



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

NİĞDE YÖRESİNDEKİ KÜLTÜREL YAPILARDA KULLANILAN YAPI  
TAŞLARININ KAYNAK ALANLARI

ALİ TURGUT

2019



T.C.  
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NİĞDE YÖRESİNDEKİ KÜLTÜREL YAPILARDA KULLANILAN YAPI  
TAŞLARININ KAYNAK ALANLARI

ALİ TURGUT

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Ağustos 2019

Ali TURGUT tarafından **Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ** danışmanlığında hazırlanan “Niğde Yöresindeki Kültürel Yapılarda Kullanılan Yapı Taşlarının Kaynak Alanları” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

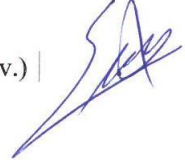
Başkan : (Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ) (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)



Üye : (Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ORHAN) (Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv.)



Üye : (Dr. Öğr. Üyesi U. Erdem DOKUZ) (Niğde Ömer Halisdemir Üniv.)



**ONAY:**

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

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

**Doç. Dr. Murat BARUT**  
**MÜDÜR**

## TEZ BİLDİRİMİ

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

  
ALİ TURGUT

## ÖZET

### NİĞDE YÖRESİNDEKİ KÜLTÜREL YAPILARDA KULLANILAN YAPI TAŞLARININ KAYNAK ALANLARI

TURGUT, Ali

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Ağustos 2019, 63 sayfa

Doğal taşlar, antik çağlardan beri, belirli boyutlarda kesilmiş ve parlatılmış olarak değişik yapılarda kullanılmıştır. Bu yapılar, uygarlıkların mirası olan kültür varlıklarıdır. Niğde yöresinde geçmişten günümüze kadar, şehrin stratejik önemine bağlı olarak değişik medeniyetler tarafından inşa edilmiş çeşitli kültürel varlıklar bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak kale, cami, kilise, türbe, mescit, hamam, bedesten, çeşme, kervansaray, su kemerleri ve havuz gibi oldukça değişik yapılar verilebilir. Bunların yapımında bazaltlar, andezitler, travertenler, tuf ve ignimbritler ile yer yer mermerler de taşıyıcı sistemlerde tercih edilmiştir. Bu çalışma kapsamında yöredeki değişik tarihi yapılar tek tek değerlendirilerek buralarda kullanılan yapı taşları gözlemsel olarak incelendikten sonra, bunların alındığı eski taş ocakları da belirlenmeye çalışılmıştır. Bilindiği gibi bozunmaya uğrayan ve tahribatlarla değiştirilmesi gereken taşların orijinal taş olması restorasyon çalışmaları için oldukça önemlidir. Bu nedenle gelecekte onarımı gerçekleştirilmesi muhtemel eserlerde orijinal taş ihtiyacı için yapıda kullanılan taşlara benzer taşların mühendislik özelliklerinin belirlenmesi ile çok önemli aşama tamamlanmaya çalışılmıştır.

*Anahtar Sözcükler:* Eski taş ocağı, yapı taşı, fiziksel özellikler, kimyasal özellikler, jeomekanik özellikler, petrografik özellikler, atmosferik etkiler, donma-çözünme, orijinal taş, Niğde

## SUMMARY

### THE SOURCES OF BUILDING STONES USED IN CULTURAL STRUCTURES IN NİĞDE PROVINCE

TURGUT, Ali

Niğde Ömer Halisdemir University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering

Supervisor : Assoc. Professor Dr. Mustafa KORKANÇ

August 2019, 63 pages

Natural stones were used as cutted in certain dimensions and/or as polished since ancient times. Historical buildings are cultural heritages of civilizations. In Niğde region, various cultural assets were built by different civilizations depending on strategic importance of the city centre, such as castle, mosque, church, tomb, bath, fountain, caravansary, aqueduct and poll. Basalts, andesites, travertines, tuffs and ignimbrites, and occasionally marbles were preferred in the construction of these systems. Within the scope of this study, after evaluating the different historical buildings one by one and examining the building blocks used in these places, the old stone quarries in which these were taken were also determined. As it is known, it is very important for the restoration works that the stones which are degraded and that need to be replaced by the destruction are original stones. Therefore, in the works that are likely to be repaired in the future, a very important step was tried to be completed by determining the engineering properties of the stones similar to the stones used in the building for the original stone need.

*Key words:* Old stone quarry, building stone, physical properties, chemical properties, geomechanical properties, atmospheric effects, freeze-thaw, original stone, Niğde

## ÖN SÖZ

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

Niğde ve yöresinde günümüze kadar, şehrin stratejik önemine bağlı olarak değişik medeniyetler tarafından inşa edilmiş çeşitli kültürel varlıklar bulunmaktadır. Bunlara kale, cami, kilise, türbe, mescit, hamam, bedesten, çeşme, kervansaray, su kemerleri ve havuz gibi oldukça değişken yapılar örnek olarak verilebilir. Bunların bir kısmı oldukça büyük ve önemli yapılar olup, sanatsal, kültürel ve estetik özellikleri de oldukça ilginçtir. Tarihi yapıların, bakım ve korunmalarının iyi yapılmaması nedeniyle günden güne yıpranmakta ve bunun sonucu olarak; mimari, tarihi ve estetik özelliklerini kaybetmektedir. Bakımsızlık ve ilgisizlikle birlikte, yanlış taş kullanımı ve iklimsel şartların olumsuz etkileri sonucu, bu yapılarda önemli tahribatlar oluşmaktadır. Bozunmaya uğrayan ve tahribatlar sonucu değiştirilmesi gereken taşların orijinal taş olması restorasyon çalışmaları için oldukça önemli bir aşamadır. Bu nedenle gelecekte onarımı gerçekleştirilmesi muhtemel yapılar için bu taşların alındığı eski taş ocak alanları belirlenerek mümkün olduğunca orijinal taşın özelliklerine benzer taşların mühendislik özellikleri ortaya konulması sayesinde restorasyon çalışmaları için önemli bir eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

Hazırlanan bu çalışmada, Niğde yöresindeki kültürel yapılarda kullanılan yapı taşlarının kaynak alanları kullanımına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları ve örnek derlenmesi, 2017 yılında yoğun saha çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Niğde bölgesindeki kültürel yapılarda kullanılan kayaçların alındığı antik veya olası ocaklardan taze blok örnekler derlenerek bunların mühendislik özellikleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar sırasında kayaçların ayrışma, renk ve kullanım yerindeki konumu gibi özellikleri, bu kayaçların kullanım yerlerindeki performanslarını önemli derecede etkilemektedir. Doğal yapı taşları üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları, başlıca; petrografik incelemeler, jeokimyasal analizler, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi şeklinde yürütülmüştür.

Bu yapılarda kullanılan kayalar için, örnek derlemesi ve arazi çalışmaları esnasında yöredeki yapılarda kullanılan farklı köken ve dokudan traverten, bazalt, andezit, tuf, mermer ve ignimbritlerden toplamda 13 farklı örnek alınmıştır. Örnek derlemesi ve arazi çalışmaları sırasında aynı litolojideki kaya gruplarının renk ve dokusal özelliklerinin arazide çok sık değiştiği gözlenmiştir. Bu nedenle farklı renk ve dokusal özelliklere sahip örnekler, ayrıntılı olarak tanımlanmış ve temsilci blok örnekleme gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, başta konu seçimi olmak üzere ders aşamasından tezin bitimine kadar geçen süre içerisinde bilimsel, teknik ve tecrübeleriyle beni destekleyen ve yönlendiren, bilgi ve önerilerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ'a, eğitim hayatım boyunca yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje No: FEB 2017/20-BAGEP.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ÖN SÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
SİMGE VE KISALTMALAR .....	xiii
BÖLÜM I GİRİŞ .....	1
1.1 İnceleme Alanının Tanıtımı .....	1
1.2 Amaç ve Kapsam .....	2
1.3 Önceki İncelemeler .....	3
1.3.1 Çalışma konusu ile ilgili çalışmalar .....	4
1.3.2 İnceleme alanı ile ilgili çalışmalar .....	6
BÖLÜM II MATERYAL METOD .....	9
2.1 Büro Çalışmaları .....	9
2.2 Arazi Çalışmaları .....	9
2.3 Laboratuvar Çalışmaları .....	10
BÖLÜM III BULGULAR .....	11
3.1 İncelenen Birimlerin Jeolojik Özellikleri .....	11
3.1.1 Aşıgediği formasyonu .....	13
3.1.2 Gökbez formasyonu .....	13
3.1.3 Kızılkaya İgnimbriti .....	14
3.1.4 Niğde bölgesi üst miyosen-pliyosen kaya birimleri .....	14
3.1.5 Hasandağı-Keçiboyduran-Melendizdağı volkanitleri .....	15
3.1.6 Tüfler .....	15
3.1.7 Andezit-bazaltlar .....	15
3.1.8 Bazaltlar .....	16
3.1.9 Kuvaterner çökelleri .....	16
3.2 İncelenen Örneklerin Petrografik Özellikleri .....	16
3.3 İncelenen Örneklerin Jeokimyasal Özellikleri .....	23
3.4 İncelenen Örneklerin Fizikomekanik Özellikleri .....	24

3.4.1 Kuru birim ağırlık .....	25
3.4.2 Doygun birim ağırlık .....	25
3.4.3 Su emme .....	26
3.4.4 Kılcal su emme .....	28
3.4.5 Görünür porozite.....	29
3.4.6 P-dalga hızı .....	30
3.4.7 Schmidt çekici sertlik indeksi .....	32
3.4.8 Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi .....	34
3.4.9 Böhme yüzeysel aşınma.....	35
3.4.10 Don kaybı.....	37
3.4.11 Tek eksenli basınç dayanımı.....	40
3.4.12 Yüzey pürüzlülüğü çalışmaları .....	42
<b>BÖLÜM IV NİĞDE YÖRESİNDEKİ KÜLTÜREL YAPILARDA KULLANILAN</b>	
<b>YAPI TAŞLARININ KAYNAK (OCAK) ALANI YÖNÜNDEN</b>	
<b>DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>45</b>
4.1 Niğde Yöresindeki Kültürel Yapılara Ait Bazı Görüntüler .....	45
4.2 Niğde Yöresindeki Kültürel Yapılarda Kullanılan Taşların Alındığı Kaynak	
Alanlarına Ait Değerlendirmeler .....	48
<b>BÖLÜM V SONUÇLAR.....</b>	<b>54</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>62</b>
<b>TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER .....</b>	<b>63</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. İncelenen örneklerin lokasyon tanıtımı ve kayaç özellikleri .....	2
Çizelge 3.1. İncelenen örneklerin ana oksit değerleri.....	23
Çizelge 3.2. İncelenen örneklere ait kuru birim ağırlık değerleri .....	25
Çizelge 3.3. İncelenen örneklere ait doymuş birim ağırlık değerleri .....	26
Çizelge 3.4. İncelenen örneklere ait ağırlıkça su emme değerleri .....	27
Çizelge 3.5. İncelenen örneklere ait kılcal su emme katsayısı değerleri .....	28
Çizelge 3.6. İncelenen örneklere ait görünür porozite değerleri.....	29
Çizelge 3.7. Kayaçların porozite değerlerine göre sınıflandırılması .....	30
Çizelge 3.8. İncelenen örneklere ait P-dalga hızı değerleri .....	31
Çizelge 3.9. Kayaçların sonik hız sınıflandırılması.....	32
Çizelge 3.10. İncelenen örneklere ait Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri.....	33
Çizelge 3.11. Schmidt çekicine göre kayaçların sertliğinin sınıflandırılması .....	34
Çizelge 3.12. İncelenen örneklere ait suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri.....	35
Çizelge 3.13. İncelenen örneklere ait yüzeysel aşınma değerleri .....	37
Çizelge 3.14. İncelenen örneklere ait donma çözünme deneyi değerleri .....	39
Çizelge 3.15. İncelenen örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri .....	41
Çizelge 3.16. Tek eksenli basınç direncine göre kayaların sınıflandırılması .....	42

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası .....	1
Şekil 3.1. Niğde yöresinin jeoloji haritası.....	11
Şekil 3.2. Niğde ve yakın yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti .....	12
Şekil 3.3. A1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	17
Şekil 3.4. A2 örneğinin petrografik görüntüsü .....	17
Şekil 3.5. B1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	18
Şekil 3.6. B2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	18
Şekil 3.7. İ nolu örneğinin petrografik görüntüsü.....	19
Şekil 3.8. M1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	19
Şekil 3.9. M2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	20
Şekil 3.10. T1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü.....	20
Şekil 3.11. T2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü.....	21
Şekil 3.12. TF1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	22
Şekil 3.13. TF2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	22
Şekil 3.14. TF3 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	22
Şekil 3.15. TF4 nolu örneğinin petrografik görüntüsü .....	23
Şekil 3.16. İncelenen örneklerin Le Bas vd., (1986)'a göre toplam alkali - silikat .....	24
Şekil 3.17. Kılcal su emme deneyinde su emme miktarının belirlenmesi.....	28
Şekil 3.18. Schmidt çekici ile araziden ve blok numune üzerinden ölçüm alımı .....	32
Şekil 3.19. Slake durabilite deneyinin yapılmasında kullanılan numuneler ve ekipman	35
Şekil 3.20. Aşındırma deneyi ekipmanı ve deney yapım aşaması.....	36
Şekil 3.21. Örneklerin donma çözünme deneyi öncesindeki suya doyurma aşaması.....	38
Şekil 3.22. Örneklerin donma çözünme deneyi sonrasındaki görünümü .....	39
Şekil 3.23. Tek eksenli basınç deneyi aleti ve kırılan numuneden bir görüntü .....	40
Şekil 3.24. Bor kuzeybatı kesimi bazalt ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.....	43
Şekil 3.25. Kaynarca yöresi traverten ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri .....	43
Şekil 3.26. Taşkesti tepe andezit ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.....	43
Şekil 3.27. Yukarı Kayabaşı Mahallesi tuf ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri .....	43
Şekil 3.28. Gümüşler-Üçkapılı yolu taş ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.....	44
Şekil 3.29. Gümüşler yöresi eski mermer ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri .....	44

Şekil 3.30. Aktaş köyü ignimbrit taş ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.....	44
Şekil 4.1. Niğde Kalesinde kullanılan sarı tüflerden görünüm-1 .....	45
Şekil 4.2. Niğde Kalesinde kullanılan sarı tüflerden görünüm-2 .....	45
Şekil 4.3. Alâeddin Camiinin görünümü .....	46
Şekil 4.4. Eskisaray mahallesinde bulunan Rum Kilisesine ait bir görünüm .....	46
Şekil 4.5. Niğde merkez Eskisaray mahallesinde bulunan Ermeni Kilisesine ait bir görünüm .....	47
Şekil 4.6. Ak Mederesenin giriş kapsından görünüm .....	47
Şekil 4.7. Hüdavend Hatun Türbesinin güncel halinden görünüm.....	48
Şekil 4.8. Andezitlerin bloklarının alındığı ve yerinde işlendiği alanlar (Taşkesti Tepe ve civarı).....	50
Şekil 4.9. Niğde merkez Yukarı Kayabaşı Mahallesinde sarı tuf antik ocak alanları ....	50
Şekil 4.10. Top Tepe mevkiinde antik ocaktaki teras tipi yayılım veren travertenlerden bir görünüm .....	51
Şekil 4.11. Bor FTR mevkiinde yüzeysel olarak bazaltların alındığı kesimden görünüm .....	52
Şekil 4.12. Aktaş Köyündeki ignimbritlerin alındığı ocak alanı ve atıklardan bir görünüm .....	53
Şekil 4.13. Yöredeki yapılarda kullanılan taşların alındığı antik ve olası ocaklara ait lokasyonlar .....	53

