin 61 serbest basınç deneyi sonucunda elde ettiği sonuçlara göre gerilme-deformasyon karakteristiklerini ortaya koymuşlardır [39].

Gennaro ve arkadaşları, Campanian yaşlı İgnimbiritlerinin hafif agrega üretiminde hammadde olarak kullanılabilmesiyle ilgili araştırma yapmışlardır [40].

Ertek ve Öner çalışmalarında, Orta Anadolu'da Kapadokya yöresinin altere tüflerinin mineralojisini ve jeokimyasını araştırarak beyaz çimento üretiminde potansiyel hammadde olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır [41].

Daloğlu ve Emir çalışmalarında tüflerle ilgili bir standardın oluşturulmasına ışık tutmak ve mevcut standartlara göre de Eskişehir-Derbent tüflerinin doğal yapı taşı olarak değerlendirilebilirliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Tüf dayanım özellikleri son derece düşük olmasına karşın, eski zamanlardan beri Orta Anadolu'nun çeşitli yerlerinde doğal yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde de kesme taş olarak

üretimi ve kullanımı söz konusudur. Tüflere özgü bir standardın olmaması değerlendirilebilirlik çalışmalarını güçleştirmektedir. Bu kapsamda, Eskişehir-Derbent'te bulunan bir kesme taş ocağındaki beyaz tüflerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve mevcut standartlara göre doğal yapı taşı olarak değerlendirilebilirliği araştırılmıştır. [42]

Emir ve arkadaşları, Eskişehir Derbent Çiftliği yöresinden aldıkları tüflerden imal edilen kesme yapı taşlarının dayanım özelliklerini ortaya koymuşlardır [43].

Koralay ve arkadaşları, Bitlis Kalesindeki ignimbirit alıntı örneklerindeki kaynaşma derecesinin jeoteknik özelliklerine etkisini ortaya koymuşlardır [44].

Ruedrich ve arkadaşları, uzun süreli laboratuvar çalışmaları sonucunda yapı malzemesi olarak kullanılan kayaçların donma ve çözünme sonucunda fiziksel bozunma özelliklerini ortaya koymuşlardır [45].

Korkanç, Niğde yöresinde yer alan tarihi yapılarda kullanılan farklı kayaçların üzerinde deneyler yaparak bozunmaları ile ilgili yorumlarda bulunmuştur [46].

Korkanç ve Savran çalışmalarında, Niğde yöresinde yer alan altı farklı tarihi yapıda kullanılan altı farklı kayacın yüzey pürüzlülüğünün bozunmaya etkisini ortaya koymuşlardır [47].

Son dönemlerde yapılan araştırmalar ise özellikle bölge ignimbiritlerinde geçmişte ve günümüzde çeşitli amaçlar için açılmış kaya yapılarının duraylılıklarına ve mühendislik özelliklerine ilişkindir.

Aydan ve arkadaşları, Kapadokya yöresinde insan yapımı kaya oyma yapıların kaya mekaniği ve kaya mühendisliği açısından ne ifade ettiklerini ortaya koymuşlardır [48].

Ulusay ve arkadaşları, Kapadokya tüflerinin uzun süreli mekanik özelliklerini incelemiştir. Bu amaçla Derinkuyu'da yeraltı çalışmalara örnek olarak teşkil etmesini sağlayacak çalışmalarda bulunmuşlardır [49].

Aydan ve Ulusay, Kapadokya yöresinde yer alan insan yapımı kaya oyma yapıların jeoteknik ve jeoortamsal özelliklerini ortaya koymuşlardır [50].

Ulusay ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Orta Anadolu'da Kapadokya yöresinde bulunan kullanılmayan kaya oyma yapıların mühendislik jeolojisini ortaya koyarak tekrar kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir [51].

Aydan ve arkadaşları, Kapadokya bölgesinde antik ve güncel kaya yapılarının kaya mekaniği açısından değerlendirilmesi hakkında çalışmalar yapmışlardır [52].

Aydan ve arkadaşları, Derinkuyu yeraltı şehrinin uzun süreli yapısal duraylılığı ve çevre koşullarının incelenmesi üzerine deneysel çalışmalarda bulunmuşlardır [53].

Ulusay ve arkadaşları, Kapadokya bölgesinde bazı yeraltı açıklıklarındaki tüflerin kaya mühendisliği açısından değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar ortaya koymuşlardır [54].

### 3. BÖLÜM

#### BÖLGESEL JEOLojİ

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Nevşehir ili bulunduğu eşsiz jeolojik yapısı gereği ülkemiz ve Dünyanın önemli turistik merkezlerinden birisi konumundadır. Bölgenin jeolojik yapısı Erciyes, Hasan dağı, Acıgöl ve Güllü Dağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu yumuşak tabakaların milyonlarca yıl boyunca yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılmasıyla ortaya çıkmıştır. Peribacaları gibi ilginç jeolojik yapısının yanı sıra, kayalara oyulan yerleşim yerleri ender doğal ve kültürel merkezlerden biri olmasını sağlamıştır.

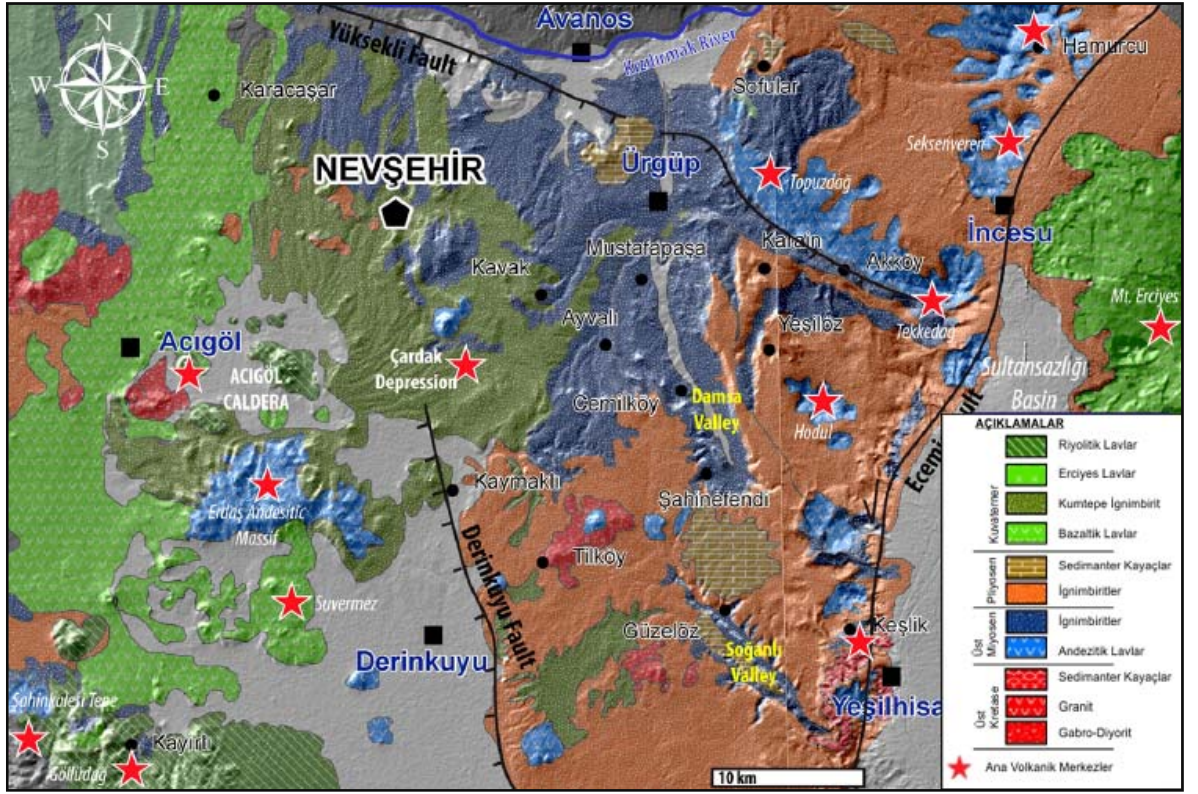
Kapadokya bölgesindeki volkanların püskürmeleri Üst Miyosen' den başlayıp Holosen'e kadar sürmüştür. Neojen gölleri altındaki volkanlardan çıkan lavlar plato göller ve akarsular üzerinde 100-150 m kalınlığında, farklı renklerde bir tuf tabakası meydana getirmiştir. Bu tabakanın yapısında tufün dışında tüfit, 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 Pliyosen'den başlayarak, başta Kızılırmak olmak üzere akarsu ve göllerin bu tuf tabakasını aşındırmaları nedeni ile bölge bugünkü halini almıştır[55].

Nevşehir ili civarında hâkim olan jeolojik yapı Neojen birimleridir. Bunun dışında Kızılırmak'ın güney bölgesinin jeolojik yapısını bazalt ve Mesozoyik yaşlı tabakalar, ırmağın kuzey bölgesini Oligo-Miyosen jipsli birimler, Eosen filizi, metamorfik seri oluşturur. "Peribacası" diye adlandırılan oluşumlar, vadi yamaçlarından inen sel sularının ve rüzgârıntüflerden oluşan yapıyı aşındırmasıyla ortaya çıkmıştır. Sel sularının dik yamaçlarda kendine yol bulması, sert kayaların çatlamasına ve kopmasına neden olmuştur. Alt kısımlarda bulunan ve daha kolay aşınan malzemenin derin bir şekilde oyulmasıyla yamaç gerilemiş, böylece üst kısımlarında bulunan şapka sayesinde aşınmadan korunan konik biçimli gövdeler ortaya çıkmıştır. Daha çok Ürgüp civarında bulunan şapkalı peribacaları, konik gövdelidir ve tepe bölümlerinde bir kaya bloğu yer almaktadır. Gövde tuf, tüfit ve volkan külünden ibaret bir kayaçtan, şapka kısmı ise lahar ve ignimbirit gibi sert kayalardan oluşmaktadır. Dolayısı ile şapka, gövdeye oranla daha dayanıklı bir kaya türüdür. Bu olay peribacasının oluşumunun ilk şartıdır.

Şapkadaki kayanın direncine bağılı olarak peribacaları uzun veya kısa ömürlü olabilmektedir [55].

Kapadokya bölgesinin yer aldığı Orta Anadolu, Miyosenden üst Holosene kadar volkanik aktiviteye sahip olan karasal bir volkanizmaya ev sahipliğı yapan ve topoğrafik yüksekliğı 1400-1500 metre arasında değışen yüksek bir platoyu oluşturmaktadır. Uluslararası literatürde “Central Anatolian Volcanic Province” olarak adlandırılan bölgenin güneyi Toros sıradağıları ve batıda Tuz gölü fay zone ile sınırlandırılan bölge doğuda ise Ecemiş Fay zone ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca bölgenin doğusunda ve batısında ise sırasıyla Kuvaterner yaşlı Hasan dağı ve Erciyes strato-volkanları yer almaktadır [56].

Bölgenin jeolojik açıdan temelini Kırşehir masifine ait metamorfik kayaları temsil eder. Kapadokya bölgesinin pek çok bölümü, dasitikten bazaltik forma kadar farklı bileşimdeki volkanik kayalardan oluşmaktadır (Harita 2.1). Nevşehir ili civarında hâkim olan jeolojik yapıyı Neojen birimleri oluşturmaktadır. Bunun dışında Kızılırmak'ın güney bölgesinin jeolojik yapısını bazalt ve Mesozoyik yaşlı tabakalar, ırmağın kuzey bölgesini metamorfik seri, Oligo-Miyosen yaşlı jipsli birimler, Eosen filiş, oluşturmaktadır. Temel konumundaki granitik ve gabro kayaları Kretase yaşlı olup, bölgede Acıgöl, Tilköy ve Kesik bölgesinde gözlenmektedir.



Harita3.1. Kapadokya Bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası [56]

Neojen yaşlı karasal sedimanter kayaçlar genelde kapalı akarsu, göl ve geç volkanik çökellerden oluşmaktadır [5]. Güncel çalışmalardan biri olan Aydar vd. (2012) tarafından Kapadokya bölgesinde 10 farklı ignimbirit seviyesi ayırt edilmiş olup, bunlar yaşlıdan gence doğru Kavak, Zelve, Sarımaden Tepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibaba Tepe ve Kumtepe ignimbiritlerdir [56]. Bu ignimbirit seviyelerinin büyük bölümü farklı kalınlıklara sahip pomzalı serpinti/döküntü çökellerini de bünyelerinde bulundurmaktadır. Aşağıda bu birimlerin detayı verilmektedir. Bunlardan Kavak, Zelve, Sofular, Sarımadentepe, Cemilköy, Tahar, ve Gördeles Miyosen dönemini karakterize ederken, Kızılkaya ve Valibabatepe ise Pliyosen dönemini karakterize etmektedir (Şekil 3.1).

EPOCH		LITHOLOGY	DEFINITION	Ar/Ar Age (Ma)	U-Pb Zircon Age (Ma)		
Pleistocene	UPPER MIOCENE	UNITS	Acıgöl Rhyolites Acıgöl Basalt Kumtepe Ign.				
			Göllüdağ Rhyolites Basalts				
Valibabatepe Ign.			2.52±0.49				
Pliocene			Kışladağ Limestone (Derinkuyu Andesite)				
			Kızılkaya Ign.	5.19±0.07	5.11±0.37		
UPPER MIOCENE			UNITS	UNITS	Hodul Lavas Fluvio-Lacustrine Sediments		
					Ground surge Soil Gördeles Ign. Degassing pipes	6.34±0.07	6.33±0.23
					Fluvio-Lacustrine Sediments		
					Tahar Ign.	6.14±0.22	6.07±0.67
					Fluvio-Lacustrine Sediments *Air fall Deposit Fluvio-Lacustrine Sediments		* 6.90±0.34 6.76±0.30 6.96±0.28
	Cemilköy Ign.	7.20±0.09			6.66±0.40		
	Fluvio-Lacustrine Sediments						
	Topuzdağ Lavas Fluvio-Lacustrine Sediments						
	Sofular Ign.	8.17±0.08			8.32±0.37		
	Sarımadentepe Ign.	8.44±0.12			8.59±0.51		
UPPER MIOCENE	UNITS	UNITS	Fluvio-Lacustrine Sediments Zelve Ign.	9.19±0.15	9.13±0.40		
			Acc. Lapilli Kavak4 Ign. Fluvio-Lacustrine Sediments		9.43±0.38		
			Kavak3 Ign. Fluvio-Lacustrine Sediments	9.20±0.10			
			Fluvio-Lacustrine Sediments Kavak2 Ign. Fluvio-Lacustrine Sediments	AFD: 9.08±0.06	AFD: 10.0±0.5		
			Kavak1 Ign.	9.12±0.09	9.13±0.51		
			Damsa Lavas				
			Erdaş Andesite				
			Upper Cretaceous	Basement	Acıgöl Granite	78.44±0.29	77.8±4.4

Şekil 3.1. Çalışma alanı stratigrafik kesiti [56]

Kapadokya bölgesinde 10 farklı ignimbirit seviyesi ayırt edilmiş olup, bunlar yaşlıdan gence doğru Kavak, Zelve, Sarımaden Tepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibaba Tepe ve Kumtepe ignimbiritleridir. Bölgede toplam 80 km<sup>3</sup> hacme

sahip olan birim, yaklaşık 2600 km<sup>2</sup>lik bir alanda gözlenmektedir [46]. Kavak ignimbiritleri yapılan son çalışmalarda dört farklı seviye tanımlanmıştır. Çardak çöküntüsünün doğusunda ve kuzeyinde iyi gözlenen birim, bölgede beyazımsı volkanik küllerle başlayıp, pomzalı seviyeler ile devam etmektedir (Kavak 1). Daha sonra Kavak 2 andezitik litik malzemeli seviyeler başlamaktadır. Kavak ve Nar civarında gözlenen bu alt birim Kavak 3 tarafından üzerlenmektedir. Kavak 3 genelde, birden fazla kül matrisli iyi konsolide olmuş pomzaca zengin seviyelerden oluşmaktadır (Şekil 3.1). Kavak 3, sarımsı bej renkli yaklaşık 50 cm kalınlığında pomzadan oluşan Kavak 4 tarafından üzerlenmektedir [56]. Zelve ignimbirit ise bölgede görmeye değer en önemli ignimbirit seviyelerinden biri olup, genelde yapı taşı olarak işletilmiştir. Birim beyaz renkli piroklastik serpinti/döküntü çökelleri ile başlayıp daha sonra kaynaşmış ignimbiritlerle üzerlenen bir yapı sunmaktadır [56]. Sarımaden Tepe ignimbiritleri Zelve ignimbiritlerinin üzerinde gelişen paleosol üzerinde yer almaktadır. Çardak bölgesinde kalınlığı maksimum 1,5 metreye ulaşan bazaltik serpinti/döküntü çökelleri iyi kaynaşmış ve ters dercelenme göstermektedir. Bu seviyenin üzerine oldukça iyi kaynaşmış ve kolonsal eklemlerli yapıya sahip açık sarıdan kahverengiye doğru renk varyasyonları gösteren ignimbiritler gelmektedir. Sarımaden ignimbiritlerinin pomzaları yassılaştırmış (ötekstik) dokulu, düşük boşluklu bir yapı sunmaktadır. Sofular ignimbiritleri 1,0 metre kalınlığındaki ince taneli pomzalı döküntü/serpinti çökelleri ve bunları üzerleyen yaklaşık 25 metre kalınlığındaki akıntı çökellerinden oluşmaktadır. Akıntı çökelleri kaynaşmış, kül destekli litik ve boyutları 4 cm den küçük olan fakir pomzalı yapı sunmaktadır. Pomzann içindeki başlıca fenokritaller biyotit, plajiyoklas ve oksitlerdir. Sofular köyü civarında sınırlı bir alanda gözlenmektedir. Cemilköy ignimbiritleri bölgede oldukça geniş bir hacme ve yayılıma sahip olup, yeterince pekişmemiş yapısından dolayı peri bacaları gibi erozyon yapılarıyla karakteristiktir. Birkaç seviyeden oluşmasına rağmen ana ignimbirit seviyesi prizmatik şekilli ve oldukça yassılaştırmış pomzalar içerebilmektedir.