## SİMGE VE KISALTMALAR

### Simgeler

Simgeler	Açıklama
$\gamma_d$	Kuru birim ağırlık
$\gamma_s$	Doygun birim ağırlık
$w_a$	Ağırlıkça su emme
$n_e$	Efektif Porozite
$V_p$	P-dalga hızı
SHV	Schmidt çekici indeksi
Skk	Kaynar suda su emme değeri
Dk	Don kaybı değeri
$\sigma_c$	Tek eksenli basınç dayanımı
$I_{d2}$	Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi
$C_1$	Kılcal su emme katsayısı
A1	Örnek No

### Kısaltmalar

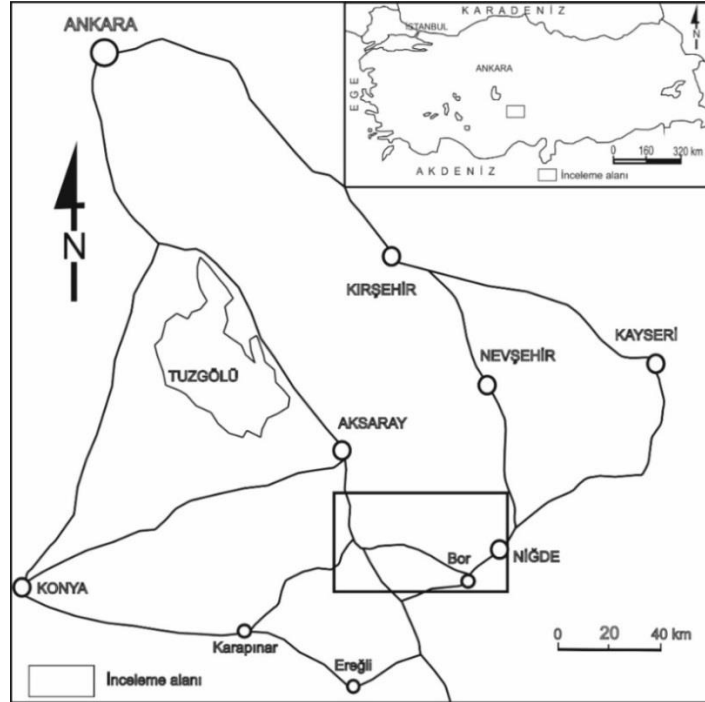
Kısaltmalar	Açıklama
TS	Türk Standartları
ISRM	International Society for Rock Mechanics
XRD	X- Işını Difraksiyon Spektrokopisi
ASTM	American Society for Testing and Materials
ICP	Inductively Coupled Plasma

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

### 1.1 İnceleme Alanının Tanıtımı

İnceleme alanı, İç Anadolu Bölgesinde Niğde il sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu çalışmada Niğde bölgesindeki kültürel yapılarda kullanılan kayaların alındığı antik veya olası ocaklardan taze blok örnekler derlenerek bunların mühendislik özellikleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar sırasında kayaların ayrışma, renk ve kullanım yerindeki konumu gibi özellikleri, bu kayaların kullanım yerlerindeki performanslarını önemli derecede etkilemektedir. Bu yapılarda kullanılan kayalar için, örnek derlemesi ve arazi çalışmaları esnasında yöredeki yapılarda kullanılan farklı köken ve dokudan traverten, bazalt, andezit, tuf, mermer ve ignimbritlerden toplamda 13 farklı örnek alınmıştır. Alınan örneklere ait kısa tanımlama aşağıda sunulmuştur (Çizelge 1.1). Örnek derlemesi ve arazi çalışmaları sırasında aynı litolojideki kaya gruplarının renk ve dokusal özelliklerinin arazide çok sık değiştiği gözlenmiş olup, bu değişime göre örneklenmiş ve alınan örnekler ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

**Çizelge 1.1.** İncelenen örneklerin lokasyon tanıtımı ve kayaç özellikleri

Sayı	Örnek No	Formasyon	Lokasyon	Kayaç özellikleri	Litoloji tipi
1	T1	Gökbez	Kaynarca Yeni Yerleşim alanı	Krem renkli, sert masif yapı, kavisli izli, boşluklu	Traverten
2	T2	Gökbez	Kaynarca Yeni Yerleşim alanı	Açık krem renkli, T1'e göre daha az boşluklu, sert	Traverten
3	B1	Melendiz	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi GB	Koyu gri, siyahımsı, çok boşluklu sert	Bazalt
4	B2	Melendiz	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi GB	Kuyu gri, siyahımsı, B1'e göre daha az boşluklu, sert yapı	Bazalt
5	A1	Melendiz	Taşkesti Tepe	Homojen, yer yer iri kristalli, gevrek ve boşluklu	Andezit
6	A2	Melendiz	Taşkesti Tepe	Gri, iri taneli, A1'e göre daha az boşluklu, sert	Andezit
7	TF1	Melendiz	Yukarı Kayabaşı Mah.	Sarımsı renkli, ince-orta taneli, kaya kırıntısı az boşluklu, masif	Tüf
8	TF2	Melendiz	Yukarı Kayabaşı Mah.	Açık sarı, ince taneli, az boşluklu, masif	Tüf
9	TF3	Melendiz	Yukarı Kayabaşı Mah.	Koyu sarı, orta taneli, az boşluklu, masif	Tüf
10	TF4	Melendiz	Yukarı Kayabaşı Mah.	Koyu sarı, boşluklu, iri taneli ve farklı boyutlarda volkanik kayaç parçacıkları içermekte	Tüf
11	M1	Aşıgediği	Gümüşler-Aktaş Doğusu	Beyaz, iri kalsit kristalli, boşluksuz ve sert	Mermer
12	M2	Aşıgediği	Uluğaç Köyü Güneyi	Beyaz, gri damarlı iri kristalli sert ve masif	Mermer
13	I1	Kızılkaya	Aktaş köyü taş ocağı	Açık gri, hafif, boşluklu, zayıf-orta sert	İğnimbirit

## 1.2 Amaç ve Kapsam

Niğde yöresinde tarihi dönemlerde inşa edilmiş çeşitli kültürel varlıklar bulunmaktadır. Bunlar, çok çeşitlilik sunmakla birlikte en önemlileri; Niğde kalesi, Niğde Merkezde bulunan camiler (Aleaddin cami, Sungurbey cami, Dışarı Camii), Bor İlçesinde bulunan camiler (Paşa Cami, Ulu Cami, Sarı Cami), medrese (Akmedrese), kilise (Andaval, Kumluca, Konaklı, Fertek, Hasaköy, Hançerli, Dikilitaş, Rum ve Ermeni kiliseleri), türbe (Hüdavend Hatun Türbesi, Sungur Ağa Türbesi, Şerif Ali Türbesi), mescit, hamam (Niğde, Bor, Hamamlı ve Fertek), bedesten (Niğde ve Bor), çeşme (Hatıroğlu çeşmesi), manastır (Gümüşler manastırı), kervansaray (Öküz Mehmet Paşa-Ulukışla), su kemerleri (Kemerhisar) ve Roma Havuzu gibi oldukça değişik yapılarıdır. Bunların bir kısmı oldukça büyük ve önemli yapılar olup, sanatsal ve kültürel özellikleri de oldukça ilginçtir. Bu anıtların bakımı iyi yapılamadığından, günden güne yıpranarak mimari, tarihi ve estetik özelliklerini kaybetmektedirler. Bu anıtlardaki bozunmalar sonucu yapılması planlanacak iyileştirme ve koruma çalışmaları için orijinal taş ile değiştirme ihtiyacı nedeniyle tarihi taş ocağı araştırmaları yapılmaktadır. Tarihi ocak

alanlarının belirlenmesi ile restorasyon çalışmalarında değişecek taşın yapıda kullanılan taşın aynısı veya çok yakın özellikler gösteren alandan alınan taş ile değiştirilmesi oldukça önemli bir gerekliliktir. Bu çalışmanın bu tür yapıların iyileştirilmesi için yapılacak çalışmalara destek olması, bu kültürel yapıların gelecek nesillere aktarılması açısından oldukça önemli bir amaca hizmet etmesi beklenmektedir.

Ülkemizde ve dünyada tarihi yapılarda kullanılan değişik renk ve özelliklerdeki taşların jeomekanik özelliklerini belirlemek amacıyla, çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda, taşların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi şeklinde dir. Yapılan alışmalar ile yöredeki tarihi yapılarda kullanılan taşların özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu yapıların bir kısmında yenileme çalışmaları yapılmış fakat orijinal taş yerine sadece renk benzerliği olan (Kayseri ve Nevşehir yöresine ait) taşlar ile değiştirilmeye gidilmiş olup, kısa zamanda bu taşlarda ve yakın konumdaki taşlarda olumsuz etkiler görülmeye başlanmıştır. Yapılacak bu çalışma ile orijinal taş ocağı alanları belirlenerek yapılarda kullanılan taşların özelliklerine en yakın olanları için öneriler yapılmıştır.

Bu çalışmada, tarihi yapılarda kullanılan yapı taşlarının önceki çalışmalar ve bu çalışma kapsamına yapılan çalışmalar ile belirlenerek, bunların alındığı eski taş ocakları da yoğun arazi çalışmaları ile belirlenmeye çalışılmış ve buralardan taze numuneler alınarak, jeomekanik özellikleri ortaya konulmuştur. Bu yönleriyle bu çalışma, yöredeki tarihi ve kültürel mirasın korunmasına yönelik yapılacak çalışmaların planlanmasına ve farklı alanlarda yapılacak bu tür çalışmalara destek sağlanması beklenmektedir.

### **1.3 nceki İncelemeler**

Bu bölümde doğal yapı taşlarının bozunması ve kullanım yerlerinden kaynaklı hataların araştırılması ile ilgili, yapılmış başlıca ulusal ve uluslararası çalışmalara ana hatlarıyla değinilmiştir. Çalışma kapsamında önceki çalışmalar iki başlıkta verilmiştir. Bunlar alışma konusu ile ilgili olan önceki çalışmalar ve inceleme alanı ile ilgili çalışmalar şeklinde dir.

### 1.3.1 Çalışma konusu ile ilgili çalışmalar

Bell (1990), yerel taşlar yüksek ulaşım maliyetleri gerektirmediğinden uygun alanlarda çokça tercih edildiğini belirtmiştir.

Topal ve Doyuran (1997), Kapadokya tufünün mühendislik jeolojisi özelliklerinin araştırılması, tufün lokal renk değişikliği ile hemen hemen taze olduğunu ve orta derecede zayıf ila çok zayıf mühendislik özellikleri sunduklarını vurgulamışlardır.

Topal ve Doyuran (1998), tufün dayanıklılığı ıslatma-kurutma, donma-çözülme ve tuz kristalizasyonu ile değerlendirilmişler ve test sonuçları, kimyasal ayrışmanın liken kaplı yüzeylerin 2 cm altında ve renksiz eklem yüzeylerinde 20 cm derinliğe kadar izlenebileceğini vurgulamışlardır.

Rapp (2002), blok taş kullanımında en önemli özelliğin, taş ocağından çıkarılan geniş bloklarda kayaların birbirine yakın mesafeli eklemleri, çatlakları veya diğer zayıflık yönelimlerini içermemesi olduğunu belirtmiştir.

Topal (2002), tüfler üzerine yaptığı çalışmada, gelişen ayrışma bölgelerinin derinliğini optik mikroskop, XRD, kimyasal analizler, SEM ve bazı indeks parametreleri ile incelemiştir. Kantitatif ayrışma endekslerini inceleyerek ve bunları ince kesit çalışmalarıyla karşılaştırarak, fenokristallerin ince kesit analizlerinin, LOI ve WPI'nin tüfler için ayrışma derinliğini ölçmede iyi göstergeler olduğu vurgulamıştır.

Topal ve Sözmen (2003), Eskişehir ilinin güney kesiminde, Türkiye'nin orta kesiminde yer alan etkileyici bir kültürel yapı olan Midas anıtının bozunma sorunlarını anıtı oluşturan beyaz ve hafif pembe tüfler üzerinde araştırmışlardır. Arazi gözlemleri ve dayanıklılık deneyleri ile beyaz tufün pembe tüften daha az dayanıklı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Gomez-Heras ve Gonzalez (2004), taş ocakçılığı ve kullanımı konusunda kullanılan malzemenin kökeni ve dönüşüm süreçlerinin en eski insan faaliyetlerinden biri olduğunu ve bu faaliyetlerin tarihsel, sosyo-ekonomik ve endüstriyel veriler sunduklarını belirtmişlerdir. Bir yapı için orijinal taş ocaklarının tespiti ve uygun

malzemenin elde edilmesi sayesinde en uygun restorasyonun yapılmasını sağlanabileceğini vurgulamışlardır. Aynı litolojinin farklı ocakları arasında da değişiklikler olmasının bu değişikliklerin yeni ve orijinal malzemeler arasında uyumsuzluğa neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Török ve Prikryl (2010), tarihi taş yapılar, o zamanki mevcut taş kaynaklarını kullanarak, genellikle mevcut en iyi teknolojiyi inşa edildiklerini ve yalnızca prestijli taşların daha uzun mesafeler için taşındığını ve yerel taşlar kullanılarak daha büyük yapılar yapıldığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, tarihsel açıdan, yapının inşası sırasında kullanılan aynı taş kaynağından yararlanılması ve onun yedek taş olarak da kullanması gerekeceğini vurgulamışlardır.

Yavuz (2012), Türkiye'nin batısında turizm merkezi Alaçatı yöresindeki tüflerin tarihi zamanlardan itibaren çevrenin yapılarında dış mekan ve iç mekan dekorasyonları için bir yapı taşı kaynağı olarak yaygın bir şekilde kullanıldığını belirtmişlerdir.

Çelik vd. (2014), tüfler, eski zamanlardan beri yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Türkiye'de tüften yapılmış çok sayıda yapı vardır. Tüf, Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde sıklıkla kullanılan yerel temin edilen bir yapı malzemesi olduğunu vurgulamışlardır.

Korkanç vd. (2015), Türkiye'de düşük birim ağırlığı, yüksek-çok gözenekliliği ve durabilitesi orta-iyi olan tüfler, antik yapılarda olduğu kadar Selçuklu-Osmanlı devrinin ayakta kalmış tarihi eserlerinde de dayanıklılık özellikleri nedeni ile geçmişten günümüze başarıyla kullanıldığını belirtmişlerdir.

Tucci (2015), diğer taşlar arasında tüflerin çıkartılması, taşınması ve işlenmesi kolaydır ve dolayısıyla nispeten ucuzdur ve hava koşullarından korunması şartıyla yapının her yerinde kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Ergenç vd. (2016), Helenistik dönem mimarisinde mermer, gnays, kireçtaşı, kumtaşı, granit, andezit, tüf, breş, serpantin, porfir ve trakit gibi her türlü taşın yapı malzemesi olarak kullanıldığını vurgulamışlardır.

### 1.3.2 İnceleme alanı ile ilgili çalışmalar

Korkanç (2003), Çalışmada; Niğde yöresindeki alternatif agrega, yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılan bazaltik kayaların jeolojik, petrografik, jeokimyasal, jeomekanik özelliklerinin yan ısıra standart agrega deneyleri ışığı altında, beton agregası olarak kullanılabilirliği ayrıntılı olarak araştırılmış, standartlarda belirtilen kabul edilebilir limitler içinde bulunması veya bu limit değerlere çok yakın olması nedeniyle beton agregası olarak kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Korkanç (2007), Nevşehir dolayında geniş alanlarda yüzeyleyen Kavak ignimbritlerine ait farklı renklerdeki piroklastik örnekler üzerinde petrografik, kimyasal ve jeomekanik özelliklerini belirlemek amacı ile standart kayamekaniği deneyleri yapmıştır. İgnimbritlerin dekoratif özelliklerinden dolayı bina dışyüzey kaplamasında, merdiven, yer döşemesi, korkuluk, havuz ve kenarları, kemer, sütun, şömine, balkon süslemeleri ve restorasyon uygulamalarında yapı taşı olarak kullanılabilirliği üzerine durmuştur.

Özkan (2009), Bor-Niğde yöresi traverten yataklarının jeolojik özelliklerini incelediği çalışmada, Bor-Niğde alanında Miyosen yaşlı Gökbez formasyonunun geniş alanlarda yüzeylendiğini, Gökbez formasyonunun karbonatlı seviyelerinin tabaka konumlarının uygun olmasından dolayı traverten çökelimlerinin meydana geldiğini belirtmiş ve gölsel karbonatlarla traverten çökelimlerinin stratigrafik konum ve morfolojik özelliklerle Kuvaterner yaşlı teras tipi travertenlerden ayrıldığını saptamıştır.

Korkanç (2013), Kapadokya bölgesi, geçmişten günümüze kadar birçok medeniyet tarafından inşa edilen çeşitli tarihi binalara ev sahipliği yapmaktadır. Bunlardan bazıları büyük ve önemli yapılardır ve sanatsal, kültürel ve estetik özellikleri oldukça dikkat çekicidir. Bu binaların çoğunda kullanılan taşlar çeşitli etkilerden dolayı bozulmuştur. Bozulma mekanizmalarının doğru tanımlanması, yenileme ve restorasyon prosedürlerinin tasarlanması için temel öneme sahiptir. Bu çalışmada, Kapadokya'nın güney sınırını oluşturan Niğde bölgesinde farklı tarihi yapılarda yaygın olarak kullanılan taşların mühendislik özelliklerinin ve bozulmalarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Korkanç ve Savran (2015), Orta Anadolu'da (Niğde bölgesinde) bulunan önemli tarihi

yapılar üzerindeki bu çalışmada, tarihi eserlerin üzerinde hangi bitkilerin yetiştiğini ve bu yapılara zarar verip vermediğini belirlemek için farklı taşlarla inşa edilmiş 6 tarihi bina seçilmiştir. İlk olarak, bu yapılarda kullanılan taşların mineralojik ve mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra yüzey pürüzlülüğü ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Taş türlerinin, binadaki konumlarının ve taş yüzey pürüzlülüğünün bitki büyümesi üzerinde büyük bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bölgedeki kiliselerin yüksek mukavemetli taşlar kullanılarak yapılmış olmasına rağmen, yüksek düzeyde yüzey pürüzlülüğü ile binanın yatay veya hafif eğimli kısımlarında yer alan taşlar arasındaki boşluklarda yetişen otsu ve odunsu bitkilerin çatıda önemli bir zarara neden olduğunu gözlemlemişlerdir.

Korkanç vd. (2015), Kapadokya bölgesinde tarihi zamanlarda açılan birçok yeraltı yerleşiminin olduğunu ve Gümüşler Manastırının da bunlardan biri olduğunu belirtmiştir. Bu amaçla manastırın bulunduğu ve çevresi gözlenen birimlerin jeolojik özellikleri belirlenmiştir. Özellikle manastır kesimindeki süreksizliklerin olumsuz etkileri için mühendislik jeolojisi sorunlarından bahsedilmiştir. Saha çalışmaları sırasında farklı renk ve dokusal özelliklere sahip taşlar dikkate alınmış ve dört farklı seviyeden örnekleme yapılmıştır. Temsili örneklerde, mineralojik, kimyasal ve petrografik ve jeomekanik özelliklerin belirlenmesi için laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bölgedeki yeraltı boşlukları nispeten daha fazla kaya parçasına sahip olan Kızılkaya ignimbritinin alt kısmında açıldığını belirtmiştir.

Korkanç vd. (2017), Gümüşler ve Aktaş yöresinde yayılım sunan birimler üzerinde yapılan gözlemler sonucunda bölgenin jeoloji haritası ve jeolojik enine kesitleri hazırlanmıştır. Daha sonra gözlenen bu birimleri yapı malzemesi olanağı yönünden değerlendirebilmek için araziden blok örnekler alınmıştır. Yörede yayılım sunan ignimbritler, yörede geçmiş dönemlerde yapı taşı olarak gerek mesken gerekse de bahçe duvarı yapımında kullanılmış olup günümüzde bu kullanımını giderek kaybetmektedir. Zayıf özellikler göstermesi ve sudan etkilenmesi nedeniyle suyla temas etmeyen kesimlerde kullanımı özendirilmelidir. Bölgede bulunan mermerler blok verimlerinin düşük olması ve yüksek saflıkları yoğun olarak kırma-öğütme yapılarak mikronize hale getirilmekte, gerek ulusal gerekse de uluslararası piyasalara arz edilen en önemli hammadde grubudur.

Korkanç ve Solak (2016), Kayaçların petrografik özellikleri, fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilediği belirttiği çalışmada, piroklastik kayaçların petrografik ve jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla Kapadokya bölgesinde geniş dağılıma sahip farklı dokusal özelliklerdeki tüflerden taze örnekler alınmıştır.

Korkanç (2018), Tyana su kemerlerinin jeo-mekanik ve jeoteknik özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada, zaman içinde taşlardaki bozulmayı ve bu özelliklerden kaynaklanan problemleri anlamak için geniş çaplı incelemeler yapmıştır. Ayrıca restorasyon amaçlı olarak su kemerleri için antik taş ocağı alanları da tespit edilmiş olup, bu ocaklardan alınan taze traverten blokları üzerinde kimyasal, petrografik ve jeomekanik özellikleri belirlenmiştir.

Hatır vd. (2019), Orta Anadolu'nun Kapadokya bölgesinde son iki bin yılda birçok kilise inşa edildiğini belirtmiş ve bu yapılar arasında 1834 yılında inşa edilen Küçükköy Kilisesi, ikonları ve kendine özgü çatısı ile diğer kiliselerden ayırt edilebilir özelliklerde olduğunu belirttiği bu yapı üzerinde bozulma durumunu değerlendirmek için tahribatsız testler (NDT) kullanmış ve bozulma etkilerinin, yüksek boşluklar ve düşük P-dalga hızı ve SHR değerleri gösteren andezitte daha belirgin olduğunu vurgulamıştır.

## BÖLÜM II

### MATERYAL METOD

Bu araştırma kapsamında; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları ve örnek derlenmesi, 2017 yılı güz döneminde yoğun saha çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Niğde bölgesindeki kültürel yapılarda kullanılan kayaçların alındığı tarihi veya olası ocaklardan taze blok örnekler derlenerek bunların mühendislik özellikleri ortaya konulmuştur. Bu araştırma kapsamında; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Araştırmalara literatür derlemesi ile başlanmış olup, tez kapsamında yapılan çalışmalara, aşağıda başlıklar halinde değinilmiştir.

#### 2.1 Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarına 2016 yılından itibaren araştırma konusu ile ilgili literatür derlemeleriyle başlanmıştır. Yapılan gözlem ve deneylerden elde edilen bütün veriler, bilgisayar ortamına aktarılarak, tarihi yapılarda yapı taşı olarak kullanılmış taşların aynısı veya benzer olanlarının jeomekanik özellikleri ile yapıda kullanılan ve daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin karşılaştırılmaları yapılmıştır.

#### 2.2 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları ve örnek derlenmesi, 2017 yılında yoğun saha çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar kapsamında yapılarda kullanılan farklı türlerdeki taşların özelliklerini belirlemek amacıyla bölgedeki eski taş ocakları ve/veya işletilmekte olan taş ocaklarında araştırmalar yapılmıştır. Bu taşlardan, bileşim ve dokusal özelliklerinin yanında renk değişimlerinin de gözlendiği alanlardan bu değişimlere bağlı olarak blok örnekleme yapılmıştır. Arazide yerinde Schmidt çekici sertlik deneyleri yapılmış olup, yapıda kullanılmış örneklerle eski ocak taşlarının deneştirilmesi aşamasında bu çalışma oldukça önemlidir. Ayrıca tarak profilometre ile belirlenecek olan yüzey pürüzlülükleri, yine kullanılan örnek ile taze örnekler arasında karşılaştırma yapılması aşamasında destek sağlaması beklenmektedir.

### 2.3 Laboratuvar Çalışmaları

Yöredeki tarihi yapılarda kullanılan taşlara benzer olan ve taş ocaklarından derlenen örnekler üzerinde gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları, başlıca; petrografik, jeokimyasal, fiziksel ve mekanik özellikler belirlenmesi şeklinde yürütülmüştür.

Örnekleme ile yapılan araştırmalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

1- Farklı alanlarda kullanılan yapı taşlarına benzer ocaklardan alınan örneklerden öncelikle ince kesitler yapılmıştır. Bu kesitlerin polarizan mikroskopta incelenmesi ile kayacın dokusal ve mineralojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece örneklerin; mineralojik bileşimi, minerallerin biçimi, boyut ve kenetlenme dereceleri, ayrışma gibi özellikleri saptanmıştır.

2- Taşlardaki bileşim değişimlerinin belirlenmesi için polarizan mikroskobu ile yapılan çalışmalar bazen yeterli olmamaktadır. Bu amaçla jeokimyasal analizlerin de yapılması gerekli olmuş ve farklı özelliklerdeki taşların içermiş oldukları ana element oksit analizleri XRF yöntemi ile Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında yapılmıştır.

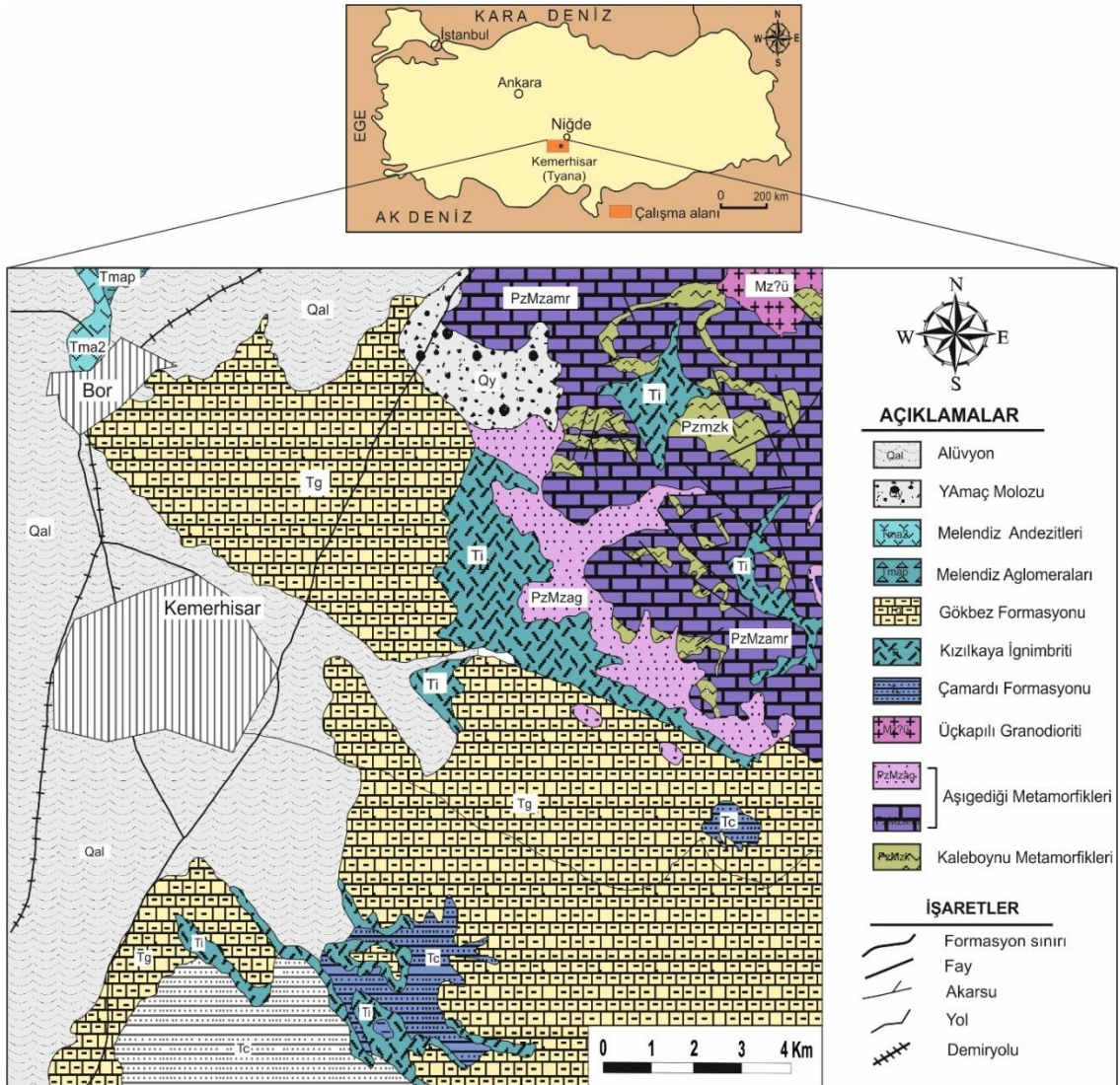
3- Farklı bileşim ve özellikteki taşların indeks ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla araziden alınan blok örneklerden karot örnekleri hazırlanmıştır. Karot örnekleri, iri blok numunelerinden, laboratuvar karot makinesi ile elde edilmiştir. Hazırlanan örnekler üzerinde; kuru ve doymuş birim ağırlık, su emme, görünür porozite, kapiler su emme değerleri belirlenmiştir. Ayrıca aynı örneklere ait, tek eksenli basınç dayanımı, aşınma dayanımı yine karot örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan parça örneklerden suda dağılma (slake-durability) indeksi deneyleri de yapılmıştır.

## BÖLÜM III

### BULGULAR

#### 3.1 İncelenen Birimlerin Jeolojik Özellikleri

Bu bölümde Niğde yöresinden alınan kayaçların bulunduğu litolojiler incelenmiştir. Örnekleme yapılan bölgelere ait birimlerle ilgili bilgiler aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur (Şekil 3.1- 3.2).