Güzelöz, Tilköy ve Karain bölgesinde döküntü çökelleri herhangi bir ignimbirit ile ilişkilendirilmemiştir. Stratigrafik açıdan, bu pomza seviyeleri Kızılkaya ile Cemilköy ignimbiritleri arasında yer almaktadır[15, 57]. Tahar ignimbiritleri genelde açık pembe renkli-kahverengi renkli olup, genelde iyi kaynaşmamıştır. Sofular köyü civarında kolonsal eklemler ile belirgin olup, birimin tip yeri Yeşilöz Köyüdür. Hodul dağından her yöne doğru kalınlığı azalan Tahar ignimbiritlerinin maksimum litik tane boyutu



düşmektedir. Bu durum kaynak lokasyonun Hodul dağı olduğu tezini güçlendirmektedir. Birim yaklaşık 4 metre kalınlığında ardalımalı küllü lapilli döküntü çökelleri ile başlar ve ince döküntü çökelleri ile ayrılan en az üç farklı akıntı çökelleri tarafından üzerlenmektedir. Yeşilöz'de göl çökelleri üzerine depolanmış ve lav akıntıları tarafından üzerlenmiştir.

Gördeles ignimbirti, bölgede orta derecede kaynaşmış ve açık gri ve kahverengi renklerde gözlenen Kızılkaya ve Sarımaden ignimbiritleri ile karıştırılabilir. Aydar ve çalışma arkadaşları bölgede iki farklı seviye tanımlamışlardır [56]. Alt seviye, gaz kaçış kanalları bulunan breşik tabakalı yapı sunarken, üst seviyeler ise platonun doğusuna doğru yayılım gösteren ince ve dokusal olarak farklılıklar sunan pomzalı çökellerden oluşmaktadır. Kızılkaya ignimbiritleri, bölgede en fazla yayılıma sahip olan birim olup, oldukça kaynaşmış ve ortalama kalınlığı 13-15 metre arasında değişmektedir. Bazı noktalarda, örneğin Derinkuyu'da (Derinkuyu Yeraltı Şehri) kalınlığı 40-50 metrelere ulaşmaktadır. Kızılkaya ignimbirti plinian döküntü çökelleri ve iki ana akıntı biriminden oluşmaktadır. Dokusal olarak Kızılkaya pomzaları Gödeles ignimbirit pomzalarına benzemektedir. Valibaba ignimbiritleri, koyu renkli oldukça kaynaşmış, ve yassılaştırmış dokulu ve iyi gelişmiş fiamme yapılarıyla karakteristiktir. Orta Anadolu Volkanik Kompleksinin doğusunda geniş yayılım gösteren birim, Talas civarında 40 m kalınlığa ulaşmaktadır. Dönmez ve çalışma arkadaşlarına göre Erciyes orijinli olduğu belirtilen ve literatürden İncesu ignimbiritleri olarak da bilinen birim dasitik pomzalar içermektedir [58].

Kumtepe ignimbiritleri, Kuvaterner yaşlı Acıgöl Volkanizmasının ürünü olan birim, ardışık iki farklı volkanik patlamanın sonucu oluşmuştur. Paleosol ve kül çökelleri ile ayrılan birimler iki farklı şekilde tanımlanmıştır [56]. Alt Acıgöl Tüfü (Alt Kumtepe İgnimbiriti) bir çok akıntı ve kül çökeli ara tabakalı ve lapilli döküntü çökellerinden oluşmaktadır. Üst seviyeler ise yoğun obsidiyen litik malzeme içeren lapilli döküntü çökellerden oluşmaktadır. Genel olarak bakıldığında, Tahar ignimbiritlerinin dışında hemen hemen tüm ignimbirit seviyeleri farklı kalınlık, yapı ve dokuda pomza seviyeleri içermektedir. Özellikle Nevşehir ili ve civarında Çardak civarında yoğunlaşmaktadır.

## 4. BÖLÜM

### MATERYAL VE METOD

#### 4.1. Materyal

Nevşehir yöresinde yüzeyleyen ignimbiritleri yanal ve düşey yönde tanımlayabilmek amacıyla farklı lokasyonlarda örnekleme yapılmıştır. (Harita 1.1). Bazı lokasyonlarda farklı renk ve dokusal özelliğe sahip ignimbirit seviyelerinden birden fazla örnekleme yapılmıştır. İlgili lokasyonlardan alınan örnekler üzerinde deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan deneysel çalışmalar Bölüm 5’de ayrıntılı olarak değerlendirilmektedir. Örnek lokasyonları ve örneklerle ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir.

##### 4.1.1. Lokasyon 1 (BD01)

Lokasyon Başdere kasabasının yaklaşık 2000 m kuzeydoğusunda eski Ürgüp-Kayseri karayolu üzerinde yer almaktadır. Geçmiş dönemlerde işletilen ocakta şu anda herhangi bir faaliyet görülmemektedir. Gri ve bej renkli bir görünüme sahip alan birim önceki araştırmacılar tarafından Kızılkaya İgnimbiriti olarak tanımlanmıştır (Resim 4.1) [8, 4]. Üç hakim süreksizlik belirlenmiştir (K55B/85GB, K70D/66KB ve K30B/05KD).



Resim4.1.Lokasyon 1’de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü

#### 4.1.2. Lokasyon 2 (DT01)

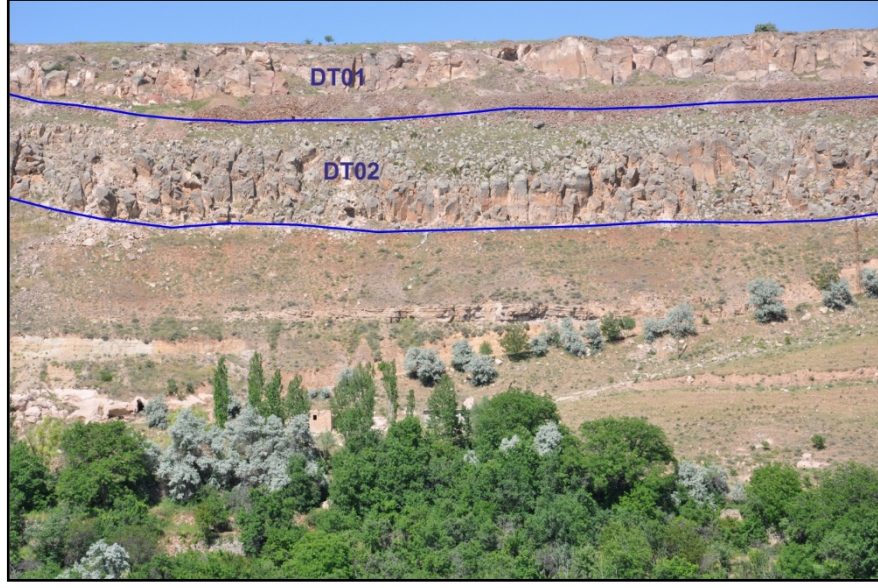
Lokasyon Demirtaş köyünün yaklaşık 500 m kuzeydoğusunda eski Ürgüp-Kayseri karayolu üzerinde yer almaktadır. Geçmiş dönemlerde işletilen ocakta şu anda herhangi bir faaliyet görülmemektedir. Pembemsi-Kırmızı renkli bir görünüme sahip alan birim Dönmez ve çalışma arkadaşlarına göre Sarıca Volkanit Üyesi olarak adlandırılırken Aydar ve çalışma arkadaşlarına göre Damsa Lavı olarak tanımlanmıştır (Resim4.2) [58], [56]. Dört hakim süreksizlik belirlenmiştir (K60B/72KD, K35D/88GD, K50D/82GD ve K25B/83GB).



Resim4.2.Lokasyon 2’de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü

#### 4.1.3. Lokasyon 3 (DT02)

Lokasyon Demirtaş köyünün yaklaşık 600 m kuzeydoğusunda eski Ürgüp-Kayseri karayolu üzerinde yer almaktadır. Beyaz-Krem renkli bir görünüme sahip alan birim Dönmez ve çalışma arkadaşlarına göre Sarıca Volkanit Üyesi olarak adlandırılırken Aydar ve çalışma arkadaşlarına göre Damsa Lavı olarak tanımlanmıştır (Resim 4.3) [58], [56].



Resim4.3.Lokasyon 3'ün arazi görünümü

#### 14.1.4. Lokasyon 4 (OH01)

Karakise mevki olarak adlandırılan Lokasyon Ortahisar kasabasının yaklaşık 3800 m güneyinde yer almaktadır. Beyaz-Krem renkli bir görünüme sahip alan birim Atabey'e göre Kavak Üyesi olarak adlandırılırken Aydar ve çalışma arkadaşlarına göre Kavak3 Üyesine karşılık geldiği düşünülmektedir (Resim 4.4) [59], [56]. 1980'li yıllara kadar işletilen ocakta şu anda herhangi bir faaliyet gözükmemektedir. Bir adet hâkimsüreksizlik belirlenmiştir (K35B/70GB).



Resim4.4.Lokasyon 4'de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü

#### 4.1.5. Lokasyon 5 (OH02)

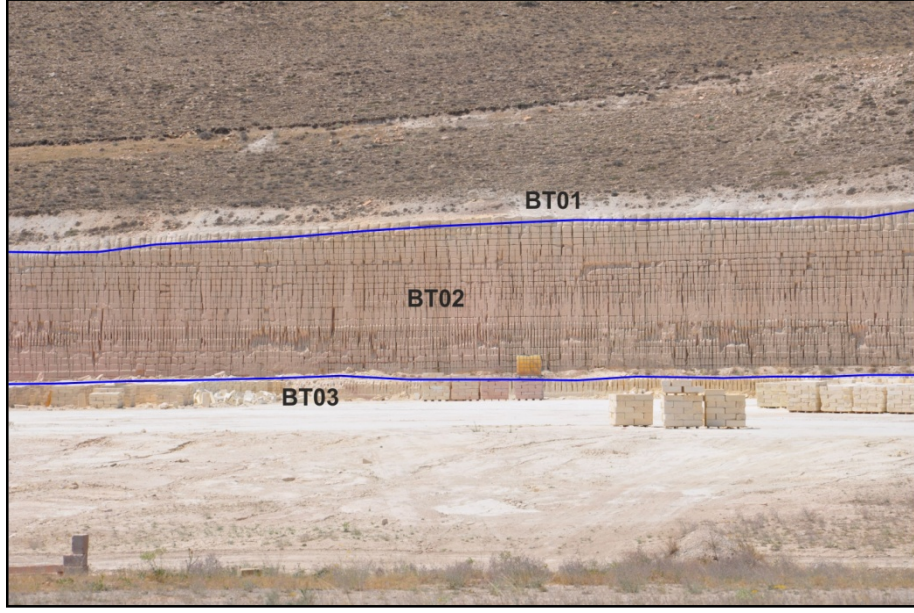
Pınarbaşı Mevki/Musluk Yazısı olarak adlandırılan Lokasyon Ortahisar kasabasının yaklaşık 2100 m kuzeydoğusunda yer almaktadır. Sarımsı Beyaz renkli bir görünüme sahip alan birim Atabey'e göre Karadağ Üyesi olarak adlandırılırken Aydar ve çalışma arkadaşlarına göre Kavak3 Üyesine karşılık geldiği düşünülmektedir (Resim4.5) [59], [56].

#### 4.1.6. Lokasyon 6 (BT01, BT02, BT03)

Lokasyon Avanos ilçesinin yaklaşık 4000 m güneybatısında Nevşehir-Avanos karayolu üzerinde yer almaktadır. Genel olarak üç farklı seviyeden oluşan birim tabanda sarımsı beyaz renkte (BT03), onun üstünde kırmızımsı renkte (BT02) ve en üstte de beyazımsı krem renkte (BT01) karşımıza çıkmaktadır. Yer yer yanal geçişli olup, bazı seviyelerde düşey geçiş de tedrici olarak karşımıza çıkmaktadır. Her bir seviyeyi temsil etmesi açısından 3 farklı örnek alınmıştır. Birim Atabey'e göre Kavak Üyesi olarak adlandırılırken Aydar ve çalışma arkadaşlarına göre Kavak3 ve 4 Üyesine karşılık geldiği düşünülmektedir (Resim4.6) [59], [56]. Boltaş firması tarafından işletilen ocak Nevşehir ve çevrenin doğal yapı taşı ihtiyacının büyük bölümünü karşılamaktadır.



Resim4.5.Lokasyon 5'in arazi görünümü



Resim4.6.Lokasyon 6’da yer alan taş ocağının arazi görünümü

#### 4.1.7. Lokasyon 7 (NBT01, NBT02, NBT03)

Lokasyon Nevşehir’in yaklaşık 6500 m kuzeydoğusunda Nevşehir-Avanos karayolu üzerinde yer almaktadır. Genel olarak üç farklı seviyeden oluşan birim tabanda açık beyaz renkte (NBT03), onun üstünde grimsi beyaz renkte (NBT02) ve en üstte de sarımsı beyaz renkte (NBT01) karşımıza çıkmaktadır. Yer yer yanal geçişli olup, bazı seviyelerde düşey geçiş de tedrici olarak karşımıza çıkmaktadır. Her bir seviyeyi temsil etmesi açısından 3 farklı örnek alınmıştır. Birim önceki araştırmacılar tarafından Tahar Üyesi/İgnimbiriti olarak tanımlanmıştır (Resim4.7) [59], [56]. Nevbitaş firması tarafından işletilen ocak Nevşehir ve çevrenin doğal yapı taşı ihtiyacını karşılamaktadır.