Şekil 3.1. Niğde yöresinin jeoloji haritası (MTA 2002'den değiştirilerek hazırlanmıştır)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA	
SENOZOYİK	KUVARTERNER			Alüvyon		Alüvyon, yamaç molozu	
				Halaç Formasyonu		Akarsu çöelleri, çapraz tabakalı, iri taneli, tane destekli, açık renkli kumtaşı.	
	TERSİYER	MIYOSEN - PLİYOSEN	Melendizdağ Volkanitleri	Bor Bazaltı		Siyah, boşluklu, sert, kompakt, soğuma çatlaklı ve yer yer cüruf özellikli.	
				Melendizdağ Andeziti		Yer yer volkanik breş ve algomera içeren lav akıntılarında oluşur.	
				Melendizdağ Tüfü		Gri, sarımsı, beyazımsı; bazik volkanik kayaç parçalarından (plajyoklas, proksen, olivin), volkanik cam bağlayıcıları ve tüf'den oluşur.	
				Melendiz Algomerası		Genellikle andezit çakılı tüf matrikslidir.	
		PALEOSEN EOSEN			Gökbez Formasyonu		Yeşil, beyazımsı marn ve kireçtaşı ardalanması, Çalışma alanının doğusunda iyi laminalı, gri, kahverengi bitümlü çamurtaşı arakatıkları kapsar.
					Havuzlu İgnimbiriti-Tüfü		Açık- koyu gri renkli kaynaklaşmış-kaynaklaşmamış ignimbirit, açık gri renkli tüf.
					Çanaktepe Formasyonu		Çakıltaşı, Kumtaşı ve Siltaşından oluşur.
					Çamardı Formasyonu		Birim; yer yer düşük derecede metamorfizmaya uğramış çakıltaşı, kumtaşı, çakılı kumtaşı ve siltaşı ardalanmasından oluşur.
MESOZOYİK		KRETASE	Niğde Grubu	Üçkapılı Granodiyotiri		Orta ince taneli, granobilastik dokulu az ayrışmalıdır. Gnayslar ile dokanığında kordiyerit-muskovit-granat hornfels, karbonatlar ile dokanığında ise diyopsit-hedenberjit-hornfels ve epidot-granat-skapolit hornfelse rastlanır.	
				Sineksizyayla Metagabrosu		Metagabro; plajiyoklas, amfibol ve klinopirosenden oluşan birim, diğer formasyonlarla birlikte metamorfizma geçirmiş olup gabro ile pegmatide kadar değişim gösterir.	
				Aşıgediği Formasyonu		Orta kalın katmanlı beyazımsı dış görünümü, eklemli, iri kristalli, mermer. Meta - Karbonat bölümünün üst seviyelerde pembe, ince taneli mermerler ve gnayslar yer alır.	
				Kaleboynu Formasyonu		Genel olarak; mermer, kuvarsit ve gnays ardalanmasından oluşur.	
				Gümüşler Formasyonu		Egemen kaya birimini gnayslar oluşturur. Gnayslar içerisinde mermer, amfibolit, kuvarsit bant ve mercikleri gözlenir.	
PALEOZOYİK							

Şekil 3.2. Niğde ve yakın yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Özkan, 2009)

### 3.1.1 Aşıgediği formasyonu

Göncüoğlu vd., (1992) göre, Orta Anadolu metamorfileri, yaygın olarak yüzeylemez ve iki formasyonla simgelenir. Bu iki formasyondan ilkinin temsil eden Aşıgediği metamorfiti (Mza) çalışma alanında en alt ve en yaşlı birimi oluşturmaktadır. Birim ilk kez Niğde yöresinde Aşıgediği metamorfileri olarak adlanmıştır (Göncüoğlu vd.,1994). Fakat Kayseri yöresinin jeolojisi ve volkanik kayaların petrolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda Aşıgediği metamorfiti (Mza) olarak kullanılmıştır.

Formasyon, mermer kristalize kireçtaşlarından oluşur. Birim gri - koyu gri renkli, orta - kalın katmanlı, yer yer yapraklanmalıdır. Seyrek olarak ince şist ara düzeyleri kapsar. Birimin, en altta alacalı renkli metakırıntılarla başladığı, bunların kuvars ve kuvarstik gnayslardan oluştuğu, daha üste doğru sarımsı gri muskovit ve kuvarslı mermerlere geçtiği, bunların da üzerine gri - beyaz renkli kalın katmanlı mermerlerin geldiği ve istifin en üstünde çört ara düzeyli mermerlerin yer aldığı belirtilmektedir. Türkecan vd., (2003) tarafından yapılan çalışmada, formasyonun alt dokanak ilişkisi gözlenememekle birlikte, alt dokanak ilişkisinin tektonik olduğu yapılan çalışmalarda saptanmıştır. Aşıgediği metamorfitinin özgün kalınlığı tektonizma nedeniyle saptanamamıştır (Türkecan vd., 2003).

### 3.1.2 Gökbez formasyonu

Bor-Niğde yöresinde Miyosen yaşlı Gökbez formasyonu, Adana M33 a3-a4-b4-c1-d1-d2 paftalarında yüzeylemektedir. Gökbez formasyonunun kuzeyden güneye doğru görece olarak derinleşen bir göl ortamında çökeldiği, zaman zaman Niğde Grubu metamorfikleri ve Havuzlu ignimbritinden malzeme aldığı, ortama gelen kırıntıların miktarı ve derinliğe bağlı olarak kuzey kesimlerde mikritik, güney kesimlerde sparitik ve batı kesimlerde ise mikritik kireçtaşlarının çökeldiği saptanmıştır (Türkmehmet, 2016). Ayrıca, kireçtaşlarındaki bu farklılaşmaya bağlı olarak yoğunluğu değişen ve gelişen karstlaşma sonucu; çok miktarda lapy, dolin ve grike-clint gibi çeşitli karstik yapıların oluştuğu belirlenmiştir. Formasyonun güney kesimlerinde gözlenen yoğun karstlaşma nedeni ile formasyon kalınlığı 50 cm ye kadar incelmış ve drenaj ağlarına kapılmadan dolayı zaman içinde yok olacağı tesbit edilmiştir. Literatürde yeralan ve makroskopik gözlemlere dayalı saha çalışmaları ile traverten olarak tanımlanan ve

haritalanan formasyon; tatlı su ortamı olan bir göl içerisinde çökelmiş ve yüzeylendikten sonra aşırı karstlaşmaya uğramış kireçtaşlarından oluşmakta olup, gerek kimyasal bileşimi ve gerekse mühendislik parametreleri nedeni ile kireç üretimi veya blok çıkarımına elverişli değildir(Türkmehmet, 2016).

### **3.1.3 Kızılkaya İgnimbriti**

Kızılkaya ignimbriti uzaktan bakıldığında yatay konumlu bazalt akıntılarının andırmaları ile karakteristiktirler. Eklemlili ve sütünsal çatlaklı bir yapıya sahip olan ignimbitler kirli beyaz, sarımsı ve kahverenkli dış görünümlü, taze rengi ise sarımsı beyazdır (Batum, 1978). Birim ilk kez Beekman (1966) tarafından Kızılkaya Köyü'ndeki yayılımı nedeniyle adlandırılmıştır. Oldukça geniş alanlar kapsamaktadır. Yeşilhisar (Kayseri), Ürgüp (Nevşehir), Develi (Kayseri), Aksaray, Niğde arasında her alanda mostralara rastlanır. Yaklaşık 4800-5000 km<sup>2</sup>lik bir alan kaplamaktadır (Pasquare, 1968 ). Kızılkaya İgnimbriti Temel(1992), ve Schumacher (1996)'ya göre tek bir seviyeden ibaret değildir. Altan üste doğru farklı ignimbit ve tüflü düzeyler içermektedir.

### **3.1.4 Niğde bölgesi üst miyosen-pliyosen kaya birimleri**

Bu grubu oluşturan kaya topluluğunu Hasandağı, Keçiboyduran ve Melendiz Dağları volkanitleri ile bunlarla aynı zaman aralıklarında oluşmuş karasal ve gölsel tortullar meydana getirir. Bu volkan dağları Üst Miyosen-Pliyosen boyunca belirli aralıklarla andezit, andezi-bazalt, volkanik tuf, ignimbit ve çeşitli piroklastikler bu volkanlardan patlayarak veya akarak bölgeye yayılmışlardır.

Çanaktepe çakıltaşları; düzensiz tabakalanmalı büyük blok boyutundan kum boyutuna kadar kırıntılardan meydana gelmektedir. İncesu ignimbriti birimin üzerine gelmektedir. İncesu ignimbriti; engebeli bir topoğrafya üzerine değişik kalınlıklarda masif bir örtü halinde yüzeilenmektedir. Gökbez formasyonu; gölsel kireçtaşı, marn ve çamurtaşından oluşmaktadır(Beekman,1966).

### **3.1.5 Hasandağı-Keçiboyduran-Melendizdağı volkanitleri**

Aksaray-Niğde arası Miyosen-Kuvaterner yaş aralığında çok önemli volkanizma etkinliğine tanık olmuştur. Bu dönemde başta Hasandağı, Keçiboyduran ve Melendiz ana volkan konileri olmak üzere bunların çevresinde onlarca kubbemsi küçük parazit koniler oluşmuştur. Bu volkanizma sonucu yüzeye çıkan ilk piroklastikler, aşınmış miyosen topografyası üzerinde yükselmeye başlamışlardır. Bu zamanda topoğrafik yüzeyin yüksek ve karasal kesimlerini, genellikle Orta Anadolu Metamorfik karmaşığı, düzlük ve çukur kesimleri ise Oligo-Miyosen tortullarının aşınmış yüzeyleri ile görsel alanlar oluşturuyordu Aksaray-Niğde arasındaki bu volkanik bölgede yüzeye ilk çıkan volkano klastikler olmuştur. Bunlar Hasandağı bazaltik volkanizmasından önce meydana gelen ignimbritik bir volkanizma ürünüdür. Bölgede çıkış merkezinden itibaren en uzak kesimlere kadar yüzeyi örtmüşlerdir. Bundan sonra Riyodasitik lavların çıkmasıyla ignimbrit volkanizması devrini tamamlamış ve kapanmıştır. Daha sonra andezit-bazalt volkanizması başlamış ve bunu piroksen-hornblend bazaltları izlemiş ve nihayet olivin bazaltlar gelmiştir. Bazalt volkanizmasının son safhası olivin bazaltlarının depolanmasıyla sona erer ve bazalt volkanizmasının başlaması Pleistosenin başlamasına karşılık gelir (Beekman,1966).

### **3.1.6 Tüfler**

Melendiz ırmağına ait drenaj sistemi düzlük halindeki tüf sahası ile kesişmekte ve yatay tabakalar teşkil eden tüfitleri, tüfleri ve ignimbritleri meydana getirmektedir. Konili saha daha ziyade Hasan dağı'nın güneybatısında gelişmiştir. Hasan dağı konileri Melendiz dağı'nın daha olgun topografyasına nispetle daha sarp ve gençtir (Beekman, 1966).

### **3.1.7 Andezit-bazaltlar**

Bunların çoğu bazalt lavları ile örtülüdür. Genellikle sadece Keçiboyduran ve Melendiz Dağlarının derin duvar yapıları içinde mostra verdikleri görülür. Melendiz ve Keçiboyduran Dağlarının bazalt akıntularından önceki püskürme yerleri de bu kayalardanır. Ovalarla ilgili volkanizmada da yalnız bazaltlara rastlanmıştır. Andezit-bazalt petrografik yönden ve görünüşü itibariyle bir geçiş kayacıdır (Beekman, 1966).

### **3.1.8 Bazaltlar**

Melendiz Dağının kuzeyinde ve Hasandağı çevresinde görülen bazalt akıntıları, Melendiz Dağı volkanik akıntıları ile ovadaki volkanik konilerin son püskürük ürünlerini oluştururlar (Beekman, 1966).

### **3.1.9 Kuvaterner çökelleri**

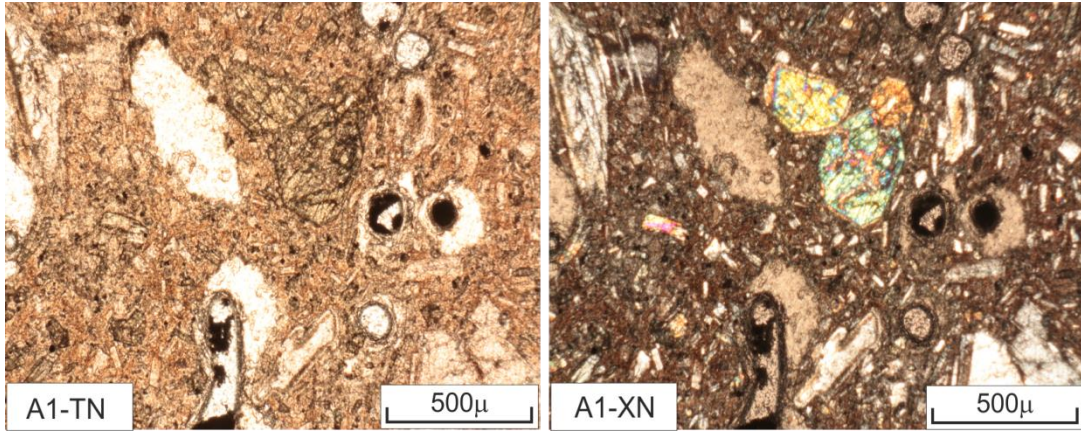
Bunlar, eski alüvyon, yamaç molozu, alüvyon konileri ve yeni alüvyonlardır. Bölge, Pliyosen sonrası bir yükselme geçirmesi nedeniyle erozyon hızlanmış ve aşınan materyal sellenmelerle düzlük ve çukur kesimlere doğru akmakta ve depolanmaktadır. Güncel alüvyonlar genelde ince materyalden oluşmaktadır. Burada az oranda eski alüvyon çökelleri, yamaç molozu ve bol miktarda güncel alüvyon gözlenmektedir. Alüvyonlar genellikle gevşek çakıl, kum, silt ve kilden oluşur.

### **3.2 İncelenen Örneklerin Petrografik Özellikleri**

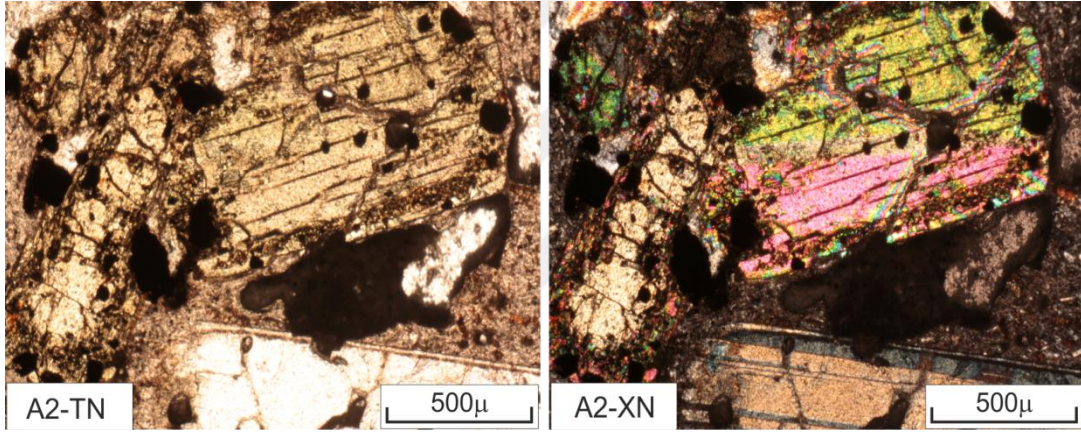
Çalışma kapsamında farklı yörelere ait 13 farklı örneğin ayrı ayrı petrografik tanımlamaları yapılmıştır. Yapılan petrografik incelemelerde aynı litolojideki farklı örnekler arasındaki değişimin; tanelerin dağılımı, fenokristallerin büyüklüğü, minerallerin ve düzensiz boşlukların oranı, litik kayaç parçaları, opak mineral oranı ve örneklerin dokusu gibi özelliklerin olduğu belirlenmiştir.

Melendiz formasyonu Taşkesti tepe andezitine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç içerisinde yarı öz şekilli ve öz şekilli, mikro kristal boyutlu ve mikrolitik plajioklaslar bol miktarda bulunmakta olup, bunlara ortopiroksen (enstatit) ve tek yönde dilinim gösteren klinopiroksenler (ojit) eşlik etmektedir. Kayaçtaki mineralleri birarada tutan matrikste de bu minerallerin mikro kristalleri yanında koyu renkli volkanik cam bulunur. Tali mineral olarak piroksen ve amfibollere de rastlanılmıştır. Ancak A1 örneğinde kayaç kısmen mikro plajioklas mikrolitlerinden, kısmen volkan camından (açık kahverengi) oluşan bir hamur içinde bulunmakta, bazaltik andezit görünümü sunmaktadır. Plajioklaslarda zonlanmalar mevcuttur. Plajioklasların yüzeyinde ve diğer minerallerin sınırlarında bozunma etkileri görülmüştür. Genel olarak örnekte yapılan incelemeler sonucunda kayacın yoğun bir

şekilde alterasyona uğradığı görülmüştür.



**Şekil 3.3.** A1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

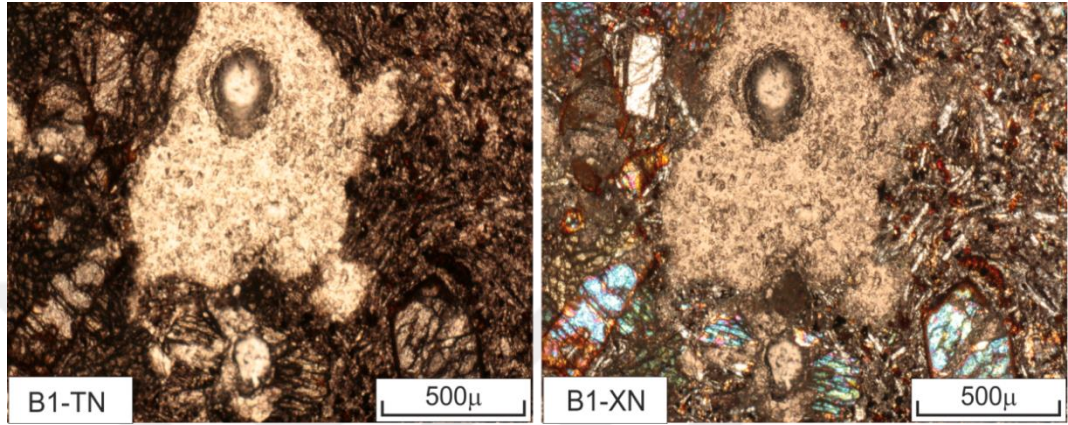


**Şekil 3.4.** A2 örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

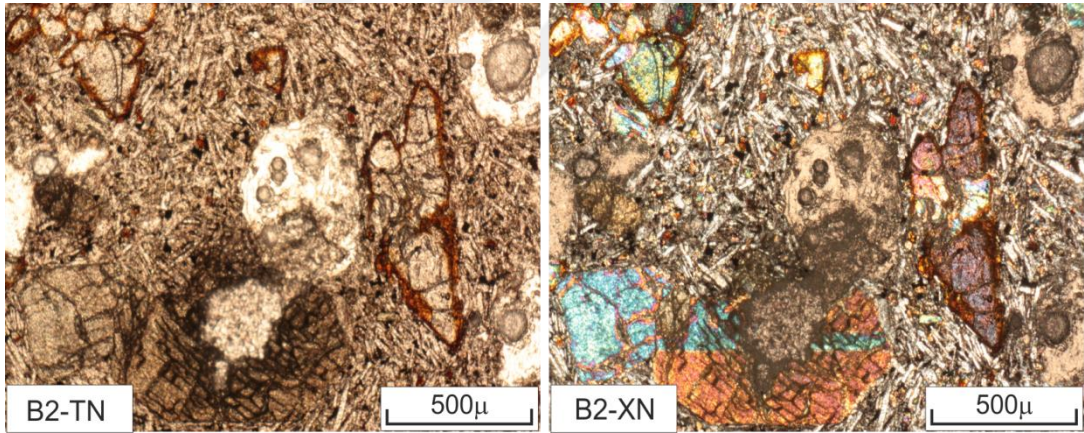
Bazaltlardan alınan B1 ve B2 örneklerindemikrolit şekilli çok sayıda plajiyoklas mineralleri ve daha az miktarda ojit mikrolitlerinin birbirini keser-engeller biçimde dağıldığı ve bunları ortopiroksen (enstatit), olivin ve opak minerallerin arasını volkan camının kaplaması şeklindedir. Örnekler de olivinler bol kırık ve çatlaklı olmakla birlikte plajiyoklaslarda serizitleşme gözlenmiştir. B2 örneğinde de kayaca aynı mineraller eşlik etmekle beraber, yaygın olarak olivin ve plajiyoklas daha az oranda ise piroksen kristalleri bulunmaktadır. Kayaçta tipik iki yönde dilinime sahip yarı öz şekilli plajiyoklas fenokristallerinin yüzeylerinde ve diğer minerallerin sınırlarında ayrışma etkileri gözlenmiştir.

Kızılkaya ignimbiritinden alınan örnekte farklı derecede kaynaşma özellikleri

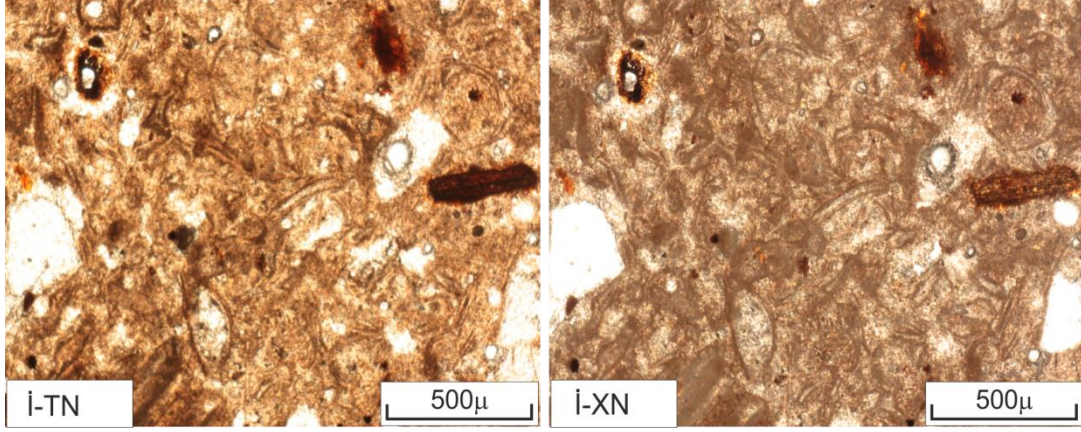
sunmaktadır. Ayrışma etkileri özellikle kayacın tamamında değil, mineral ve litik tanelerin sınırlarında belirgin bir şekilde görülmektedir. İncelenen örneğin opak mineral oranı ise düşük olup, yer yer volkanik kayaç ve cam parçaları ile yaygın litik kırıntılı volkanik külden oluşan bir matriks içinde yer alması şeklindedir. Örneklerin vitroklastik dokuda oldukları belirlenmiştir.



**Şekil 3.5.** B1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

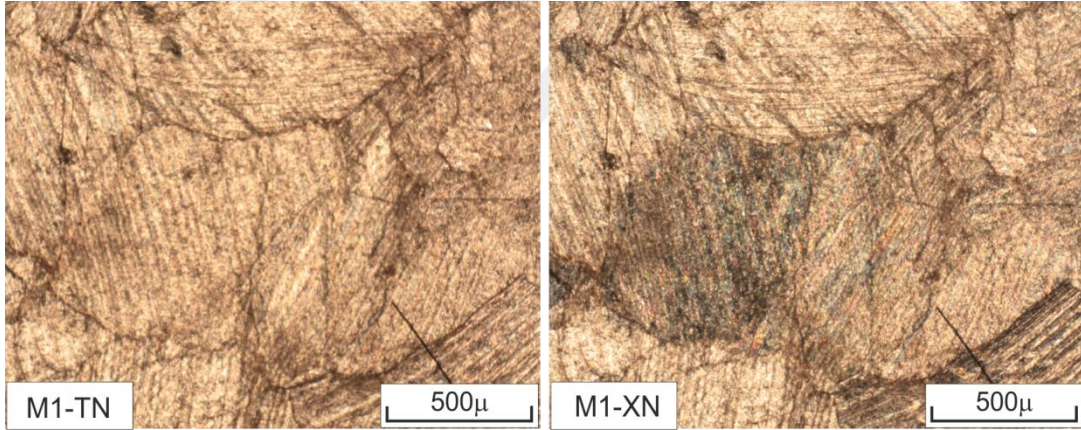


**Şekil 3.6.** B2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

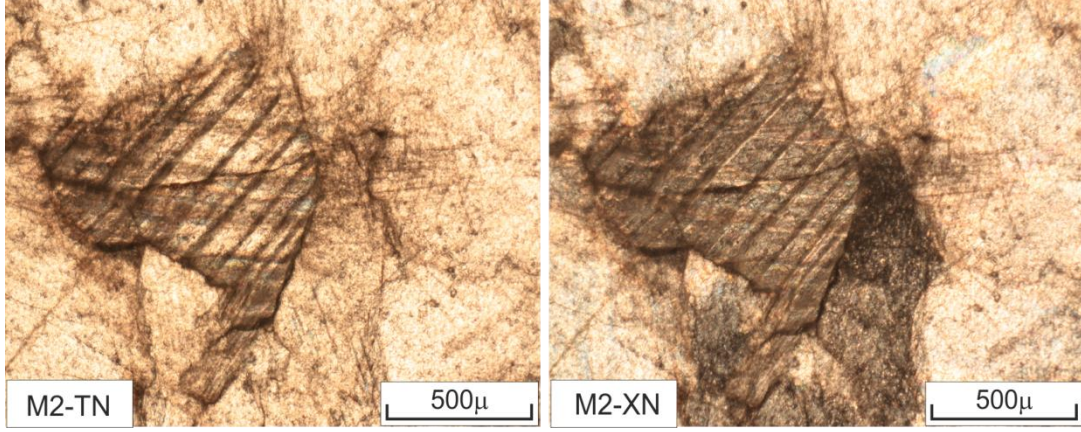


**Şekil 3.7.** I nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

Mermerlerden alınan örneklerden M1 örneği, M2 örneğine oranla nispeten daha küçük taneli olup, holokristalin dokulu ve polisentetik ikizlenme gösteren kalsit kristallerinden oluşmuştur. Kayaç tamamen kristalli yapıda olup, düzenli ya da düzensiz boşluklar ince kesitlerinde belirgin olarak gözlenememiştir (Şekil 3.9, 3.10).

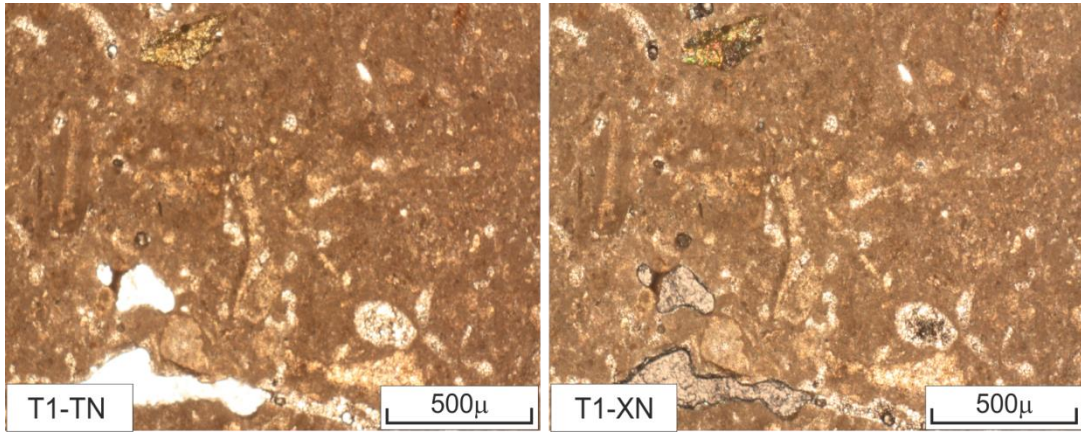


**Şekil 3.8.** M1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

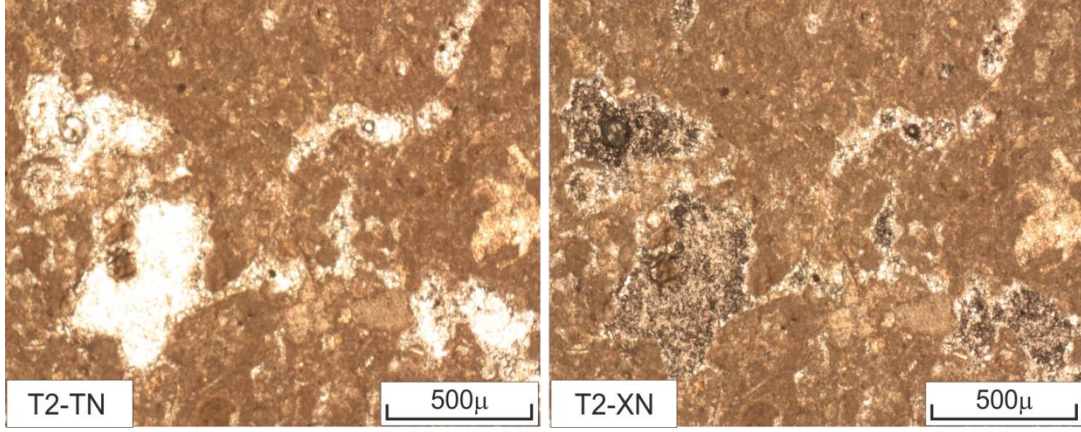


**Şekil 3.9.** M2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

Travertenlerden alınan örneklerinin hazırlanan ince kesitlerinde düzensiz erime boşluklu yapısı ile belirgin oldukları ortaya konulmuştur. Söz konusu boşluklar çoğunlukla ikincil iri kalsit kristalleri ile dolgulularak gözlenmiştir. Kalsit mineralleri dışında farklı mineral ve kayaç parçaları gözlenmemiş olup, kayaç mikritik özellikler sunmaktadır. Yer yer iri taneli anhedral sparitik kalsitler de belirgin olarak gözlenmektedir. Kayacın boşlukları diğer örneklere nazaran nispeten yüksek oranlardadır (Şekil 3.11-3.12).