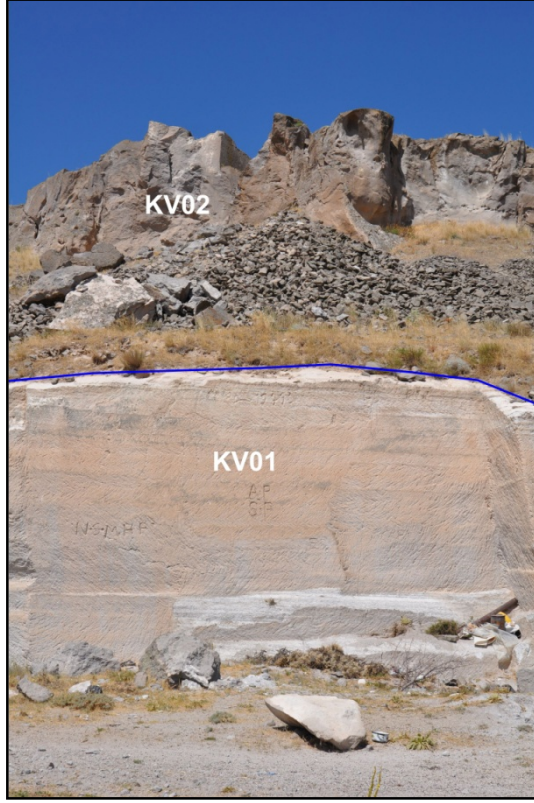
Resim4.7.Lokasyon 7’de yer alan taş ocağının arazi görünümü

#### **4.1.8. Lokasyon 8 (KV01, KV02)**

Lokasyon Kavak kasabasının yaklaşık 2350 m kuzeybatısında yer almaktadır. İlgili lokasyonda birim iki farklı seviyeden oluşan tabanda koyu gri siyahımsı renkte (KV02) ve onun üstünde kırmızımsı kahverengi renkte (KV01) karşımıza çıkmaktadır. Her bir seviyeyi temsil etmesi açısından 2 farklı örnek alınmıştır. Birim önceki araştırmacılar tarafından Kavak Üyesi/İgnimbiriti olarak tanımlanmıştır (Resim 4.8) [59], [56]. Geçmiş dönemlerde işletilen ocakta şu anda herhangi bir faaliyet görülmemektedir.

#### **4.1.9. Lokasyon 9 (KV03)**

Lokasyon Kavak kasabasının yaklaşık 1650 m batısında yer almaktadır. Açık kahverenginde gözlenen birim önceki araştırmacılar tarafından Kavak Üyesi/İgnimbiriti olarak tanımlanmıştır (Resim4.9) [59], [56].



Resim4.8.Lokasyon 8'de yer alan eski taş ocağının arazi görünümü



Resim4.9.Lokasyon 9'un yakındangörünümü



## 4.2. Metod

Bu çalışma, literatür taraması, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada tamamlanmıştır.

### 4.2.1. 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, yayınlar ve raporlar incelenmiştir. Bununla ilgili yapılan çalışmalar önceki çalışmalar bölümünde detaylı bir şekilde verilmiştir.

### 4.2.2. Arazi çalışmaları

Litolojik birimlerin haritalanması, blok örnek alımı ve süreksizliklerin tanımlanması arazi çalışmalarının en önemli iş kalemlerini oluşturmaktadır. Öncelikle, farklı mühendislik özellikleri sunan kaya birimleri belirlenmiş ve örnekleme çalışmaları yürütülmüştür. Örneklemede geçmiş dönemlerde işletilmiş veya günümüzde halen işletilen ocaklar öncelikli olarak tercih edilmiştir. Buralardan farklı seviyelerinden, farklı renklerde örnekler alınarak tüm yörede doğal yapı taşı olarak kullanılan birimlerin karşılaştırmalı analizi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Deneysel çalışmaları sağlıklı bir şekilde yürütebilmek amacıyla her bir lokasyondan blok örnek temin edilmeye çalışılmıştır (Resim4.10).



Resim4.10.Çalışmakapsamında gerçekleştirilen arazi çalışması

### 4.2.3.Laboratuvarçalışmaları

Öncelikle, araziden alınan ve çalışmanın konusunu oluşturan ignimbirit seviyelerine ait bloklardan laboratuvar tipi karot alma makinesiyle yeter sayıda NX çapında karot numune alınmıştır (Resim4.11).Bu numuneler üzerinde petrografik özelliklerini belirlemeye yönelik ince kesit çalışmaları ile jeokimya analizleri yapılmıştır. Bunun yanında indeks, fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır.



Resim4.11.Hazırlanan karot örneklerinin genel görünümü

#### 4.2.3.1 Yoğunluk ve birim hacim ağırlığın belirlenmesi

Düzgün şekilli olarak blok örneklerinden hazırlanan karot numunelerinin öncelikle ayrı ayrı ISRM’de belirtildiği şekilde (kumpas yöntemi) boyutları belirlenen örneklerin yoğunluk ve birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir [60]. Bu deneylerde kayaçların doğal yoğunlukları ve birim hacim ağırlıkları aritmetik ortalama ile tanımlanmıştır.

#### 4.2.3.2 Schmidt sertliğinin belirlenmesi

Schmidt Çekici deneyi N tipi çekiç kullanılarak arazide ignimbirit blokları üzerinde ISRM’ ye uygun bir şekilde yapılmıştır [60]. Deneyler bloklar üzerinde çatlak ve süreksizliğin olmadığı alanlarda düşey olarak yapılmış olup, her deneyde alınan 20

okumanın en yüksek 10'nun ortalaması tek blok numune için Schmidt sertliği olarak belirlenmiştir (Resim 4.12).



Resim4.12. Arazide bloklar üzerinde gerçekleştirilen Schmidt sertlik deneyi

#### 4.2.3.3 Porozite (Gözeneklilik) ve boşluk oranının belirlenmesi

Karot olarak hazırlanan numuneler 105°C'ye ayarlanmış etüvde 18 saat bekletildikten sonra desikatör içine alınmıştır. Kuru ağırlıkları belirlenen numuneler daha sonra 48 saat saf suda bekletilmiştir. Suyu doymuş numunelerin ağırlıkları belirlenerek, porozite ve boşluk oranı değerleri elde edilmiştir. Ayrıca suya doyurulduktan sonra her bir numunenin ıslak birim hacim ağırlığı kuru yoğunluk ile aşağıdaki şekilde ilişkilendirilmiştir. Bu bağıntı kullanılarak ıslak birim hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır:

$$\gamma_{kuru} = \frac{\gamma_{ıslak}}{1 + w} \quad (3.1)$$

#### 4.2.3.4 Ağırlıkça ve hacimce su emme oranının belirlenmesi

Yaklaşık aynı boyutlarda önceden hazırlanan karot numuneleri saf su içinde 18 saat bekletildikten sonra ıslak ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra numuneler 105°C'ye ayarlanmış etüvde 18 saat kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan numunelerin kuru ağırlıkları belirlendikten sonra ağırlıkça ve hacimce su emme oranları tanımlanmıştır.

#### **4.2.3.5 Tek eksenli sıkışma dayanımı**

Kapasitesi 2000 kN olan ekipmanın kullanıldığı deneylerde uzunluk/çap oranı 2.5-3.0 olan karot numunelerinin tek eksenli sıkışma dayanımları belirlenmiştir. Yükleme hızı olarak 0.1 kN/sn seçilmiş olup, numuneler 5–10 dakika arasında yenilmiştir. Her bir blok numune için en az 5 örnek üzerinde deney tekrar edilmiştir.

#### **4.2.4. Büro çalışmaları**

Büro çalışmaları ağırlıklı olarak arazi ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile tez çalışmalarından oluşmaktadır.

## 5.BÖLÜM

### LABORATUVAR DENEYLERİ

Çalışma alanından farklı lokasyonlardan taze bozunmamış blok örnekler temin edilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen örneklerden deneysel çalışmalar ve jeokimyasal analizler için karot, parça ve toznumune hazırlanmıştır. Örneklerin kimyasal bileşimini ortaya koymak amacıyla jeokimyasal analizler, petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla mineraloji çalışmaları ve fizikomekanik özelliklerini belirlemek amacıyla da kaya mekaniği deneyleri gerçekleştirilmiştir.

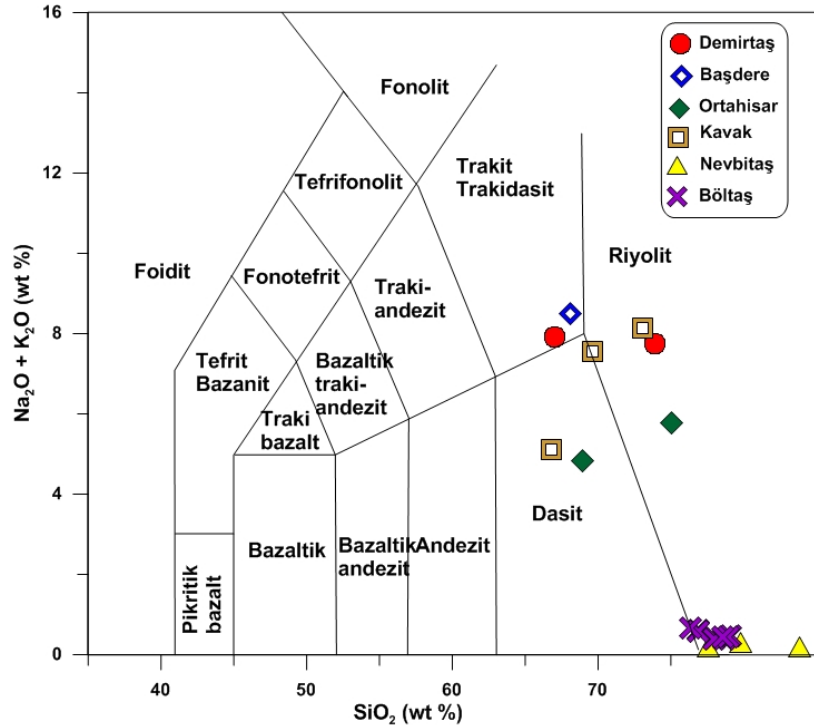
#### 5.1. İgnimbiritlerin jeokimyasal özellikleri

Demirtaş, Başdere, Ortahisar, Kavak, Bôltaş ve Nevbitaş lokasyonlarında taş ocağı olarak işletilen ignimbirit örneklerinden farklı renk ve dokuya sahip taze örnekler derlenmiş ve bunlar üzerinde kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında farklı lokasyonlara ait ayrışmamış ignimbirit örneklerin ana element içerikleri Tablo5.1'de verilmiştir. Bölgedeki ignimbirit örnekleri  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  (toplam alkali) ve  $\text{SiO}_2$  (%) diyagramına düşürüldüğünde Demirtaş ignimbiritleri trakit/trakidasit ve riyolit, Başdere ignimbiritleri trakit/trakidasit, Ortahisar ve Kavak ignimbiritleri dasit ve riyolit, Nevbitaş ve Bôltaş ignimbiritleri riyolit bileşimi sergilemektedir (Şekil 5.1). İgnimbirit örneklerinin  $\text{SiO}_2$  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 Bôltaş ignimbiriti için % 76.32 - 79.08 arasında değişmektedir (Tablo5.1). Örneklerin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içerikleri ise sırasıyla % 13.31 - 14.97, 14.23, 11.39 - 13.51, 10.38 - 13.34, 13.62 - 14.12, 13.46 - 14.25 arasındadır.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  miktarı % 2.26 - 4.89, 4.02, 1.04 - 1.46, 0.47 - 0.87, 1.34 - 2.08, 0.55 - 1.59; MgO miktarı % 0.4 - 1.11, 0.47, 0.13 - 0.93, 0.02 - 0.11, 0.34 - 1.20, 0.08 - 0.22; CaO miktarı % 2.6 - 1.52, 2.35, 1.29 - 1.41, 0.05, 1.31 - 1.56, 0.08 - 0.54;  $\text{Na}_2\text{O}$  miktarı % 3.66 - 4.55, 4.61, 1.22 - 1.91, 0.06 - 0.08, 1.44 - 3.85, 0.07 - 0.09;  $\text{K}_2\text{O}$  miktarı % 3.37 - 4.08, 3.9, 3.61 - 3.86, 0.1 - 0.24, 3.66 - 4.73, 0.32 - 0.59 arasındadır. Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerinin  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , MnO ve  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  içerikleri ise oldukça düşük olup % 0.1'in altındadır. Örneklerin ateşte kayıp değerleri yüksek olup (Demirtaş ignimbiritleri hariç, % 0.3 - 0.4) % 1.1 ila 8.6 arasında değişmektedir.

Tablo5.1.İğnimbirit örneklerinin ana element kompozisyonları

Ör. No	DT01	DT02	BD01	OH01	OH02	NBT01	NBT02	NBT03	KV01	KV02	KV03	BT01	BT01	BT01	BT02	BT02	BT02	BT03	BT03	BT03
Lokasyon	DT	DT	BD	OH	OH	NBT	NBT	NBT	KV	KV	KV	BT	BT	BT	BT	BT	BT	BT	BT	BT
Bileşim	Trakit/ Trakds	Riyolit	Trakit/ Trakds	Dasit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Dasit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit
Ana Oksitler (%)																				
SiO <sub>2</sub>	67.00	73.93	68.13	68.97	75.04	83.82	79.8	77.54	66.81	69.66	73.09	79.08	78.94	78.54	76.86	76.85	76.32	78.05	77.93	78.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.97	13.31	14.23	13.51	11.39	10.38	13.34	14.94	14.12	14.01	13.62	13.46	13.64	13.88	14.23	14.25	14.16	13.65	13.57	13.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.89	2.26	4.02	1.46	1.04	0.87	0.47	0.37	1.34	2.08	1.79	0.61	0.7	0.55	1.58	1.56	1.59	1.21	1.26	1.05
MgO	1.11	0.40	0.47	0.93	0.13	0.02	0.11	0.08	1.20	0.72	0.34	0.12	0.11	0.12	0.21	0.22	0.22	0.08	0.08	0.08
CaO	2.60	1.52	2.35	1.29	1.41	0.05	0.05	0.08	1.56	1.42	1.31	0.09	0.08	0.09	0.13	0.12	0.54	0.09	0.10	0.09
Na <sub>2</sub> O	4.55	3.66	4.61	1.22	1.91	0.08	0.06	0.05	1.44	2.81	3.85	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07	0.07
K <sub>2</sub> O	3.37	4.08	3.90	3.61	3.86	0.1	0.24	0.15	3.66	4.73	4.28	0.4	0.38	0.38	0.54	0.5	0.59	0.33	0.32	0.31
TiO <sub>2</sub>	0.65	0.24	0.51	0.15	0.14	0.14	0.21	0.23	0.16	0.29	0.27	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15	0.05	0.12	0.02	0.01	0.03	0.04	0.12	0.04	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04
MnO	0.08	0.06	0.05	0.07	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	0.14	0.07	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	0.02	0.06	<0.01	<0.01	<0.01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
A.K.	0.4	0.3	1.4	8.6	4.9	4.4	5.6	6.3	9.3	3.9	1.1	5.8	5.8	6	5.9	6.1	6.1	6.2	6.3	5.9
Toplam	99.77	99.81	99.79	99.83	99.88	99.89	99.92	99.86	99.77	99.76	99.78	99.86	99.94	99.84	99.82	99.92	99.88	99.93	99.87	99.87
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	7.92	7.74	8.51	4.83	5.77	0.18	0.30	0.20	5.10	7.54	8.13	0.47	0.45	0.45	0.61	0.57	0.66	0.42	0.39	0.38

DT: Demirtaş; BD: Başdere; OH; Ortahisar; NBT; Nevbitaş; KV: Kavak; BT: Böltaş; A.K.: Ateş Kaybı; Trakds.: Trakidasit