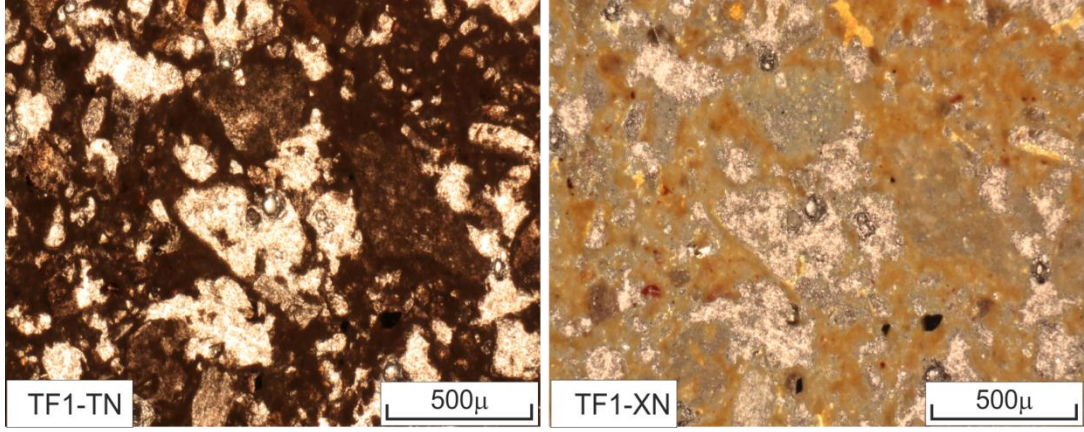
**Şekil 3.10.** T1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)



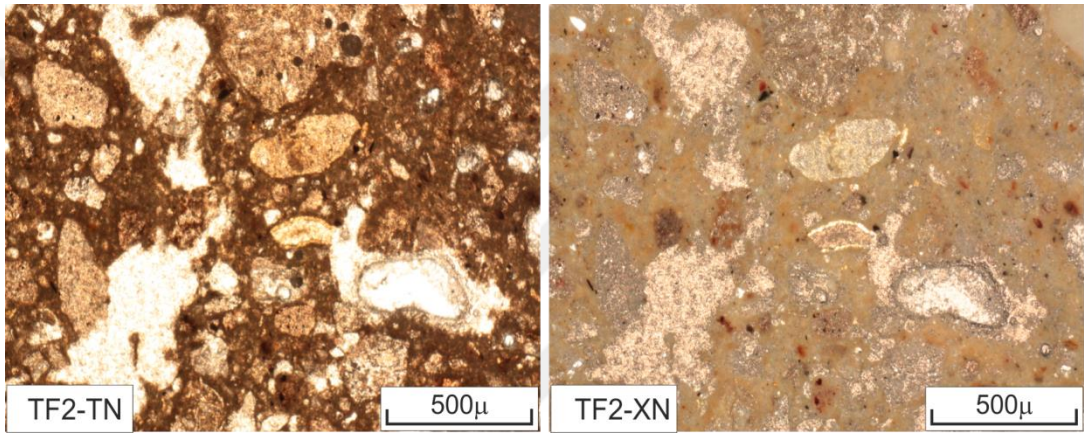
**Şekil 3.11.** T2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

Melendiz tüflerine ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç, genel olarak gri, sarımsı beyaz ve beyaz renklerde olup, plajiyoklas, piroksen, biyotit, opak mineraller ve litik tanelerin yer aldığı bazik volkanik kayaç parçalarını bağlayan koyu kırmızı, kahverenkli volkanik camdan oluşmaktadır. Bu örneklerin bünyelerindeki litik kayaç parçaları diğer örneklere göre nispeten daha fazladır. Bu litik kayaç parçaları farklı renk, boyut ve şekillerdedir.

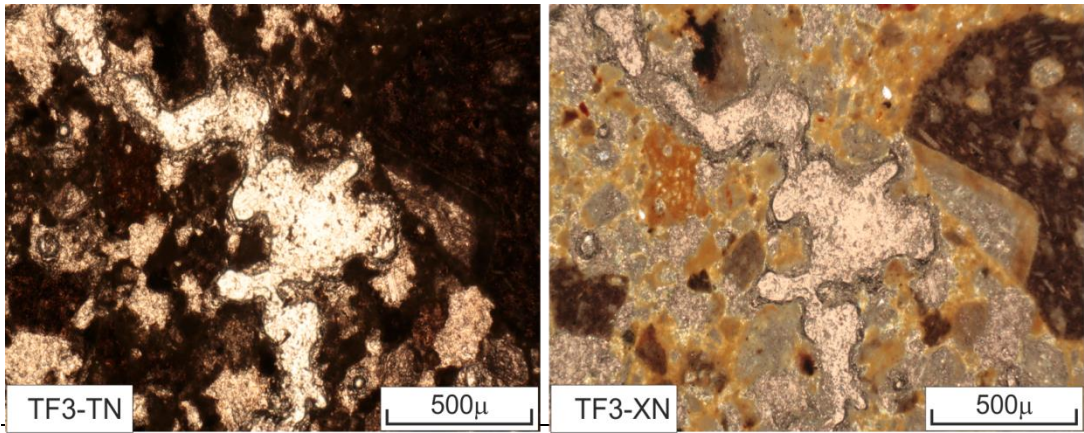
Örneklerin bünyesinde oluşumu esnasında kazanılan düzensiz boşluklar, kayacın su emme koşullarını tetikleyen dolayısıyla jeomekanik özelliklerin değişimini etkileyen en önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Ayrıca örnekler üzerinde hidrotermal alterasyondan dolayı renk değişimine rastlanmıştır. Petrografik incelemelerde örneklerin tane oranı ile matris oranı arasındaki fark makro boyutta bile görülebilecek düzeyde diğer örneklere oranla daha azdır. Örneklerde ayrışma etkileri belirgin olup, örnekler hipokristalin porfirik doku sunmaktadır.



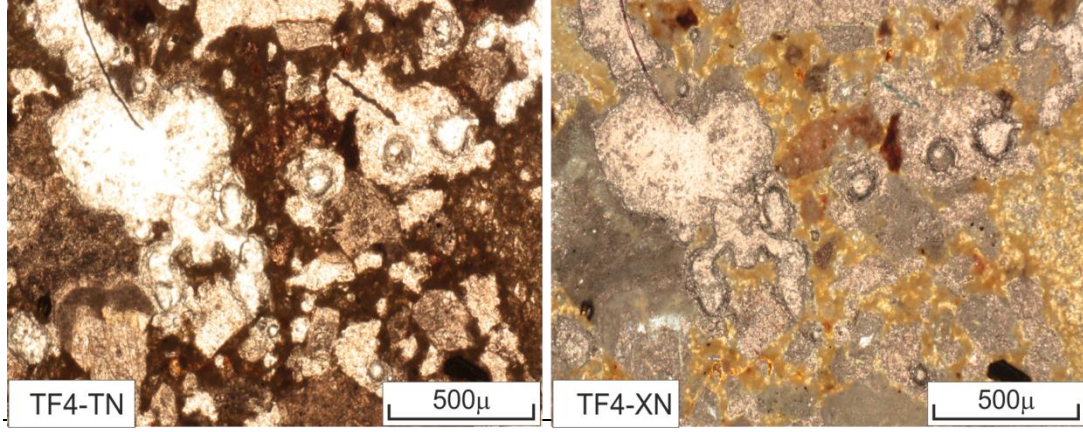
**Şekil 3.12.** TF1 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)



**Şekil 3.13.** TF2 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)



**Şekil 3.14.** TF3 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)



**Şekil 3.15.** TF4 nolu örneğinin petrografik görüntüsü (büyütme 4X)

### 3.3 İncelenen Örneklerin Jeokimyasal Özellikleri

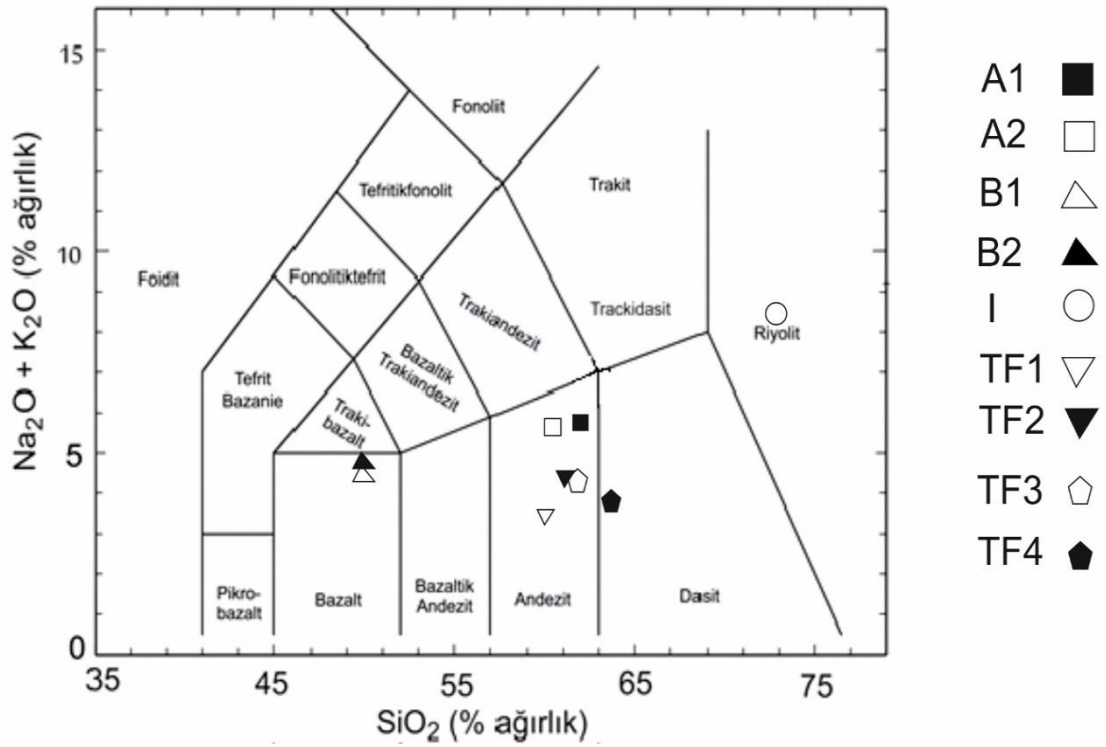
İncelenen örnekler içindeki elementlerin türü ve dağılımlarını daha iyi anlayabilmek için XRF analizleri yapılmıştır. Araziden derlenen taze örnekler üzerinde yapılan jeokimyasal analizlerde ana oksit içerikleri saptanmıştır. Örneklerin jeokimyasal analizleri XRF yöntemi ile Üniversitemiz Merkez Laboratuvarlarında, yaptırılmıştır. Örneklere ait jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.1.** İncelene örneklerin ana oksit değerleri

Özellik (%)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	A.K (1000°C)	Toplam
A1	62,365	16,086	4,618	3,283	6,23	2,883	3	0,62	0,199	0,085	0.500	99,59
A2	59,903	16,029	4,399	2,995	7,209	3,053	2,751	0,568	0,202	0,087	2.660	99,98
B1	49,772	16,666	8,368	7,008	9,727	2,94	1,599	1,323	0,515	0,147	1.700	99,92
B2	50,196	16,522	8,357	7,599	9,523	3,351	1,598	1,273	0,526	0,152	0.680	99,93
İ	72,75	12,962	1,665	0,271	1,844	3,375	4,475	0,251	0,258	0,029	2.010	99,94
M1	1,411	0,30	0,185	0,665	55,23	0	0,011	0,026	0,023	0,014	40.840	99,57
M2	1,613	0,35	0,244	0,509	55,188	0	0,073	0,067	0,089	0,021	41.880	99,98
T1	1,945	0,477	0,235	0,471	53,393	0,013	0,068	0,147	0,033	0,005	43,16	99,87
T2	1,433	0,33	0,135	0,25	52,682	0	0,034	0,079	0,029	0,004	45.030	99,94
TF1	60,018	3,467	11,859	0,132	1,486	0,249	3,228	0,791	0,428	0,023	17.300	99,96
TF2	61,38	9,256	7,147	0,084	0,647	0,311	4,152	0,646	0,353	0,012	15.520	99,97
TF3	59,717	4,285	12,437	0,107	0,905	0,332	3,938	0,723	0,742	0,011	16.140	99,93
TF4	64,271	4,584	10,234	0,187	0,55	0,35	3,341	0,756	0,695	0,014	14.510	99,98

Tüf, ignimbirit örneklerinin başlıca ateşte kayıp oranları fazladır. Aynı litolojideki örneklerin jeokimyasal özellikleri ise birbirine oldukça yakındır.

Örneklerin kimyasal analizlerden elde edilen verilerin Le Bas vd., (1986) toplam alkali - silikat diyagramında yapılan değerlendirmelerinde; A1, A2 örnekleri andezit trakiandezit sınırında, B1, B2 örnekleri bazalt-trakitbazalt sınırında, TF1, TF2, TF3 örnekleri andezit, TF4 örneği ise dasit-andezit sınırında olup, I örneği ise riyolit bileşimindedir (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. İncelenen örneklerin Le Bas vd., (1986)'a göre toplam alkali - silikat miktarlarına göre adlandırılması

### 3.4 İncelenen Örneklerin Fizikomekanik Özellikleri

İncelenen kayaçların jeomekanik özelliklerinin belirlenmesi aşamasında, blok örnekler üzerinde schmidt sertlik deneyleri yapılmıştır. Taze blok örneklerden elde edilen karot örnekler üzerinde ise, kuru ve doygun birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme, kılcal su emme, görünür porozite, P-dalga hızı, donma-çözünme, tek eksenli basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Silindirik örnekler üzerinde Böhme yüzeysel aşınma deneyi ve hazırlanan küresel parça örnekler üzerinde ise suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi

deneyi yapılmıştır. Deneysel çalışmalar TSE 699 ve ISRM (2007) tarafından önerilen yöntemler esas alınarak yapılmıştır. İncelenen kayaçların jeomekanik özelliklerine yönelik değerlendirmeler, başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

### 3.4.1 Kuru birim ağırlık

Farklı yörelerden derlenen kayaç örneklerinin kuru birim ağırlık deneyleri, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem kullanılarak beş karot numunesi 105° C'ye ayarlanmış fırında 12 saat kurutulduktan sonra tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2.'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.2.** İncelenen örneklere ait kuru birim ağırlık değerleri

<b>Kuru Birim Ağırlık, <math>\gamma_d</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	5	20,46	20,95	0,18	20,68
A2	5	21,23	21,63	0,19	21,42
B1	5	20,29	21,20	0,38	20,83
B2	5	22,65	24,14	0,64	23,55
İ	5	14,73	15,15	0,17	14,98
M1	5	26,35	26,47	0,06	26,41
M2	5	26,26	26,86	0,24	26,37
T1	5	21,40	22,25	0,40	21,82
T2	5	23,01	23,86	0,35	23,48
TF1	5	14,10	14,88	0,29	14,53
TF2	5	15,32	15,74	0,19	15,57
TF3	5	15,39	16,08	0,30	15,74
TF4	5	14,40	14,81	0,17	14,65

Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi, birim ağırlıklar açısından en düşük değerler tüf ve ignimbrit örneğinden en yüksek değerler ise mermerler ile nispeten daha düşük boşluğa sahip bazalt örneklerinden elde edilmiştir.

### 3.4.2 Doymun birim ağırlık

Yapı malzemesi araştırmalarında kayacın doymun birim ağırlığının bilinmesi son derece önemlidir. Suya doymun konumda bulunan kayaların, birim ağırlığında gözlenen değişim kayada bulunan etkili gözenekleri sayesinde. Birim ağırlık değerini önemli

ölçüde denetleyen unsurlar bulunmaktadır. Bunların en önemlisini, kayacın jeokimyasal bileşimi ve boşluk yapısı oluşturmaktadır. Özellikle kayadaki boşlukların birbiri ile ilişkili olması ve gözeneklerde bulunan suyun, doygun ağırlığı değiştirdiği bilinmektedir (McNally, 1998).

Doygun birim ağırlık deneyleri, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınarak, numuneler 24 saat suda bekletilerek yüzeylerindeki su tanecikleri hafifçe havlu ile silinerek tartılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.3.'te sunulmuştur.

**Çizelge 3.3.** İncelenen örneklere ait doygun birim ağırlık değerleri

<b>Doygun Birim Ağırlık, <math>\gamma_s</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	5	20,85	21,31	0,17	21,05
A2	5	22,08	22,43	0,14	22,24
B1	5	20,78	21,72	0,39	21,32
B2	5	22,91	24,38	0,63	23,80
İ	5	17,45	17,94	0,21	17,73
M1	5	26,37	26,49	0,06	26,43
M2	5	25,88	26,47	0,24	26,29
T1	5	22,18	22,97	0,35	22,60
T2	5	23,69	24,38	0,27	24,08
TF1	5	16,88	17,75	0,32	17,27
TF2	5	17,86	18,27	0,18	18,10
TF3	5	17,59	18,11	0,23	17,88
TF4	5	16,59	16,97	0,17	16,83

Örneklerden elde edilen sonuçlara göre, kuru birim ağırlık değeri yüksek olan örneklerin doygun birim ağırlık değerleri de yüksek değerdedir (Çizelge 3.3).

### 3.4.3 Su emme

Kayanın su emme değeri, don sonucu etkilerinin belirlenmesinde etkin bir değerlendirme ölçütü olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca yapı taşı olarak kullanılan kayaların nemlenme ile bozulmasını sağlamakta ve kayanın dayanımını düşürmesi nedeniyle, yapı malzemesi olarak kullanılması düşünülen taşların su emme

oranlarının belirli değerlerde olması gerekmektedir (Korkanç, 2007).

Bilindiği gibi, su emen kayaçların hacimlerinin az veya çok artmaktadır. Ayrıca su emme değeri, kaya içerisinde bulunan boşlukların durumunun bilinmesinde ve bu boşlukların birbiri ile olan ilişkilerini belirlenmesinde oldukça önemlidir. Kayalarda su emme değerinin değişiminin belirlenmesi ile dona ve termik genişlemeye karşı dolaylı bilgi edinilmesini sağlamaktadır (Postacıoğlu, 1987; McNally, 1998).

Örneklere uygulanan ağırlıkça su emme deneyi, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınarak, beş karot numunesi üzerinde ağırlıkça ve hacimce su emme deneyi kayaç örneklerinin ağırlıklarına ve hacimlerine oranla, boşlukların alabileceği su miktarının saptaması amacıyla yapılır. Deneyde kullanılan aletler ölçüm kumpas aleti (0.1 mm. hassasiyetle), saf su (450 ml), terazi (0.1 gr hassasiyetle) ve fırın ( $105 \pm 5$  0C kapasiteli) dir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.4.'te sunulmuştur.

**Çizelge 3.4.** İncelenen örneklere ait ağırlıkça su emme değerleri

<b>Ağırlıkça Su Emme, <math>w_a</math> (%)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	5	1,72	1,88	0,06	1,80
A2	5	3,42	4,16	0,29	3,81
B1	5	2,25	2,48	0,09	2,37
B2	5	0,96	1,23	0,12	1,06
İ	5	18,06	18,59	0,19	18,37
M1	5	0,07	0,08	0,01	0,07
M2	5	0,07	0,09	0,01	0,08
T1	5	3,19	4,03	0,33	3,57
T2	5	2,21	3,02	0,41	2,55
TF1	5	18,24	19,70	0,63	18,81
TF2	5	16,03	16,57	0,27	16,26
TF3	5	12,55	14,31	0,77	13,59
TF4	5	14,48	15,18	0,26	14,84

Çizelge 3.4'te görüldüğü gibi, ortalama en yüksek ağırlıkça su emme değerleri tuf ve ignimbrit örneklerinden elde edilmiştir. En düşük ağırlıkça su emme değeri ise M1 ve M2 nolu mermer örneklerinden elde edilmiştir.

### 3.4.4 Kılcal su emme

İncelenen örneklerin kılcal su emme potansiyellerini belirlemek amacıyla kapiller su emme deneyi yapılmış ve kılcallık katsayısı hesaplanmıştır. Deney TS EN 1925 standardına göre 3 karot örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.26). Deneysel verilerden elde edilen değerler,  $\text{kg/m}^2\text{h}$  cinsinden Çizelge 3.5.'te verilmiştir.



Şekil 3.17. Kılcal su emme deneyinde su emme miktarının belirlenmesi

Çizelge 3.5. İncelenen örneklere ait kılcal su emme katsayısı değerleri

Kılcal su emme katsayısı, $C_1$ ( $\text{kg/m}^2 \text{ h}$ )					
Örnek No	Deney Sayısı	Min.	Max.	S.Sapma	Ortalama
A1	3	0,53	0,58	0,038	0,56
A2	3	1,31	1,33	0,017	1,32
B1	3	0,61	0,67	0,042	0,64
B2	3	0,27	0,33	0,042	0,30
İ	3	8,20	8,59	0,27	8,39
M1	3	0,03	0,04	0,005	0,03
M2	3	0,03	0,04	0,002	0,03
T1	3	1,11	1,17	0,045	1,14
T2	3	0,66	0,69	0,019	0,68
TF1	3	3,22	3,62	0,28	3,42
TF2	3	3,53	5,18	1,171	4,35
TF3	3	5,80	5,82	0,013	5,81
TF4	3	4,12	4,82	0,494	4,47

Çizelge 3.5.'te görüldüğü gibi, incelenen kayaçlardan ortalama en yüksek kapiler su emme değeri İ örneğinden elde edilmiştir. En düşük kapiler su emme değeri ise M1-M2 örneklerinden elde edilmiştir.

Tomašić vd. (2011) çalışmalarında doğal taşlarda kılcal su emmenin bileşim, yapı, doku ve boşlukların karakteri gibi çeşitli petrografik özelliklere bağlı olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca, Dinçer vd., (2013), yaptıkları çalışmada, kayaçların kapiler su emme değerleri ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen kılcal su emme değerlerine bakıldığında kapileritenin, kayaçların bileşimine, kaynaşma durumuna, yapısına, dokusuna, alındığı lokasyonun konumuna ve boşlukların karakteri gibi jeomekanik özelliklere bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir.

### 3.4.5 Görünür porozite

Yapı malzemesi olarak değerlendirilecek kayaların porozitelerinin bilinmesi son derece önemli bir özelliktir. Kayaların, porozite değerlerindeki değişim kayanın fiziksel özellikleri yanında mekanik özelliklerini de önemli ölçüde etkilemektedir (Goodman, 1989). İncelenen kayaçların, görünür porozite değerlerini belirlemek amacıyla, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem esas alınmıştır. Her bir deney beşer karot numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Karot olarak hazırlanan numuneler 105° C'ye ayarlanmış etüvde 18 saat bekletildikten sonra alınmıştır. Kuru ağırlıkları belirlenen numuneler daha sonra 24 saat saf suda bekletilmiştir. Suya doymun numunelerin ağırlıkları belirlenerek, porozite ve boşluk oranı değerleri elde edilmiştir. Kayaçlardan elde edilen görünür porozite değerleri Çizelge 3.6.'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.6.** İncelenen örneklere ait görünür porozite değerleri

<b>Görünür porozite, <math>n_e</math> (%)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	5	3,67	3,91	0,09	3,79
A2	5	7,53	9,01	0,57	8,32
B1	5	4,84	5,37	0,22	5,03
B2	5	2,34	2,90	0,24	2,55
İ	5	27,41	28,43	0,47	28,04
M1	5	0,18	0,22	0,02	0,20
M2	5	0,19	0,24	0,02	0,20
T1	5	7,22	8,84	0,62	7,93
T2	5	5,36	6,98	0,89	6,09
TF1	5	27,22	29,22	0,89	27,86
TF2	5	25,59	25,97	0,14	25,80
TF3	5	20,57	22,47	0,85	21,78
TF4	5	21,86	22,54	0,28	22,16

İncelenen örnekler içerisinde mermerlerin en düşük porozite değerine sahip olduğu belirlenmiş olup, tüfler ve ignimbritler dokusal özellikleri sonucu boşluklu bir yapı sunmaktadır. Bu örneklerin porozite değerlerinin de yüksek olması kayanın oluşumuna bağlı bir özelliktir (Çizelge 3.6).

İncelenen kayalar, Tarhan (1989)'a göre porozite yönünden sınıflandığında (Çizelge 3.7) TF1, TF2, TF3, TF4 ve İ örneklerinin “çok fazla boşluklu kaya”, A2 örneği “oldukça boşluklu kaya” sınıfına girmektedir. Bu sınıflamaya göre yorum yaptığımızda en dayanıksız ve sudan en fazla etkilenecek olan litolojilerin tüfler ve ignimbritler olacağı açıktır.

**Çizelge 3.7.** Kayaçların porozite değerlerine göre sınıflanması (Tarhan, 1989)

<b>Kaya Sınıfı</b>	<b>Porozite ( % )</b>
Çok Kompakt	<1
Az boşluklu	1-2.5
Orta boşluklu	2.5-5
Oldukça boşluklu	5-10
Çok boşluklu	10-15
Çok fazla boşluklu	>20

Yapılan araştırmalarda; porozitenin artması sonucu, kayanın mukavemeti azalmakta ve kaya içinde farklı gerilmelerin oluşmasına neden olmaktadır. Porozitenin artmasıyla atmosfer etkilerine karşı direncin düştüğü bilinmektedir. Ayrıca porozitenin artması kayanın düşük yoğunluk kazanmasına neden olmaktadır (Tarhan, 1996).

### **3.4.6 P-dalga hızı**

P-dalga hızı, kayanın dayanım özelliklerine yaklaşım sağlaması açısından oldukça önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, kayanın boşluk, ayrışma vb. etkilerinin belirlenmesi amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadır. P-dalga hızı laboratuvarlarda doğrudan ya da dolaylı olarak ölçülebilir (Kahraman, 2002).

Deneyler, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem, kayaç örnekleri içerisinden geçirilen sıkışma (P) ve makaslama(S) dalgalarının yayılma hızlarından yararlanılarak,

kayaç malzemesinin dinamik Young modülü ile dinamik Poisson oranının tayini amacıyla yapılır. 3 er adet karot numunesi üzerinde, sadece P-dalga hızı ölçülmüştür. Deneylerden elde edilen P-dalga hızları Çizelge 3.8.'da sunulmuştur.

**Çizelge 3.8.** İncelenen örneklere ait P-dalga hızı değerleri

Örnek No	Deney Sayısı	P-dalga hızı, $V_p$ (m/sn)			
		Min.	Max.	S.Sapma	Ortalama
A1	3	2404,53	2502,54	49,04	2452,47
A2	3	2727,10	2885,65	84,29	2789,85
B1	3	3656,99	3923,88	143,99	3821,66
B2	3	4855,67	5053,38	99,60	4961,53
İ	3	2129,22	2148,69	10,66	2141,47
M1	3	4958,33	5080,42	68,48	5001,46
M2	3	3910,57	3969,70	32,47	3932,39
T1	3	4256,80	4322,49	32,92	4288,33
T2	3	5046,26	5143,91	48,83	5094,79
TF1	3	2470,26	2741,22	135,95	2599,19
TF2	3	2786,70	2954,26	96,15	2897,71
TF3	3	2748,06	2837,57	50,20	2779,69
TF4	3	2699,56	2739,31	22,70	2713,10

İncelenen örneklerinin P-dalgası hız değerleri oldukça değişkendir. İncelenen örneklerden elde edilen en yüksek P-dalga hızı değeri T2 örneğine ait olup, en düşük değer ise İ örneğine aittir. İ örneğinin düşük P-dalga hızı değerleri sunmasında kayanın dokusunun ve porozitenin yüksek olmasının etkin olduğu açıktır.

Elde edilen P-dalga hız değerlerinin ISRM (1978)'e göre yapılan sınıflandırmaya göre (Çizelge 3.9) A2 nolu örnekler “düşük sonik hıza sahip kaya”, B1 ve M2 nolu örnekler “orta düşük sonik hıza sahip kaya” ve İ örneği ise “çok düşük sonik hıza sahip kaya”olarak tanımlanmıştır.

**Çizelge 3.9.** Kayaçların sonik hız sınıflaması (ISRM, 1978)

Sınıf	Sonik Hız	Tanımlama
1	<2500	Çok düşük hız
2	2500-3500	Düşük hız
3	3500-4000	Orta hız
4	4000-5000	Yüksek hız
5	>5000	Çok yüksek hız

### 3.4.7 Schmidt çekici sertlik indeksi

Başlangıçta betonun dayanımını tahmin etmek amacıyla geliştirilen Schmidt sertlik çekici, kayaların dayanımlarının özellikle arazide kısa süre içerisinde dolaylı yoldan tahmin edilmesi için uzunca bir süreden beri kullanılmaktadır. Deney, arazide kayanın gözlendiği mostralarda, aynalarda, ayrık bloklarda ve karotlar üzerinde kolaylıkla uygulanabilmektedir (Şekil 3.28) (Kahraman vd., 2002).