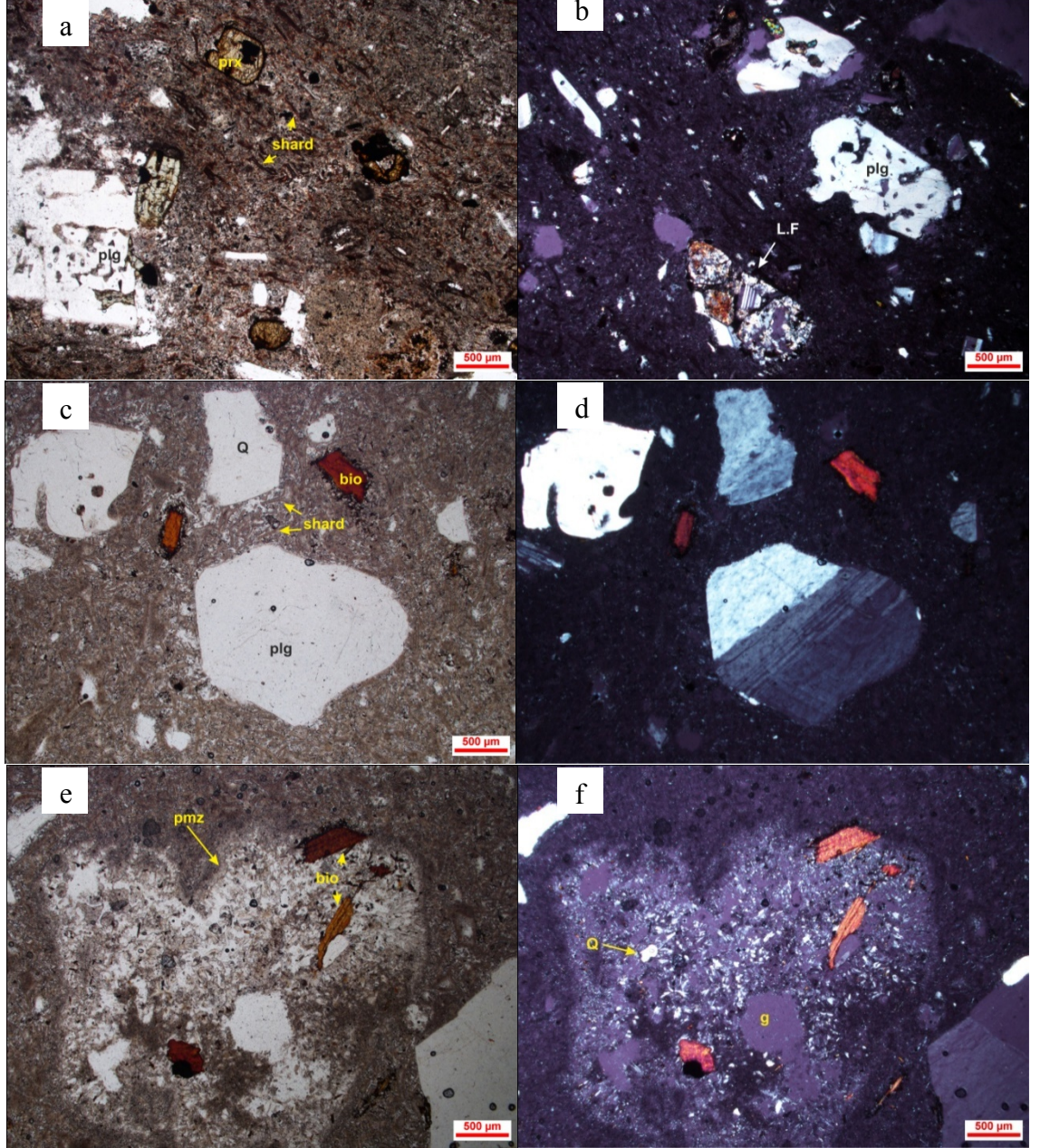
Şekil 5.1. Çalışma alanına ait ignimbirit örneklerin toplam alkali-silika [(%Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)-%SiO<sub>2</sub>] diyagramında sınıflaması [61]

## 5.2. İgnimbiritlerin Petrografik Özellikleri

Demirtaş, Başdere, Ortahisar, Kavak, Böltaş ve Nevbitaş lokasyonlarına ait farklı renk ve dokuya sahip ignimbirit örneklerinden hazırlanmış ince kesitlerde mineralojik ve petrografik analizler gerçekleştirilmiş ve ignimbiritlerin dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri belirlenmiştir. Bölgedeki ignimbiritler hipokristalin ve hipohyalin porfirik dokuya sahip olup hamur malzemesi olarak volkan camından oluşur. Örneklerde fenokristal olarak değişen oranlarda kuvars, plajiyoklaz, litik (kayaç) parçalar, biyotit, piroksen, opak ve pomza bileşenleri içermektedir. İgnimbritlerde ikincil ürün olarak kuvarsolit, iddingsitleşme, kloritleşme ve demir sıvamaları gelişmiş ve gaz boşlukları gözlenir. Bazı örneklerde ise tane yönelimleri net bir şekilde gözlenebilmektedir. Lokasyon bazında ignimbiritlerin mineralojik ve petrografik özellikleri aşağıda daha ayrıntılı olarak verilmiştir.

Demirtaş ignimbiritleri hipohyalin porfirik dokuyasahiptir (Şekil5.2). Hamur oranı kristal oranından fazladır. Hamur volkan camından oluşmakta olup tek nikolde sarımsı ve kahve renklerindedir. Özellikle volkan camı kıymıkları (volcanicglassshards) ince uzun ipliğimsi yapıdadır ve yönelimler sunar (Şekil 5.2a, c). Sıcak ve plastik özellikteki

volkan camı kıymıkları üzerlerine gelen litostatik basıncın etkisiyle sıkışarak düzlemsel hale gelirler ve yönelim kazanırlar [62].



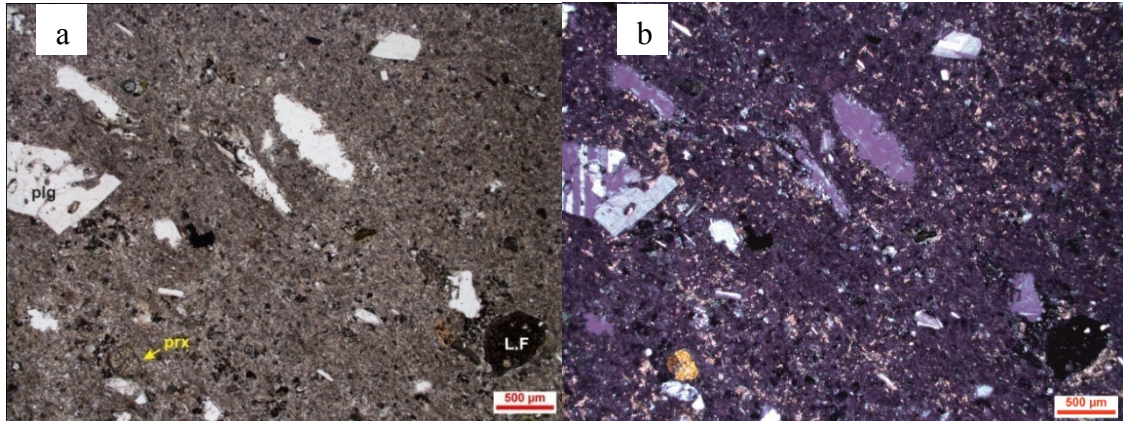
Şekil 5.2. Demirtaş ignimbiritlerinde; DT01 nolu örnekte volkan camı kıymıkları (a), litik parçalar (b), DT02 nolu örnekte plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve volkan camı kıymıkları (c, d) ve litik parçaların (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (bio; biyotit, Q; kuvars, L.F; litik parça, prx; piroksen, plg; plajiyoklaz, shard; volkan camı kıymıkları)

Demirtaş ignimbiritini oluşturan fenokristal bileşenler;kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve az oranda piroksen, opak mineral ve pomza ve litik parçalardır. Örneklerde yer yer gaz boşlukları gözlenir. DT01 nolu örnek kristal bileşenler yaklaşık %10 bollukta olup kuvars, plajiyoklaz, piroksen, biyotit ve litik parçalar içerir (Şekil 5.2a). DT02 nolu



örnekte ise kristal bolluğu yaklaşık %9 olup kuvars, plajiyoklaz ve pomza parçalarından oluşmaktadır (Şekil 5.2c, d, e, f). Demirtaş ignimbritlerinde kristaller volkanik cam kıymıkları tarafından sarılmış ve taneler yarı öz şekilli ve öz şekilli olarak gözlenir. Örneklerde kuvars ve plajiyoklaz mineralleri magma korozyonu, elek ve sünger dokuları gösterir (Şekil 5.2a, b,c, d). Plajiyoklazlar genellikle lata şeklinde olup polisitetikizlenmeler sunar. Küçük kristaller halinde gözlenen piroksen mineralleri sarımsı ve yeşilimsi renkte zayıf pleokroizma gösterirler. Muhtemel olarak ojit bileşimine sahip piroksenler çift yönlü dik dilinimlere sahiptir. Piroksenler içerisinde opak mineral kapanımları ve kenarlarında iddingsitleşmeler gözlenir (Şekil 5.2a). Biotitler kahve renginde ve tek yönlü dilinimleri ile karakteristiktir (Şekil 5.2c, d, e, f). Kenarları boyunca opaklaşmalar gözlenir. Litik parçalar, ignimbirit matriksi ile dokanakları keskin olup yuvarlak ve elips şeklindedir (Şekil 5.2b.). Hipokristalin dokuda gözlenen litik parçalar, kayaç bileşenleri ile birlikte plajiyoklaz ve biyotit mineralleri içerir. Pomza içerisinde biyotit kapanımları ve gaz boşlukları gözlenir (Şekil 5.2e, f). Matriks ile olan dokunaklarında kenarları boyunca siyahımsı kahve renkli kuşak bulunur. Pomza bileşenlerinde kuvarsolit ikincil ürün olarak gelişmiştir. Kuvarsolit, küçük kristal agregalar şeklinde ve I. nikolde renksiz II. nikolde açık sarı girişim renklerinde gözlenir.

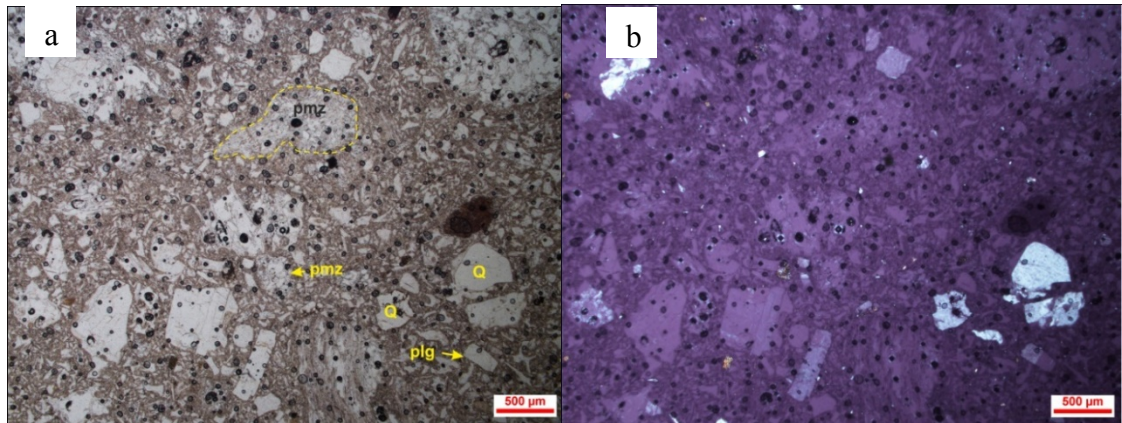
Başdere ignimbritleri hipohiyalin porfirik dokuyasahiptir (Şekil 5.3). Hamur oranı kristal oranından fazladır. Hamur volkan camından oluşmakta olup tek nikolde sarımsı ve kahve renklerindedir. Kristal bolluğu yaklaşık %5 olup plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve az oranda piroksen, litik ve pomza bileşenlerinden oluşmaktadır.



Şekil 5.3. Başdere ignimbritlerinde; BD01 nolu örneğin tek (a) ve çift (b) nikol mikroskop görüntüleri (L.F; litik parça, prx; piroksen, plg; plajiyoklaz)

Kristaller yarı öz şekilli ve öz şekilli taneler halindedir ve matriks ile olan dokanakları keskindir. Örnekte plajiyoklaz baskın olup plajiyoklazlar magma korozyonu ve elek dokuları gösterir (Şekil 5.3a, b). Piroksen mineralleri küçük kristaller halindedir ve sarımsı - yeşilimsi renkte zayıf pleokroizma gösterir. Piroksenlerin dilinimleri ve kenarları boyunca iddingsitleşmeler gelişmiştir. Biyotitler kahverenginde ve tek yönlü dilinimleri ile karakteristiktir. Litik parçalar, ignimbirit matriksi ile dokunakları keskin olup yuvarlak ve elips şeklindedir. Pomza bileşenler elips ve yuvarlak şekilde gözlenir. Volkanik camda hafif yönlenmeler sunar gaz boşlukları içerir.

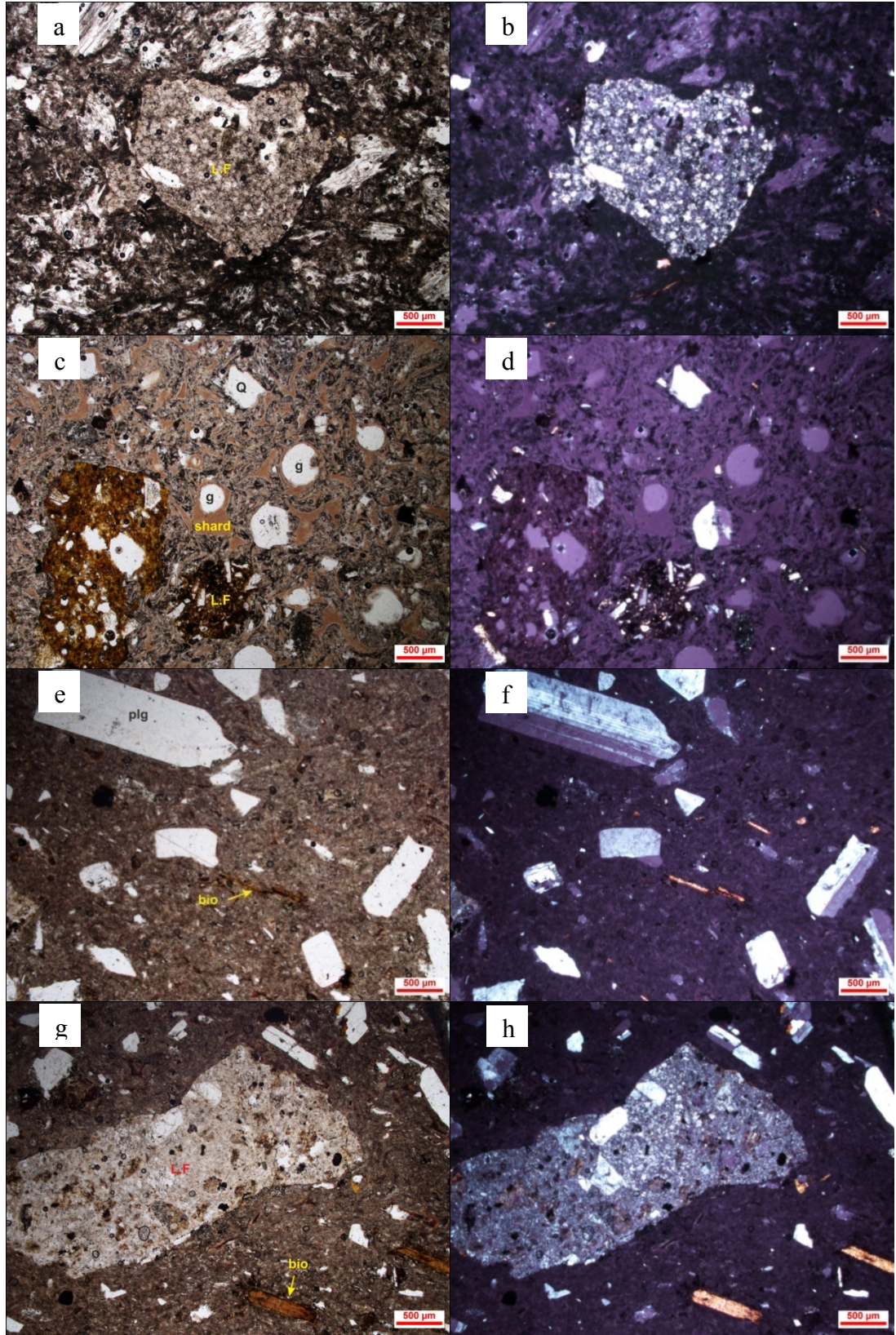
Ortahisar ignimbiritleri hipokristalin dokuyasahiptir (Şekil 5.4). Matriks kristal + tane oranından fazladır. Matriks ignimbiritten oluşmakta olup tek nikolde kirlilikahverengindedir. OH01 nolu örneğe ait ince kesit kalın olmasına rağmen gaz boşluklarının fazlalığı gözlenebilmektedir. OH02 nolu örnekte ise tane bileşeni (pomza + kristal) yaklaşık %40'dır. Pomza bileşenlerinin baskın olduğu örnekte ayrıca kuvars, plajiyoklaz kristalleri ve az oranda litik parçalar içerir. Pomza bileşenlerinin boyutları değişken ve dokunakları belirsiz geçişlidir (Şekil 5.4). Kristaller (kuvars ve plajiyoklaz) ise özşekilli ve yarı öz şekilli olarak gözlenir. Kristallerin dokanakları keskin ve kenarları köşelidir. Ortahisar ignimbiritleri ince kesitlerde kaynaklaşmamış olarak gözlenir.



Şekil 5.4. Ortahisar ignimbiritlerinde; OH02 nolu örneğin tek (a) ve çift (b) nikol mikroskop görüntüleri (pmz; pomza, plg; plajiyoklaz, Q; kuvars)

Kavak ignimbiritleri hipohiyalin porfirik dokuyasahiptir (Şekil 5.5). Matriks oranı kristal oranından fazladır. Hamur volkan camından oluşmakta olup tek nikolde sarımsı ve kahve renklerindedir. Kavak ignimbiritini oluşturan fenokristal bileşenler; kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve az oranda opak mineral ve litik parçalardır. KV01 nolu örnek kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve litik parçalardan oluşmaktadır (Şekil 5.5a, b). İnce kesit

kalın olmasına karşın bol boşluklu olduğu gözlenebilmektedir. KV02 nolu örnek kristal bileşen olarak kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve kayaç parçalarından oluşmakta (Şekil 5.5 c, d) ve bolluğu yaklaşık %13'dür. Litik parça oranı taneler içerisinde baskındır (~% 8). Kuvars mineralleri genellikle yuvarlak kısa küçük taneler halindedir. Plajiyoklazlar genellikle köşeli lita şeklindedir. Polisentetikizlenmeler yaygın gözlenir. Litik parçalar hipokristalin dokuda gözlenir.



Şekil 5.5. Kavak ıgnimbiritlerinde; KV01 nolu örneğin (a, b), KV02 nolu örneğin (c, d), KV03 nolu örneğin (e, f, g, h) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (bio; biyotit, g.; volkanik gaz boşlukları, L.F; litik parçalar, plg; plajiyoklaz, shard; volkan camı kıymıkları)

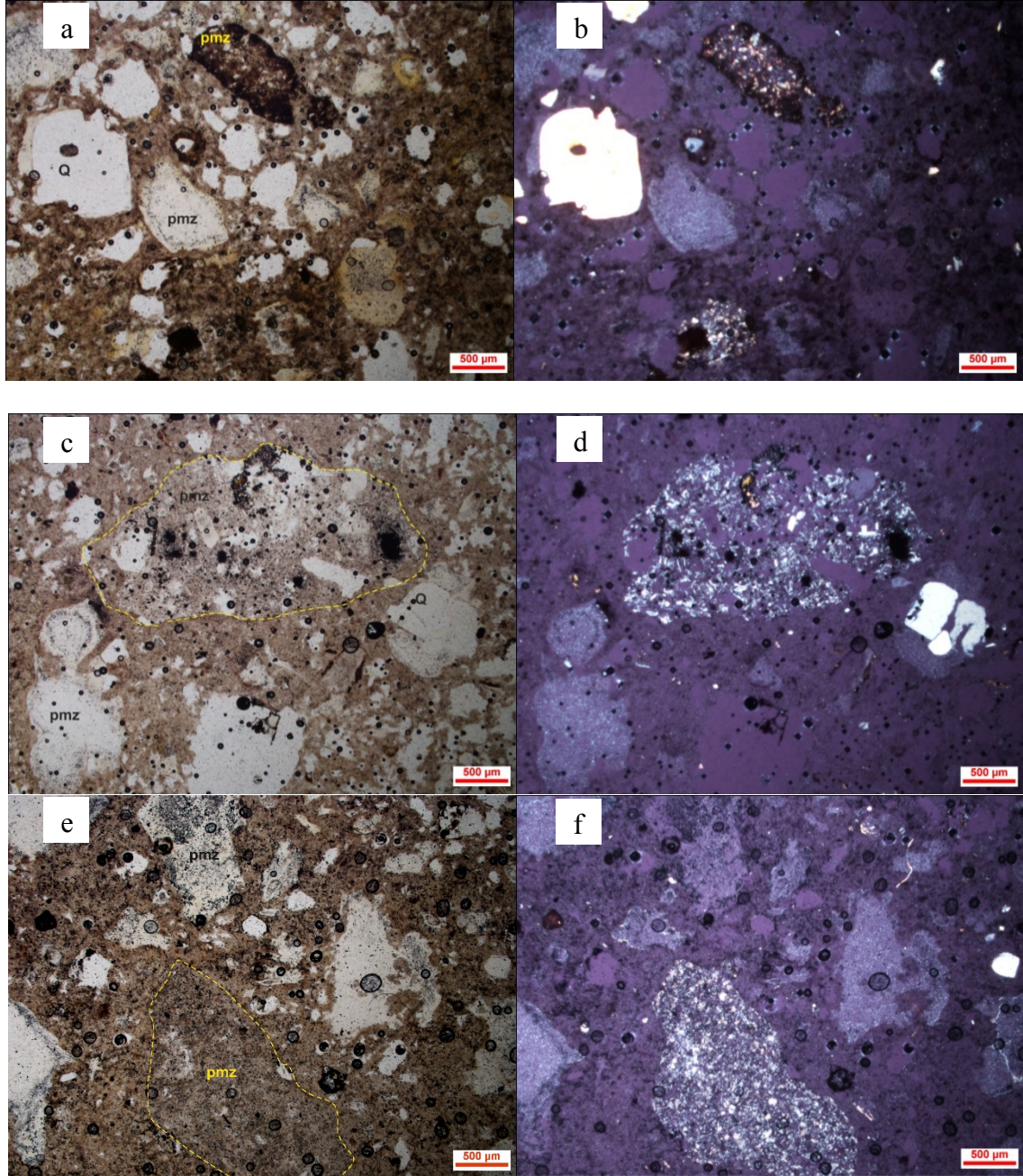
Volkanik cam kıymıkları (volcanic glass shard) genellikle iplik ve kurtçuklar şeklinde volkanik gaz boşluklarını sarmıştır (Şekil 5.5c, d). Gaz boşlukları oldukça düzgün yuvarlak şekildedir. KV03 nolu örnek plajiyoklaz, biyotit ve az oranda kuvars fenokristal ve litik parçalardan oluşur. Volkan camı taneleri sararak kristallere yönelme kazandırmıştır (Şekil 5.5e, f). Fenokristal ve litik parçalar ile hamur arasındaki dokanaklar keskindir. Plajiyoklazlar öz şekilli ve lata şeklindedir. Polisentetikizlenmelerin yaygın gözleendiği minerallerde volkan camı kıymıklarına paralel yönelmeler sunduğu net şekilde gözlenebilmektedir. Biyotit mineralleri kahve renklerde gözlenmekte ve yönelmeye paralel olarak dizilmişleridir. Kuvars mineralleri küçük yuvarlak taneler halindedir. Az bollukta gözlenen litik parçalar hipohiyalin porfirik dokudadır (Şekil 5.5g, h).

Böлтаş ignimbiritleri alt, orta ve üst seviyelerden örneklemeler yapılmıştır. Örneklerin tamamı hipohiyalin porfirik dokuyasahiptir (Şekil 5.6). Hamur oranı kristal + pomza tane oranından fazladır. Hamur volkan camından oluşmakta olup tek nikolde sarımsı ve kahve renklerindedir. Böлтаş ignimbiritlerinde alt, orta ve üst seviyelere ait örneklerde tane + kristal oranı yaklaşık %40'dır. Örnekler baskın pomza bileşenlerinden oluşmakta az oranda kuvars, biyotit ve opak mineraller içermektedir. İgnimbrit örnekleri ince kesitlerde genellikle kaynaşmamış ve bol boşluklu olarak gözlenmektedir.

Pomza bileşenler yuvarlaklaşmış ve elips şekilde gözlenir. Pomza tanelerinin boyutları değişken ve matriks ile olan dokanakları geçişli ve belirsizdir (Şekil 5.6). Örneklerde yer yer ikincil kuvars (kuvarsolit) oluşumları gözlenir. Alt seviye örneklerinde pomza bileşenlerinde demir sıvamaları ve opak mineral kapanımları yaygın gözlenir (Şekil 5.6a, b). Az oranda gözlenen fenokristaller (kuvars, biyotit, opak mineraller) yarı özşekilli - özşekilsiz olarak gözlenir ve matriks ile olan dokanakları keskindir. Alt ve orta seviye örneklerinde biyotit minerallerinde opak mineral kapanımları ve demir sıvamaları yaygın gözlenir.

Nevbitaş ignimbiritlerinde alt, orta ve üst seviyelerden örneklemeler yapılmıştır. Örneklerin tamamı hipokristalin porfirik dokuyasahiptir (Şekil 5.7). Hamur oranı kristal + pomza tane oranından fazladır. Hamur volkan camından oluşmakta olup tek nikolde sarımsı ve kahve renklerindedir. Nevbitaş ignimbiritlerinde üst ve orta seviyelere ait örneklerde tane + kristal bolluğu yaklaşık %30 olup alt seviyelerde yaklaşık %25'dir. Örnekler baskın pomza bileşenlerinden oluşmaktadır. Üst ve orta seviyelere ait örnekler

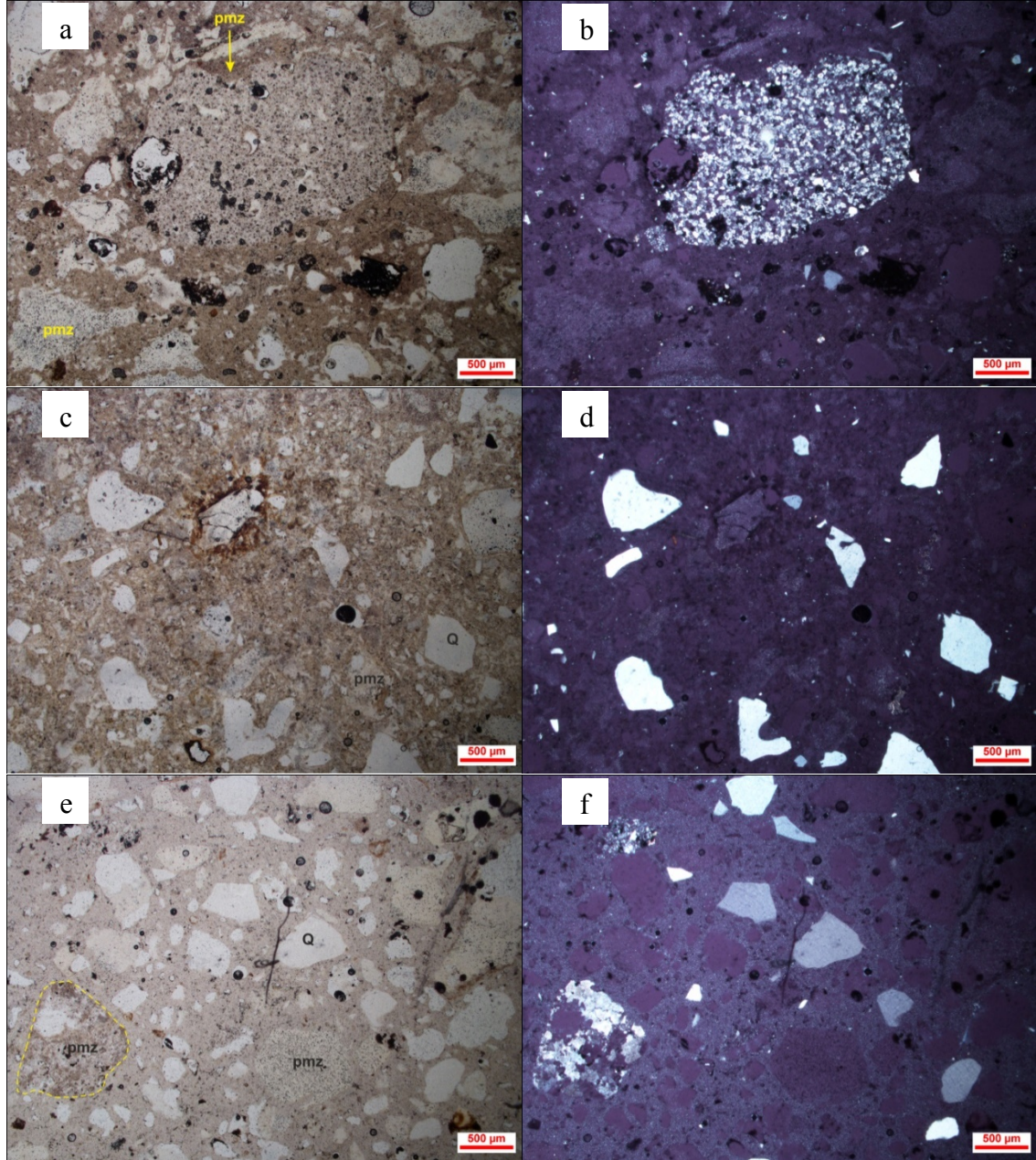
yaklaşık %5 bollukta kuvars ve daha az bolluklarda litik parçalar içerir. Alt seviyelere ait örneklerde ise kuvars bolluğuyaklaşık %2'dir. Nevbitaş ocağı ignimbirit örnekleri ince kesitlerde genellikle kaynaşmamış ve bol



Şekil 5. 6. Böltaş ignimbiritlerinde; alt seviyeye ait BT03nolu örneğin (a, b), orta seviyeye ait BT02 nolu örneğin (c, d), üst seviyeye ait BT01nolu örneğin (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (pmz; pomza, Q; kuvars)

boşluklu olarak gözlenir. Pomza bileşenlerin kenarları yuvarlaklaşmış şekildedir. Boyutları değişken olup matriks ile olan dokanakları geçişli ve belirsizdir (Şekil 5.7). Pomza bileşenleri üzerinde kuvarsolit oluşumları yaygın gözlenir (Şekil 5.7a, b, e, f).

Az bollukta bulunan kuvars kristalleri yarı öz şekilli - özşekilsiz ve köşelidir. Matriks ile olan dokanakları keskindir. Ayrıca, Nevbitaş örneklerinde az bollukta opak mineral ve pomza bileşenlerinde demir sıvamaları gözlenir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Nevbitaş ignimbritlerinde; alt seviyeye ait NBT03 nolu örneğin (a, b), orta seviyeye ait NBT02 nolu örneğin (c, d), üst seviyeye ait NBT01 nolu örneğin (e, f) tek ve çift nikol mikroskop görüntüleri (pmz; pomza, Q; kuvars)

### 5.3. İgnimbiritlerin Fiziksel Özellikleri

Kayaçların fizikomekanik özelliklerinin belirlenmesi, gerek mekanik özelliklerini kontrol etmesi, gerekse de yapı malzemesi olarak kullanım tercihinin belirlenmesi

yönünden uygulamada büyük bir öneme sahiptir. Çalışma alanından derlenen blok örneklerden alınan karot örnekleri üzerinde fiziksel özelliklerinin belirlenmesi yönelik, gözlemsel olarak renk tayini, kuru birim ağırlık, görünür porozite, P-dalga hızı, ağırlıkça ve hacimce su emme deneyleri ISRM (1981)'de önerilen yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 5.2'de verilmektedir.

Tablo 5.2'den de görüldüğü üzere dokuz farklı lokasyondan alınan toplam 14 numene üzerinde deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Buna göre; çok farklı renklere sahip olan ignimbiritlerin ağırlıklı olarak açık renklerde (Beyaz-Krem, Sarımsı Beyaz) olduğu görülmektedir. Bunlardan sadece Kavak bölgesinden alınan örneklerin koyu renklerde olduğu görülmüştür. Özellikle KV02 nolu örnek koyu gri-siyaha yakın bir renge sahip olduğu görülmüştür. Kuru birim ağırlık değerleri en düşük olarak  $11.43 \text{ kN/m}^3$  ile OH01 numunesinde, en yüksek ise  $18.20 \text{ kN/m}^3$  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. P-dalga hızı ise en düşük olarak  $1237.28 \text{ m/s}$  ile OH01, en yüksek ise  $3158.73 \text{ m/s}$  ile KV03 numunesinde karşımıza çıkmaktadır. Ağırlıkça ve hacimce su emme değerleri sırasıyla en düşük olarak % 8.84 ve % 16.64 ile NBT01 örneğinde, en yüksek ise % 28.03 ile KV01 ve % 35.43 ile BD01 örneklerinde belirlenmiştir.



Tablo 5.2. Numunelerin fiziksel özellikleri (Ortalama değerler)

Örnek No	Lokasyon	Renk	Kuru Birim Ağırlık ( $\text{kNm}^{-3}$ )	Görünür Porozite (%)	P-dalga hızı ( $\text{ms}^{-1}$ )	Ağırlıkça Su Emme (%)	Hacimce Su Emme (%)	Schmidt Sertliği Ortalaması N Tipi
BD01	Başdere	Gri-Bej	14.44	35.12	1864.69	24.11	35.43	35,90
DT01	Demirtaş	Pembemsi Kırmızı	16.20	31.49	1764.90	18.68	30.69	35,00
DT02		Beyaz-Krem	13.79	33.33	1358.74	23.98	33.52	26,90
OH01	Ortahisar	Beyaz-Krem	11.43	31.32	1237.28	26.27	29.81	18,50
OH02		Sarımsı Beyaz	15.98	18.28	2789.28	11.52	18.60	40,00
BT01	Böлтаş	Beyaz-Krem	14.70	26.50	2149.11	17.76	26.38	22,50
BT02		Kırmızimsı	15.17	23.67	2206.66	15.05	23.22	21,80
BT03		Sarımsı Beyaz	14.08	18.59	1903.96	18.44	27.52	21,50
NBT01	Nevbitaş	Sarımsı Beyaz	18.68	17.18	2689.76	8.84	16.64	22,60
NBT02		Grimsi Beyaz	17.26	18.40	1902.93	10.39	18.13	23,80
NBT03		Açık Beyaz	16.13	26.59	1949.41	16.18	16.09	14,50
KV01	Kavak	Koyu Kırmızı	11.76	35.14	1510.87	28.03	32.16	---
KV02		Koyu Gri-Siyah	15.13	27.01	2006.10	17.20	26.11	---
KV03		Açık Kahverengi	18.20	20.23	3158.73	10.78	19.93	---

#### 5.4. İgnimbiritlerin Jeomekanik Özellikleri

Kayaçların yapı malzemesi olarak tercih edilmesinde fiziksel özelliklerin yanı sıra mekanik özellikleride büyük önem arz etmektedir. Numunelerin mekanik özellikleri belirlenmesinde ISRM (1981)'de önerilen yöntemler esas alınarak kuru ve doygun durumdaki örneklerin tek eksenli sıkışma dayanımları belirlenmiştir. Deney sonuçları Tablo 5.3'de verilmektedir.

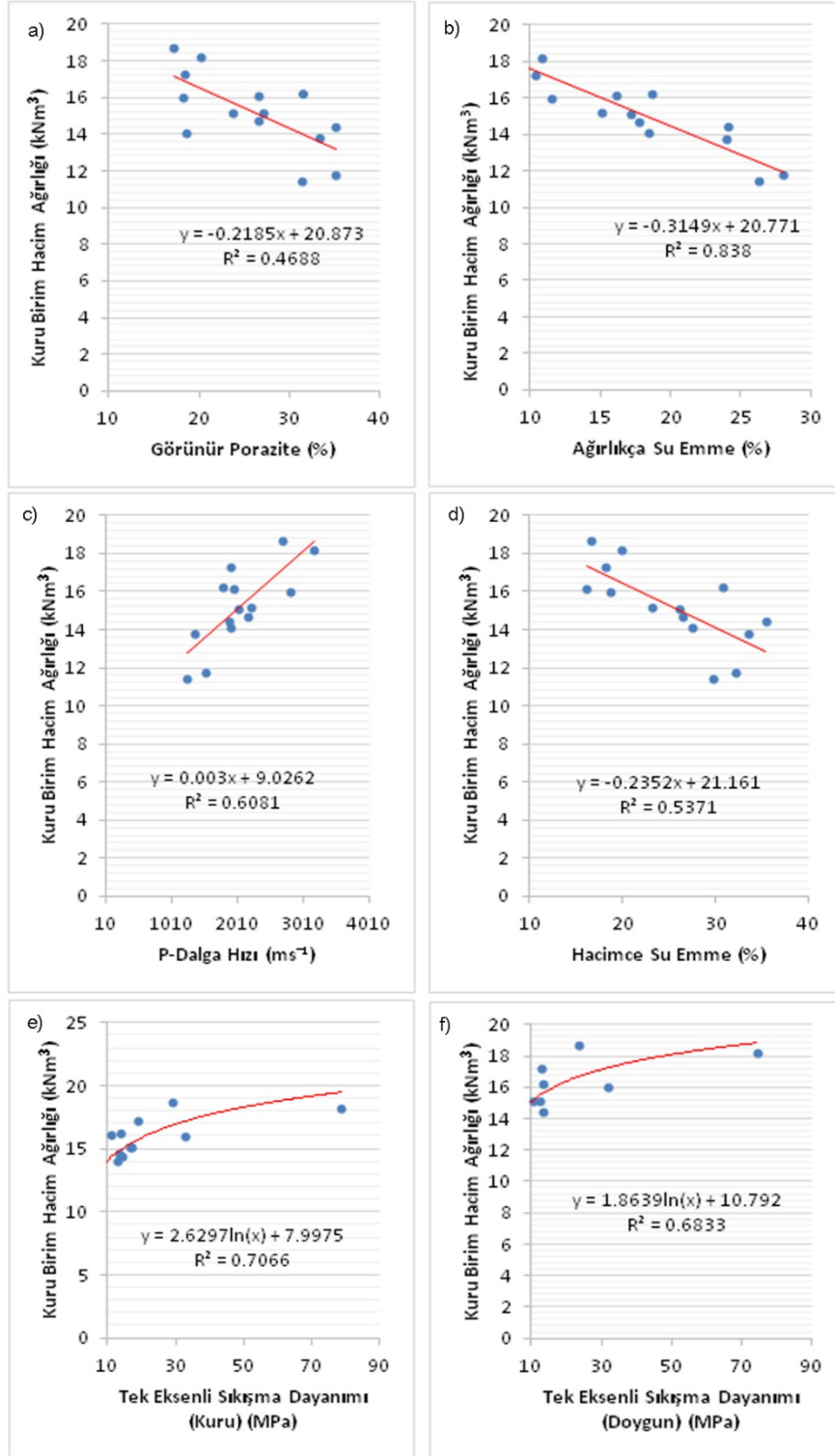
Tablo 5.3. Numunelerin mekanik özellikleri (Ortalama değerler)

Örnek No	Lokasyon	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Kuru) (MPa)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Doygun) (MPa)	Değişim Değeri (Azalma) (%)
BD01	Başdere	14.41	13.25	8
DT01	Demirtaş	13.92	13.49	5
DT02		8.76	6.33	28
OH01	Ortahisar	5.91	2.86	52
OH02		32.56	31.74	3
BT01	Böлтаş	13.36	9.54	29
BT02		16.96	12.26	28
BT03		12.79	9.27	28
NBT01	Nevbitaş	28.99	23.36	19
NBT02		18.91	12.85	32
NBT03		11.13	5.38	52
KV01	Kavak	6.17	1.80	71
KV02		16.40	10.76	34
KV03		78.65	74.29	5

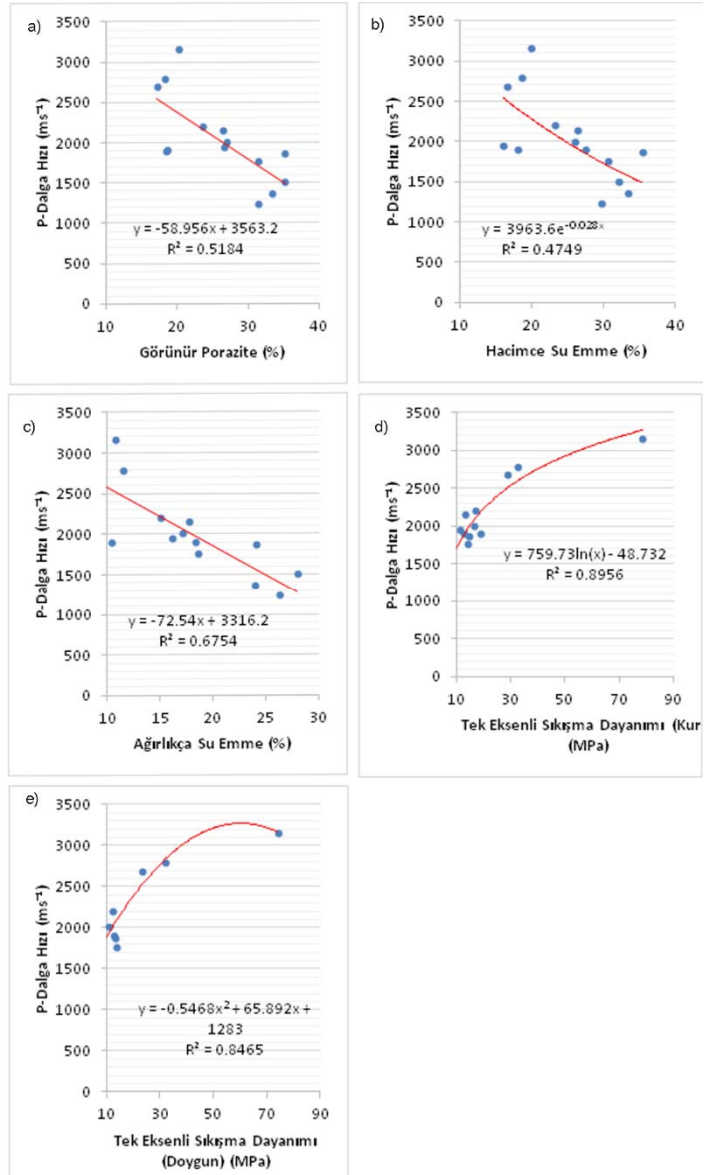
Tablo5.3'den de görüldüğü üzere numunelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kuru ve doygun durumdaki karot örnekleri kullanılmıştır. Her bir lokasyondan 3 adet karot numune üzerinde deney tekrarlanmıştır. Burada elde edilen sonuçların ortalaması verilmektedir. Kuru durumdaki numunelerin en düşük tek eksenli sıkışma dayanımı 5.91 MPa ile OH01 numunesinde elde edilirken, en yüksek 78.65 MPa ile KV03 numunesinde elde edilmiştir. Doygun durumdaki numunelerin en düşük tek eksenli sıkışma dayanımı 1.80 MPa ile OH01 numunesinde, en yüksek ise 74.29 MPa ile KV03 numunesinde elde edilmiştir.

#### 5.5. İgnimbiritlerin Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması

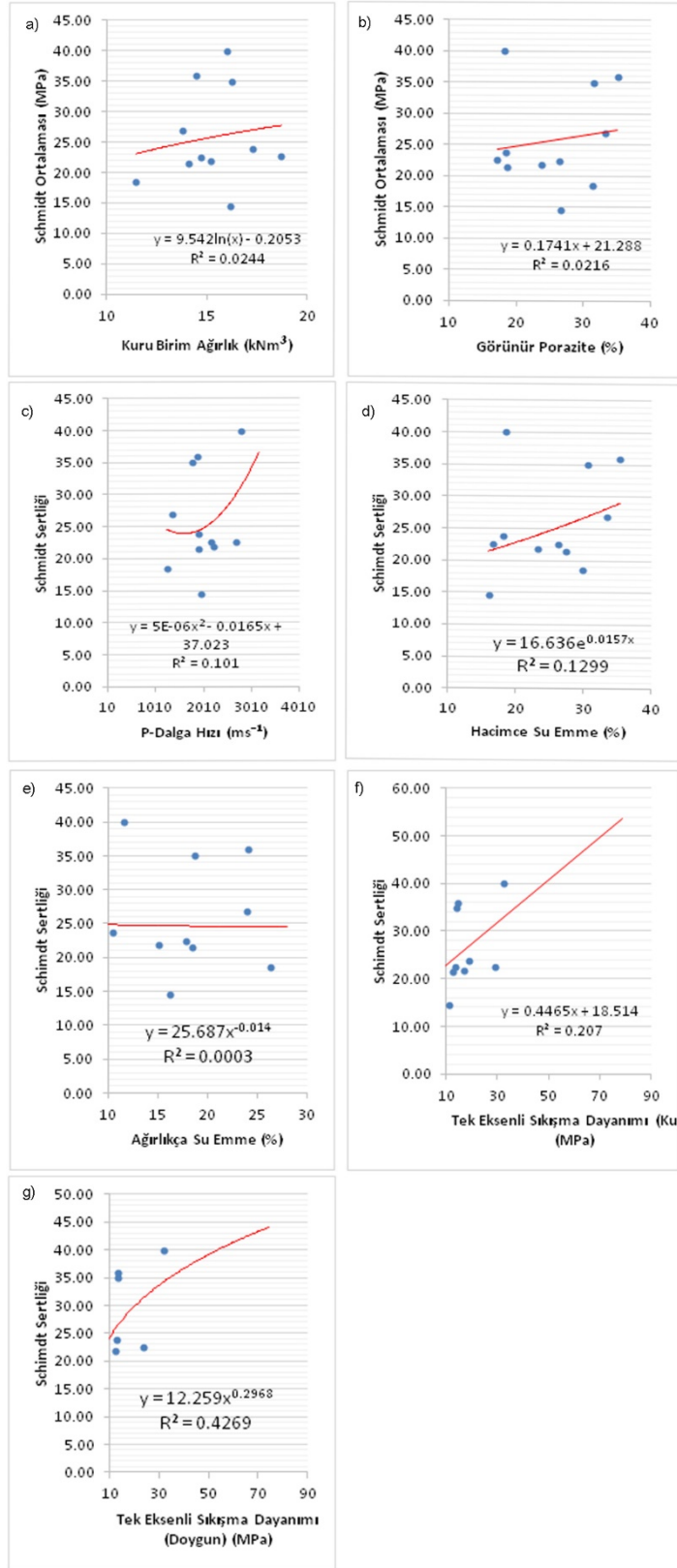
İncelenen örneklerin fizikomekanik özellikleri Şekil 5.8, 5.9 ve 5.10'da karşılaştırılarak karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen belirleme katsayıları ise korelasyon matrisi şeklinde Tablo 5.4'de verilmiştir.



ŞEKİL 3.6. İNŞAATILAN KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI İLE BAĞLI FİZİKSEL KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil 5.9. Numunelerin P-Dalga Hızı ( $\text{ms}^{-1}$ ) ile bazı fiziko-mekanik özelliklerinin karşılaştırılması



Şekil 5.10. Numunelerin Schmidt sertlik değeri ile bazı fiziko-mekanik özelliklerinin karşılaştırılması

Tablo 5.4.İncelenen örneklere ait ilişkilerin belirleme katsayı (R<sup>2</sup>)korelasyon matrisi

	Kuru Birim Ağırlık (kNm <sup>-3</sup> )	Görünür Porozite (%)	P-dalga hızı (ms-1)	Ağırlıkça Su Emme (%)	Hacimce Su Emme (%)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Kuru) (MPa)	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Doygun) (MPa)	Schmidt Değeri N
Kuru Birim Ağırlık (kNm <sup>-3</sup> )	1							
Görünür Porozite (%)	0,47 <sup>1</sup>	1						
P-dalga hızı (ms-1)	0,61 <sup>1</sup>	0,52 <sup>1</sup>	1					
Ağırlıkça Su Emme (%)	0,84 <sup>1</sup>	0,81 <sup>4</sup>	0,68 <sup>1</sup>	1				
Hacimce Su Emme (%)	0,54 <sup>1</sup>	0,74 <sup>4</sup>	0,47 <sup>2</sup>	0,78 <sup>4</sup>	1			
Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Kuru) (MPa)	0,71 <sup>2</sup>	0,48 <sup>3</sup>	0,90 <sup>2</sup>	0,69 <sup>5</sup>	0,37 <sup>3</sup>	1		
Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (Doygun) (MPa)	0,68 <sup>2</sup>	0,41 <sup>3</sup>	0,87 <sup>4</sup>	0,63 <sup>3</sup>	0,24 <sup>3</sup>	0,99 <sup>1</sup>	1	
Schmidt Değeri N	0,02 <sup>2</sup>	0,02 <sup>1</sup>	0,10 <sup>4</sup>	0,01 <sup>4</sup>	0,13 <sup>3</sup>	0,21 <sup>1</sup>	0,43 <sup>5</sup>	1

<sup>1</sup>-Doğrusal

<sup>2</sup>-Logaritmik

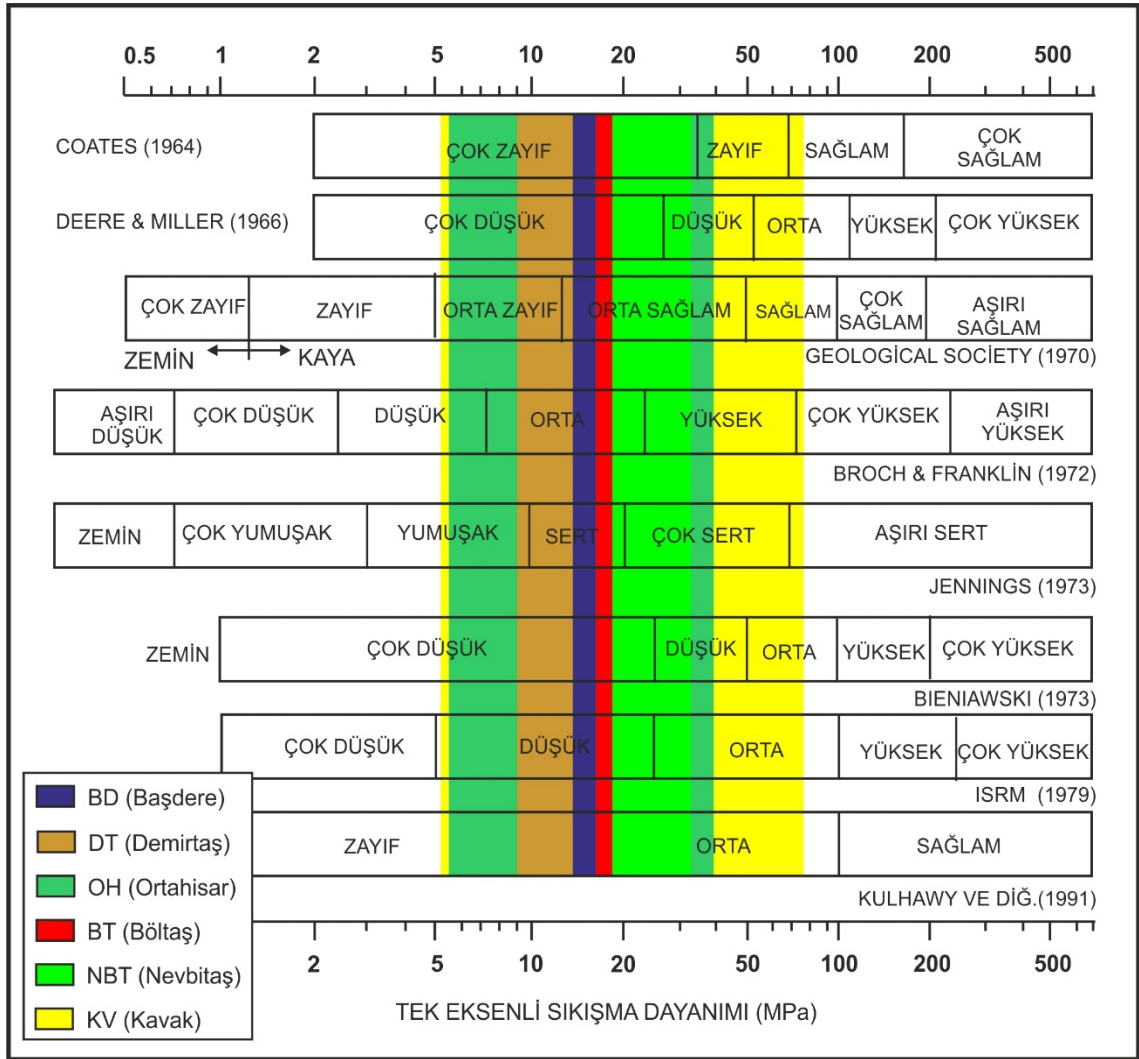
<sup>3</sup>-Üstel

<sup>4</sup>-Polinom

<sup>5</sup>-Üs

Şekil 5.8'de de görüldüğü üzere örneklerin kuru birim ağırlığı ile ağırlıkça su emme değeri ile anlamlı bir ilişki gözlenirken, tek eksenli sıkışma dayanımı arasında kabul edilebilir bir ilişki gözlenmemektedir. Şekil 5.9'da da görüldüğü üzere örneklerin P-dalga hızı ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasında kuvvetli bir ilişki gözlenirken, ağırlıkça su emme değeri ile kabul edilebilir bir

ilişki gözlenmekte, diğer değişkenler arasında bir ilişki gözlenmemektedir. Şekil 5.10’da yer alan grafikler incelediğinde ignimbiritlerin fiziko-mekanik değerlerinin Schmidt çekici değeri ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığını belirleme ( $R^2$ ) katsayılarından görmekteyiz. Schmidt yöntemi ile ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik değerleri hakkında bir varsayımda bulunmanın doğru olmayacağı kanaatine varılmıştır. Örneklerin fiziko-mekanik özelliklerinin karşılaştırılması sonucunda elde edilen belirleme katsayılarının toplu olarak verildiği tablo 5.4’de de bu durum açıkça görülmektedir. Çalışma alanında bulunan ignimbiritlerin farklı araştırmacılar tarafından önerilen dayanımsınıflandırmasına göre yerleri ise Şekil 5.11’de verilmektedir.



Şekil 5.11. Çalışma alanında bulunan ignimbiritlerin farklı dayanım sınıflandırmalarındaki konumu [63]

Şekil 5.11 incelediğinde Deere ve Miller (1966)'e göre OH olarak adlandırılan Ortahisar Lokasyonundan,DT olarak adlandırılan Demirtaş Lokasyonundan ve BT olarak adlandırılan Bôltaş ile BD olarak adlandırılan Başdere Lokasyonlarından alınan İgnimbirit numunelerin dayanımının çok düşük seviyelerde olduğu, NBT olarak adlandırılan Nevbitaş Lokasyonundan alınan numunelerin dayanımının çok düşük-düşük seviyelerinde yer aldığı, KV olarak adlandırılan Kavak Lokasyonundan alınan İgnimbirit numunelerin dayanımının ise çok düşük-orta seviyelerinde olduğu görülmektedir.

İgnimbirit numuneleri Deereand Miller (1966) Birleştirilmiş Mühendislik Sınıflaması ile hazırlanan Tablo 5.5'de yer alantek eksenli basınç dayanımı değerine göre sınıflandırıldığında, NBT01 ve OH2 olarak adlandırılan numune az mukavemetli grubunda, KV03 olarak adlandırılan numune Orta mukavemetli grupta olup diğer numuneler çok az mukavemetli kayaç grubuna girmektedir.

Tablo 5.5.Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması [63]

Tanım	Tek eksenli basınç dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )
Çok fazla mukavemetli	>2000
Çok mukavemetli	2000-1000
Orta mukavemeti	1000-500
Az mukavemetli	500-250
Çok az mukavemetli	<250

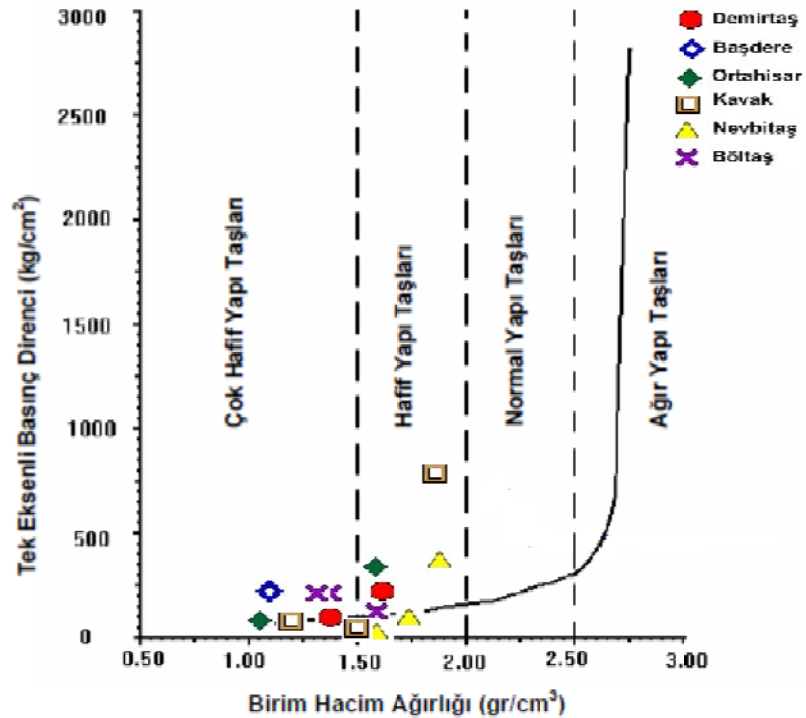
İgnimbirit numuneleri birim hacim ağırlığı ve en düşük tek eksenli basınç dayanımına göre Tablo 5.6'da yer alan verilere doğrultusunda değerlendirildiğinde, numunelerin birim hacim ağırlıklarının 1,5-2,00 gr/cm<sup>3</sup>aralığında değiştiği ve en düşük tek eksenli basınç dayanımının 60,27 kgf/cm<sup>3</sup> olduğundan hafif yapı taşı sınıfında yer aldığı ve taban döşemesinde kullanılamaz olduğu görülmektedir. Numuneler kendi içerisinde değerlendirildiğinde KV olarak adlandırılan Kavak Lokasyonundan alınan KV03 numunesinin hafif yapı taşı sınıfında yer aldığı ancak taban döşemesinde ve dış cephe kaplamasında kullanılabilir olduğu görülmektedir. Şekil 5.12 incelendiğinde İgnimbirit numunelerinin doğal yapı taşı olarak çok hafif yapı taşı ve hafif yapı taşı aralığında yer



aldığı gözlenmektedir. Tablo 5.7’de ise ignimbiritlerin doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken fiziksel ve mekanik özelliklerinin sınır değerleri verilmektedir.

Tablo 5.6.Erdoğan (1991) tarafından TSE 2513’de yapılması önerilen yapı taşısının sınıflaması[64]

Yapı Taşı Sınıfı	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	En düşük Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Standartta Eklenmesi Gereken Yeni İlke
Çok Hafif	<1.50	50	Sıva tutma yeteneği araştırılmalı
Hafif	1.50-2.00	250	Taban döşemesinde kullanılmaz
Normal	2.00-2.50	400	Taban döşemesinde kullanılmaz. İç cephe kaplamasına uygun
Ağır Yapı Taşı	>2.50	>400	Taban döşemesinde ve Dış cephe kaplamasında kullanılabilir



Şekil 5.12. İncelenen ignimbirit numunelerinin Erdoğan (1991) tarafından önerilen doğal yapı taşları sınıflandırmasındaki yeri [64]

Tablo 5.7.İncelenen ignimbiritlerindoğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan andezit sınır değerleri (TS 10835)

Fiziksel Özellikler	Sınır Değer	BD01		DT01		DT02		OH01		OH2		BT01		BT02		BT03		NBT01	
Ağırlıkça Su Emme (Kaynar Suda)(%)	<0.70	24.11	X	18.68	X	23.98	X	26.27	X	11.52	X	17.76	X	15.05	X	18.44	X	8.84	X
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	>2.55	1.14	X	1.62	X	1.379	X	1.143	X	1.60	X	1.47	X	1.52	X	1.41	X	1.87	X
Mekanik Özellikler	Sınır Değer	BD01		DT01		DT02		OH01		OH2		BT01		BT02		BT03		NBT01	
Tek Eksenli Basınç Direnci (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Döşeme)	>1019	146.94	X	141.95	X	89.33	X	60.27	X	332.02	X	136.23	X	172.94	X	130.42	X	295.62	X
Tek Eksenli Basınç Direnci (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Kaplama)	>611	146.94	X	141.95	X	89.33	X	60.27	X	332.02	X	136.23	X	172.94	X	130.42	X	295.62	X

X=Uygun Değil ✓=Uygun

Tablo 5.7 Devam

Fiziksel Özellikler	Sınır Değer	NBT02		NBT03		KV01		KV02		KV03									
Ağırlıkça Su Emme (Kaynar Suda)(%)	<0.70	10.39	X	16.18	X	28.03	X	17.20	X	10.78	X								
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	>2.55	1.73	X	1.61	X	1.18	X	1.51	X	1.82	X								
<b>Mekanik Özellikler</b>	<b>Sınır Değer</b>																		
Tek Eksenli Basınç Direnci (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Döşeme)	>1019	192.83	X	113.49	X	62.92	X	167.23	X	802.01	X								
Tek Eksenli Basınç Direnci (Kg/cm <sup>2</sup> ) (Kaplama)	>611	192.83	X	113.49	X	62.92	X	167.23	X	802.01	✓								

X=Uygun Değil ✓=Uygun

Türk Standartları tarafından yapılan kayaçların doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olması gereken fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan sınır değerlerinin tespitinde, ignimbiritlerin üzerinde doğrudan bir çalışma yapılmadığı için ignimbirit numunelerinin sınır değerlerinin tespitinde kullanmak üzere Şekil 5.1’de yer alan Alkali-silika  $[(\%Na_2O+K_2O)-\%SiO_2]$  diyagramı sınıflamasına göre en yakın kayaç olarak andezit kabul edilerek, Türk Standartları tarafından hazırlanan Tablo 5.7’deki değerlere göre ignimbirit numuneleri değerlendirilmesi yapılmıştır. Tablo 5.7’de yer alan fiziksel ve mekanik değerlerden eğilme ve aşınma direnci deneyleri üniversitemiz laboratuvarlarında deney gereçleri olmadığı için ignimbirit numuneleri üzerinde yapılamadığından sadece birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme ve tek eksenli basınç dayanımı verileri sonuçlarına göre değerlendirme yapılmıştır.

## 6. BÖLÜM

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında dokuz farklı lokasyona ait on dört numune üzerinde mineralojik, jeokimyasal ve fizikomekanik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yürütülmüştür. İgnimbirit örnekleri genel olarak iyi kaynaşmamış olarak karşımıza çıkmaktadır. 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  $11.43-18.20 \text{ kN/m}^3$ , görünür porozite değerleri % 17.18-35.14, P-dalga hızı 1238.28-3158.73 m/s, ağırlıkça su emme % 8.84-28.03, hacimce su emme % 16.09-35.43, tek eksenli sıkışma dayanımı kuru koşullarda 5.91-78.65 MPa ve tek eksenli sıkışma dayanımı doymun koşullarda 1.80-74.29 MPa aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre ignimbirit örneklerinin petrografik, jeokimyasal bileşimi ve fiziksel özelliklerine göre jeomekanik özelliklerine etkileri belirlenmiştir. 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 karşılaştırmalı 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. Diğer değişkenler arasında kayda değer bir ilişkiye rastlanmamıştır.

İgnimbirit örneklerinin kuru birim hacim ağırlıkları ise kuvars+pomza parçaları, gaz boşlukları, matriks/tane oranı, volkan cam kıymıkları içermesi, tane yönelimi gibi özelliklere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.  $\text{SiO}_2$  değerleri düşük ve ateş kaybı değerleri yüksek olan numunelerin de tek eksenli sıkışma dayanımlarının düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tarihi zamanlardan beri yaygın bir şekilde yapı taşı olarak kullanılan ignimbiritlerin, Nevşehir yöresi için önemli gelir kaynaklarından birisidir. Yapılan incelemelerde yörede düşük katlı binalarda (2-3 katlı) oldukça başarılı bir şekilde kullanıldığı gözlenmiştir. Ancak su ile temas eden bölgelerde kullanılan veya yoğun yağış alan bir konumda bulunan ignimbiritlerin yapısının bozulduğu ve görsel güzelliğini kaybettiğini gözlenmiştir. Özellikle yığma binalarda kullanılan ignimbiritlerin, ayrıntılı Jeomekanik özellikleri ortaya konulmamışsa, tercihen su basman seviyesi üzerinde dış kaplama malzemesi olarak kullanılması önerilmelidir.

Bunun yanında dekoratif amaçlı olarak şömine, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, kemer, sütun gibi amaçlarda da kullanılması teşvik edilmelidir. Kullanım amacına ve çıkartıldıkları ocağa göre ignimbirit örnekleri ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmeli ve kullanılan yeri ona göre tercih edilmelidir. Özellikle su emme potansiyeli yüksek olan numunelerin doğrudan suyla temasının olacağı alanlarda kullanılmamalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Korkanç, M., “İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı.” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 31 (1),49-60, 2007.
2. İnternet: Nevşehir Valiliği “İlimiz Rehberi” <http://www.nevsehir.gov.tr/ilimiz-rehberi>.
3. Beekman, P.H., “ThePlioceneandQuaternaryvolcanism in theHasandağ-Melendizdağregion”, *MTA Bull.*, 66, 99-106, 1966.
4. Pasquare, G., “Outlines of the Neogene and Quaternary volcanism of Asia Minor”, *Accad. Naz. Dei Linc.*, 40, 1077-1085, 1966.
5. Pasquare, G.,” Geology of Cenozoic volcanic area of Central Anatolia. Memorie: Roma”, *Accademia Nazionale Dei Lincei*, s. 55-204, 1968.
6. Batum, İ.,” NevşehirgüneybatısındakiGüllüdağveAcıgölyöresivolkanitlerininjeolojisivepetrografisi”, *Yerbilimleri*, 4 (1-2), 50-69, 1978a.
7. Batum, İ., “NevşehirgüneybatısındakiGüllüdağveAcıgölyöresivolkanitlerininjeokimyasivepetrolojisi”, *Yerbilimleri*, 4 (1-2), 70-88, 1978b.
8. Innocenti, F., Mazzuoli, G., Pasquare, F., Radicati Di Brozolo, F. and Villari, L., “The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia; geochronological data on Kayseri-Niğde area”, *Geol. Mag.*, 112 (4), 349-360, 1975.
9. Besang, C., Eckhardt, F, J., Harre,W., Kreuzer, H. and Müller, P. , “RadiometricheAltersbestimmungen an NeogenenEruptivgesteinen der Türkei.” *Geol. Jb. B*, 25, 3-36, 1977.
10. Ercan, T., “OrtaAnadolu'daki Senozoyik volkanizması”, *MTA Dergisi*, 107, 119-1401986.
11. Pasquare, G., Poli, S.,Vezzoli, L. and Zanchi, A., “Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia”, *Turkey. Tectonophysics*, 146, 217–230, 1988.
12. Ercan, T., Tokel, S., Can, B., Fişekçi, A., Fujitani, T., Notsu, K., Selvi,Y., Ölmez, M., Matsuda, J. I., Ul, T., Yıldırım, T. veAkbaşlı A., “Hasandağ-

- Karacadağ (Orta Anadolu), dolaylarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmanın kökeni ve evrimi”, *Jeomorfoloji Dergisi*, 18, 39-54, 1990.
13. Ercan, T., Tokel, S., Matsuda, J., Ul, T., Notsu, K. and Fujitani, T., “New geochemical isotopic and radiometric data of the Quaternary volcanism of Hasandağı-Karacadağ (Central Anatolia)”, *TJKBülteni*, 7, 8-21, 1992.
  14. Toprak, V. and Göncüoğlu, M.C., “Tectonic control on the development of the Neogene Quaternary Central Anatolian volcanic province, Turkey”, *Geological Journal*, 28, s. 357-369, 1993.
  15. Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G. & Gourgaud, A. “Neogene ignimbrites of the Nevşehir Plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints” *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 63, 59-87, 1994.
  16. Schumacher, U. M. and Schumacher, R., “Problems in stratigraphic correlation and new K–Ar data for ignimbrites from Cappadocia, Central Turkey”, *International Geology Review*, 38, 737-746, 1996.
  17. Schumacher, R. and Schumacher, U.M., “The pre-ignimbrite (phreato) plinian and phreatomagmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbrite eruption in Central Anatolia, Turkey”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 78, 139-153, 1997.
  18. Güleç, N., Toprak, V. and Arcasoy, A., “Evaluation of Melendiz Volcanic Complex using remote sensing and geographic information systems.”, *ODTU-AFP*, 97-03-09-02, 84., 1997.
  19. Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A. and Le Pennec, J.L., “Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry.”, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 85, 447–471., 1998.
  20. Türkecan, A., Akçay, A. E., Satır, M., Dönmez, M. ve Ercan, T., “Melendiz Dağları (Niğde) volkanizması.”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı*, 56, 16-17, 2003.
  21. Le Pennec J.L, Temel, A., Froger, J.L., Sen, S., Gourgaud, A. and Bourdier, J.L., “Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data.”, *Journal of Volcanology And Geothermal Research*, 141 (1-2), 45-64, 2005.



22. Viereck-Goette, L., Lepetit, P., Ganskow, G. and Gürel A., “The volcanic stratigraphy of Cappadocia, Central Anatolia. EGU General Assembly”, *Vienna, Geophysical research Abstracts*, 8, 10301, 2006.
23. Koralay, T. and 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.
24. Lepetit, P., Viereck-Goette, L., Schumacher, R., Mues-Schumacher, U. and Abratis, M., “Parameters controlling the density of welded ignimbrites—A case study on the Incesu Ignimbrite, Cappadocia, Central Anatolia.”, *Chemie der Erde*, 69, 341–357, 2009.
25. Koralay, T., Kadioğlu, Y.K. and Davis, P., “Weak compositional zonation in a silicic magmatic system: Incesu ignimbrite, Central Anatolian Volcanic Province (Kayseri – Turkey)”, *Journal of Asian Earth Sciences*, 40, 371–393, 2011a.
26. Erdoğan, M., “Nevşehir-Ürgüpyöresitüflerininmalzemejeolojisiaçısındanaraştırılması.”, *İ.T.Ü. MadenFak., DoktoraTezi*, s. 100, 1986.
27. Topal, T., “Formation and deterioration of fairy chimneys of the Kavak tuff in Ürgüp-Göreme area (Nevşehir-Turkey). PhD Thesis”, *METU, Ankara*, 250 p (Unpublished), 1995.
28. Topal, T. and Doyuran, V., “Analyses of deterioration of the Cappadocian tuff”, *Turkey. Environmental Geology*, 34 (1), 5-20, 1996.
29. Topal, T. and Doyuran, V., “Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff.”, *Engineering Geology*, 47, 175-187, 1997.
30. Gökçeoğlu, C., Ulusay, R. and Sönmez, H., “Factors affecting the durability of selected weak and clay-bearing rocks from Turkey, with particular emphasis on the influence of the number of drying and wetting cycles.”, *Engineering Geology*, 57 (3-4), 215-237, 2000.
31. Erguler, Z.A., “Field-based experimental determination of the weathering rates of the Cappadocian tuffs”, *Engineering Geology*, 105, 186–199, 2009.
32. Binal, A., Kasapoğlu, K.E. ve Gökçeoğlu, C., “Eskişehir-Yazılıkayaçevresindeyüzeylenenvolkanosedimanterkayaçlarındonmaçözülmeetkisi altındabazıfizikselmekanikparametrelerinindeğişimi”, *Yerbilimleri*, 19, 41-52, 1997.

33. Kuşçu, M. ve Yıldız, A., “Ayazini (Afyon) tüflerinin yapıtaşları olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001)”, *Bildiriler Kitabı 3-5 Mayıs 2001 Afyon*, s. 85-98, 2001.
34. Topal, T., “Quantification of weathering depths in slightly weathered tuffs.”, *Environmental Geology*, 42, 632–641, 2002.
35. Altındag, R., Alyıldız, I.S. and Onargan, T., “Mechanical property degradation of ignimbrite subjected to recurrent freeze–thaw cycles.”, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 41, 1023–1028, 2004.
36. Chen, T.C., Yeung, M.R. and Mori, N., “Effect of water saturation on deterioration of welded tuff due to freeze-thaw action.”, *Cold Regions Science and Technology*, 38, 127–136, 2004.
37. Şimşek, O. and Erdal, M., “Investigation of some mechanical and physical properties of the Ahlat Stone (Ignimbrite).”, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 17 (4), 71-78, 2004.
38. Öner, F., Türkmen, S., Özbek, A. and Karakaya, T., “Engineering properties of Hınıs ignimbrites and their usability as a building Stone (Erzurum, Turkey)”, *Environmental Geology*, 50, 275–284, 2006.
39. Ma, L. and Daemen, J.J.K., “Strain rate dependent strength and stress–strain characteristics of a welded tuff”, *Bull. Eng. Geol. Env.*, 65, s. 221–230, 2006.
40. Gennaro, R., Cappelletti, P., Cerri, G., Gennaro, M., Dondi, M., Graziano, S.F. and Langella, A., “Campanian Ignimbrite as raw material for lightweight aggregates”, *Applied Clay Science*, 37, 115–126, 2007.
41. Ertek, N. and F. Öner, F., “Mineralogy, geochemistry of altered tuff from Cappadocia (Central Anatolia) and its use as potential raw material for the manufacturing of white cement”, *Applied Clay Science*, 42, 300–309, 2008.
42. Daloğlu, G. ve Emir, E., “Eskişehir- Derbent bölgesi beyaz tüflerinin doğa yapıtaşları olarak değerlendirilebilirliği”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, XXIII (1), 91-107, 2010.
43. Emir, E., Konuk, A. and Daloğlu, G., “Strength enhancement of Eskişehir tuff ashlar in Turkey”, *Construction and Building Material*, 25, 3014–3019, 2011.

44. Koralay, T. Özkul, M. Kumsar, H., Çelik, S.B. and Pektaş, K., “The effect of welding degree on geotechnical properties of an ignimbrite flow unit: the Bitlis castle case (eastern Turkey)”, *Environ Earth Sci*, 64, 869–881, 2011b.
45. Ruedrich, J. Kirchner, D. and Siegesmund, S., “Physical weathering of building stones induced by freeze–thaw action: a laboratory long-term study”, *Environ. Earth Sci.*, 63, 1573–1586, 2011.
46. Korkanç, M. “Deterioration of different stones used in historical buildings within Niğde province, Cappadocia” *Construction and Building Materials* 48, 789–803, 2013.
47. Korkanç, M. and Savran, A. “Impact of the surface roughness of stones used in historical buildings on biodeterioration” *Construction and Building Materials* 80, 279–294, 2015.
48. 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.
49. Ulusay, R., Akagi, T., Ito, T., Seiki, T., Yüzer, E. and Aydan, Ö., “Long term mechanical characteristics of Cappadocia tuff”, *Proceedings of the 9 ISRM International Congress, G.Vouille and P. Berest (eds.), Paris, France, A.A. Balkema*, 687-690, 1999.
50. Aydan, Ö. and Ulusay, R., “Geotechnical and geoenvironmental characteristics of manmade underground structures in Cappadocia. Turkey”, *Engineering Geology*, 69, 245-272, 2003.
51. 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 Urgüp (Cappadocia), Turkey”, *Environmental Geology*, 50, 473-494, 2006.
52. Aydan, Ö., Tano, H., Watanabe, H., Ulusay, R. ve Tuncay, E., “Kapadokya bölgesinde antik ve güncel kaya yapılarının kaya mekaniği açısından değerlendirilmesi”, *Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu, 17-20 Ekim 2007 Niğde, Bildiriler Kitabı*, s. 1-12, 2007a.
53. Aydan, Ö., Tano, H., Ulusay, R., Kumsar, H. ve Yenipınar, H., “Derin kuyuya altı şehrinin uzun süreli yapısal duraylılığı ve çevre koşullarının incelenmesi üzerine deneysel bir çalışma”,

- Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu, 17-20 Ekim 2007 Niğde, Bildiriler Kitabı, s. 24-34, 2007b.*
54. Ulusay, R. ve Aydan, Ö., “Kapadokya bölgesinde bazı yeraltı açıklıklarındaki tüflerin kaya mühendisliği açısından değerlendirilmesi”, *Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu, 17-20 Ekim 2007 Niğde, Bildiriler Kitabı, s. 13-23, 2007.*
55. Açıkgöz, F., Öz, M., “Nevşehir Ürgüp, Kaymaklı çevrelerinin pomza prospeksiyon raporu” *MTA, Ankara, 1980.*
56. 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.
57. Viereck-Goette, L., Lepetit, P., Gürel, A., Ganskow, G., Çopuroğlu, İ., Abratis, M., “Revised volcanostratigraphy of the Upper Miocene to Lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey.” *GSA Special Papers* 464, 85–112. 2010.
58. Dönmez, M., Akçay, A.E. ve Türkecan, A., “MTA 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 49, Kayseri K34 Paftası.” *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 2005.*
59. Atabey, E., “MTA 1/100.000 ölçekli açın sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Aksaray H19 (K33) Paftası.” *MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 1989.*
60. ISRM, “Rock Characterisation” *Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods Pergamon, Oxford, 1981.*
61. Middlemost, E.A.K., "Naming minerals in the magma/igneous rocks system". *Earth-Science Reviews* 37, 215-224, 1994.
62. Shelly, D. “Igneous and Metamorphic Rocks Under the Microscope” *Chapman & Hall. 405p., London, 1993.*
63. Deere, D.U. and Miller, R.P. “Engineering classification and index properties for intact rocks, Report no., AFNL-TR”, *Air Force Weapons Lab, s. 65-116, New Mexico, 1966.*

64. Erdoğan, M. “Doğal Yapıtaşı Standartlarına İlişkin Görüş ve Öneriler” *Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi*. Jeoloji Mühendisliği Sektiyonu II.Sayı: 6,s. 153-159 Isparta, 1991.

## ÖZGEÇMİŞ

Agâh Bahadır CEYLAN 1978 yılında Nevşehir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Nevşehir’de tamamladı. Lisans öğrenimini 1995’de kazandığı Erciyes Üniversitesi Yozgat Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 1999 yılında mezun olarak tamamladı. Milli Savunma Bakanlığı Çorlu İnşaat Emlak Daire Başkanlığında 2000 yılında İnşaat Mühendisi olarak göreve başladı. Daha sonr sırasıyla Kırşehir Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak (2002-2004) ve Nevşehir Belediyesinde Fen İşleri Müdürü olarak görev yaptı (2004-2008). Daha sonra geçiş yaptığı Nevşehir Üniversitesinde Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanı olarak çalışmaya başladı. Yüksek Lisans öğrenimine 2012 yılında Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Ana Bilim Dalında başladı. Halen Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığında İnşaat Mühendisi olarak görevine devam etmektedir. Evli ve üç çocuk babasıdır.

Adres: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi  
Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı  
50300 - Nevşehir

Telefon: 0 384 228 10 70 - 11516

Belgegeçer: 0 384 22811 77

e-posta : abceyan@nevsehir.edu.tr