**Şekil 3.18.** Schmidt çekici ile araziden ve blok numune üzerinden ölçüm alımı

Deney, ISRM(2007) tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır. Deney  rneği üzerinde birbirinden uzaklığı en az çekicinin u  çapına eşit olan, en az 10 farklı noktada tekrarlanarak okunan geri sıçrama sertlik değerleri ve çekicinin konumu kaydedilir. Deney sırasında herhangi bir çatlak oluşması veya gözle görülebilir diğer bir yenilmenin gelişmesi halinde deney iptal edilir. Blok  rnekler üzerinde gerçekleştirilen ölümlerden elde edilen Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri,  izelge 3.11’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.10.** İncelenen  rneklerle ait Schmidt çekici sertlik indeksi değerleri

<b>Schmidt çekici sertlik indeksi, SHV (L-tipi)</b>					
<b>�rnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	10	33	38	2,41	35,4
A2	10	34	42	3,35	36,2
B1	10	32	40	3,05	35,6
B2	10	44	52	3,29	48,4
İ	10	30	33	1,10	31,2
M1	10	43	45	0,89	43,6
M2	10	42	45	1,30	43,2
T1	10	34	48	5,73	41,6
T2	10	40	44	1,67	41,6
TF1	10	28	32	2	30
TF2	10	35	40	1,95	37,4
TF3	10	32	40	3,35	34,2
TF4	10	21	30	3,32	25

İncelenen  rnekler arasında Schmidt çekici sertlik değerleri en yüksek B2, en düşük değerler ise TF4 örneğinden elde edilmiştir ( izelge 3.11). Günümüzde yapılan araştırmalarda, Schmidt çekici sertlik indeksleri sınıflama parametresi (ISRM, 1978) olarak yaygın kullanıma sahiptir ( izelge 3.12). İncelenen kayaçlar Schmidt çekici sertlik değerlerine göre değerlendirildiğinde, TF4 nolu örnek ‘‘yumuşak kaya’’, B2 nolu örnek ‘‘ ok sert kaya’’, diğer örnekler ise ‘‘sert kaya’’sınıfında yer almaktadır.

**Çizelge 3.11.** Schmidt çekicine göre kayaçların sertliğinin sınıflandırılması (ISRM, 1978)

<b>Kaya Sınıfı</b>	<b>Schmidt Çekici Sertlik Değeri</b>
Aşırı sert kaya	>60
Çok sert kaya	45-60
Sert kaya	30-45
Yumuşak kaya	24-30
Çok yumuşak kaya	20-24
Katı toprak	16-20

#### **3.4.8 Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi**

Bu deney, kayaç örneğinin standart dört çevrim süresince kurumaya ve ıslanmaya bırakılması durumunda, parçalanmaya ve zayıflamaya karşı gösterdiği duraylılığın belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır (ISRM, 1981). Özellikle tuf, marn ve kil içeren zayıf kayaların ıslanma ve kuruma sonucunda parçalanma ve zayıflamaya karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla yapılması önerilen deney, incelenen örnekler arasında nispeten daha zayıf özellikler gösteren TF1, TF2, TF3, TF4 ile İ deney numuneleri üzerinde 4 çevrim olarak yapılmıştır (Şekil 3.29). Bu deney, daha çok zayıf kayaçlar ile killi kayaçlarda anlamlı sonuçlar verdiği için diğer örnekler üzerinde uygulanmamıştır.

Deney, TSE 699 standartlarına göre 4 çevrim olarak yapılmıştır. Her biri 40-60 g gelebilen 450-500 gr kayaç örneğinin benzeri olacak 10 tane kaya parçası seçilir. Bu parçalar dairesel olmalı, köşeler örneklerin hazırlanışı esnasında yuvarlaklaştırılmalıdır. Örnek temiz bir tambura yerleştirilmeli ve sabit bir kütlede 105 °C sıcaklıkta kurutulmalı, genellikle 2-6 saat fırında bekletilmelidir. Tamburun kütlesiyle örneğin kütlesi ölçülür. Soğutulduktan sonra örnek deneye tabi tutulur. Tamburun kapağı yerine takılır, kutu içine yerleştirilir ve motor çalıştırılır. Kutu genelde 20°C' lik normal musluk suyu ile eksenin 20 mm altındaki seviyeye kadar su ile doldurulur ve tambur 0.5 dakikalık hassasiyetle 10 dakika süresince 200 devir, dakikada ortalama 20 devir yapacak şekilde döndürülür. Tambur teknedan alınır, kapağı çıkartılır, tambur ve kalan örnek 105°C' de sabit kütlede kurutulur. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.13'de sunulmuştur.



Şekil 3.19. Slake durabilite deneyinin yapılmasında kullanılan numuneler ve ekipman

Çizelge 3.12. İncelenen örneklere ait suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi değerleri

Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İndeksi, I <sub>4</sub> (%)					
Örnek No	Çevrim Sayısı	Min.	Max.	S.Sapma	Ortalama
İ	4	97,49	98,06	0,20	97,77
TF1	4	98,60	98,82	0,08	98,71
TF2	4	99,16	99,40	0,09	99,28
TF3	4	98,78	98,83	0,02	98,80
TF4	4	98,78	98,93	0,05	98,85

Elde edilen sonuçlara göre örneklerin 4 çevrim sonucu suda dağılmaya karşı duraylılıkları açısından değerlendirildiğinde Franklin ve Chandra (1972)'a göre “çok yüksek derece duraylı kaya” sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

### 3.4.9 Böhme yüzeysel aşınma

Böhme metodu, kayaç ve beton yüzeylerinin aşındırıcı maddelerle sürtünmesiyle oluşan azalmaya, aşınma karşı dayanımını belirlemek amacıyla önerilen bir deneydir. Bilindiği gibi aşınma yavaş tempoda olan fiziksel ve mekanik bir olaydır. Yer kaplaması olarak kullanılan malzemelerin yüzeyine etki eden sürtünme veya çarpma şeklindeki kuvvetler yüzeyin aşınmasına yol açmaktadır. Bu nedenle aşınma kaybı özellikle yoğun yaya ve araç trafiğinin olduğu yer döşemelerinde kullanılan malzemeler için son derece önemlidir. Deney cihazında standart olarak 30 devir/dk  $\pm$  1 devir/dk hızla dönmesini sağlayan yaklaşık 750 mm çapında yatay olarak yerleştirilmiş döner bir aşındırma diski

bulunmaktadır.

Aşınma kaybı belirlenecek numuneye dönen disk üzerinde belirli bir kuvvet uygulayan ağırlık ve yüzey aşındırıcı olarak zımpara kullanılmaktadır. Ayrıca disk her 22 devirde cihazı otomatik olarak durduracak tertibata ve devir sayısını gösteren bir numaratöre sahiptir (Şekil 3.30). Sürtünme ile aşınma kaybı deneyi için TS 2824'e uygun olarak çapları  $5,32 \pm 0,01$  mm olan silindir biçiminde deney numuneleri kullanılmıştır.



**Şekil 3.20.** Aşındırma deneyi ekipmanı ve deney yapım aşaması

Söz konusu deney, blok örneklerden hazırlanan 2'şer adet silindir numune üzerinde uygulanmıştır. Elde edilen değerler, Çizelge 3.14' te sunulmuştur.

**Çizelge 3.13.** İncelenen örneklere ait yüzeysel aşınma değerleri

<b>Böhme yüzeysel aşınma, BAV (%)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	2	20	25	3,54	22,5
A2	2	19	22,5	2,47	20,75
B1	2	20	24	2,83	22
B2	2	22,5	24	1,06	23,25
İ	2	52,5	53	0,35	52,75
M1	2	20	24,5	3,18	22,25
M2	2	23	23,5	0,35	23,25
T1	2	29,5	30,5	0,71	30
T2	2	17	19,5	1,77	18,25
TF1	2	37	37,5	0,35	37,25
TF2	2	40,5	42	1,06	41,25
TF3	2	39,5	40	0,35	39,75
TF4	2	39	43	2,83	41

Elde edilen değerleri incelediğinde tüflerin ve ignimbritlerin yüksek aşınma değeri sundukları gözlenmiştir. Andezit, bazalt, mermer ve travertenlerin ise nispeten aşınma değerlerinin oldukça düşük olduğu saptanmış ve incelenen örnekler arasında aşınmaya dayanım açısından en uygun örnekleri bu litolojilerin oluşturdukları belirlenmiştir.

#### **3.4.10 Don kaybı**

Nem ve atmosferik ısı değişimleri, doğal taşların bozunmasına sebep olan ve bozunma sürecini hızlandıran olumsuz faktörlerdir. Nemli ortamlarda don ve sıcaklık farklılıkları, gerilmeler yaratarak kayacın içerisinde parçalanmalara ve kopmalara neden olmaktadır (Küçükkaya, 1995).

Suyun buz haline gelip kristalleşmeye başlaması ve kristallerin büyümesi sonucunda, taşın içinde çatlakların ve parçalanmaların gelişmesi gözlenir. Su, normal atmosferik koşullarda 0°C de donmaktadır. Ancak kayaçların içerisindeki su, 0°C altında kristalleşmeye başlar (Rossi-Doria 1985; Siegesmund vd., 2011).

Donma-çözünme deneyi, bir hızlandırılmış ayrıştırma deneyi olup, donma-çözünme döngüsü sonrasında doğal taşların malzeme özellikleri üzerinde mevsimsel ve iklimsel hareketliliklerin sebep olduğu değişimleri önceden tahmin etmemizi sağlamaktadır (Topal ve Doyuran, 1997).

Kayaçların don tesirine dayanıklılığın belirlenmesi amacıyla TS 699 (1987)'a göre yapılan deneyler, 5'er karot örneği üzerinde uygulanmıştır. Deney örnekleri değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş 0.1 gr hassasiyetle tartılmış kuru ağırlıkları belirlendikten sonra suya doyurulan deney örnekler -20 °C' de dondurma ve +20 °C' de çözme işlemi 25 kez tekrarlanmış ve deney esnasında örnekler sürekli gözlenmiş, bazı örneklerde parçalanma gözlenmiş olup, numune ağırlıklarında önemli sayılabilecek azalma meydana gelmiştir. Bazı örneklerinde kırılmalar gözlenmiş olup, bunda kayadaki kil oranlarının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür (Şekil 3.31-3.32). Deneysel çalışmalardan elde edilen değerler, Çizelge 3.15.'te sunulmuştur.



**Şekil 3.21.** Örneklerin donma çözünme deneyi öncesindeki suya doyurma aşaması



Şekil 3.22. Örneklerin donma çözünme deneyi sonrasındaki görünümü

Çizelge 3.14. İncelenen örneklere ait donma çözünme deneyi değerleri

<b>Don kaybı, Dk (%)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	2	0,14	0,18	0,03	0,16
A2	2	0,13	0,17	0,02	0,15
B1	2	0,37	0,40	0,02	0,39
B2	2	0,16	0,17	0,00	0,17
İ	2	1,04	1,70	0,47	1,37
M1	2	0,02	0,03	0,01	0,03
M2	2	0,02	0,02	0,00	0,02
T1	2	0,25	0,29	0,03	0,27
T2	2	0,20	0,32	0,08	0,26
TF1	2	1,97	2,26	0,21	2,12
TF2	2	1,61	1,80	0,14	1,71
TF3	2	2,01	2,04	0,02	2,03
TF4	2	1,85	1,87	0,02	1,86

Çizelge 3.15.'te görüldüğü gibi, incelenen kayaçlar içinde ortalama en yüksek don kaybı değeri TF1 örneğinde, en az don kaybı değeri ise M1-M2 örneklerinden elde edilmiştir. Deney sonuçlarında da görüldüğü gibi don kaybı değerleri her ne kadar standartlarda belirtilen limitlerden düşük olsa bile tuf ve ignimbrit örneklerinin dış mekanda yoğun don etkilerine maruz kalacak alanlarda kullanım açısından dikkat edilmesi gerekmektedir.

### 3.4.11 Tek eksenli basınç dayanımı

Yapı malzemesi olarak kullanılacak kayaçların tek eksenli basınç dayanımının belirlenmesi, bu kayaçlar için atmosferik etkilere dayanımı açısından ön plana çıkmaktadır. Olumsuz atmosferik etkiler ile yoğun aşınma ve yük etkilerine maruz kalacak taşların kullanım yerlerindeki performansı daha çok kayacın dayanımı ile doğrudan ilişkilidir.

Bu deney için, ISRM (2007) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır (Şekil 3.34). Deneylerden elde edilen veriler Çizelge 3.16.'da sunulmuştur. Çalışmada kullanılan kayaçlardan elde edilen karotların sınırlı sayıda olması nedeniyle, her bir deney 2 karot örneği üzerinde tekrar edilmiştir.



Şekil 3.23. Tek eksenli basınç deneyi aleti ve kırılan numuneden bir görüntü

**Çizelge 3.15.** İncelenen örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri

<b>Tek Eksenli Basınç Dayanımı <math>\sigma_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>					
<b>Örnek No</b>	<b>Deney Sayısı</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>S.Sapma</b>	<b>Ortalama</b>
A1	2	344	351	5	348
A2	2	476	485	7	480
B1	2	355	373	12	364
B2	2	1037	1083	33	1060
İ	2	138	143	4	141
M1	2	654	700	33	677
M2	2	673	721	34	697
T1	2	244	252	5	248
T2	2	890	918	20	904
TF1	2	171	178	6	174
TF2	2	275	281	4	278
TF3	2	250	262	8	256
TF4	2	256	265	7	260

Çizelge 3.15.'te görüldüğü gibi, incelenen kayalardan ortalama en yüksek tek eksenli basınç değeri B2 örneğinden, en düşük değer ise İ örneğinden elde edilmiştir.

İncelenen örneklerin düşük direnç göstermesinde kayacın iyi kaynaşmamış olması yanında, mineralojik özelliklerinin, birim ağırlık, ayrışma ve porozite değerlerinin yüksek olmasının da etkin olduğu düşünülmektedir. İncelenen örnekler, ISRM (1981)'e göre değerlendirildiğinde B2 örneği “çok yüksek dirençli kaya”, özelliğinde İ örneği ise “düşük dirençli kaya”, sınıfındadır. Diğer örnekler ise “orta dirençli kaya” sınıfında yer almaktadır.

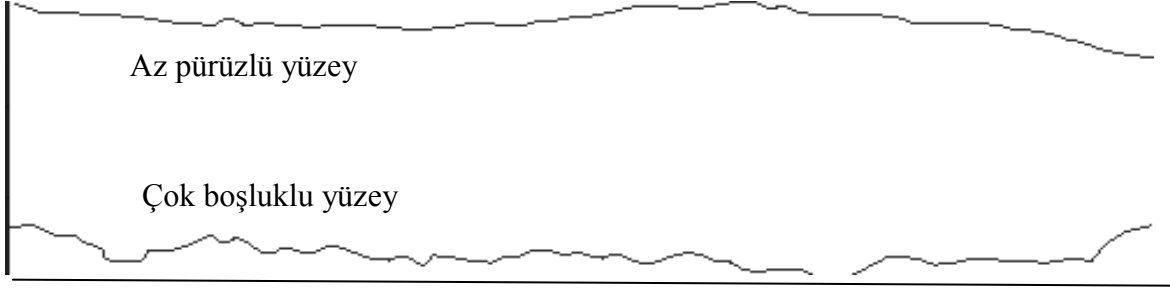
Aynı örneklerin Deer ve Miller (1966)'e göre değerlendirildiğinde, İ örneği “düşük dirençli kaya”, B2 örneği “çok yüksek dirençli kaya” diğer örnekler M1, M2 ve T “yüksek dirençli kaya” kalan diğer örnekler ise “orta dirençli kaya” sınıflarında yer almaktadır (Çizelge 3. 17).

**Çizelge 3.16.** Tek eksenli basınç direncine göre kayaların sınıflandırılması (Dere ve Miller, 1966)

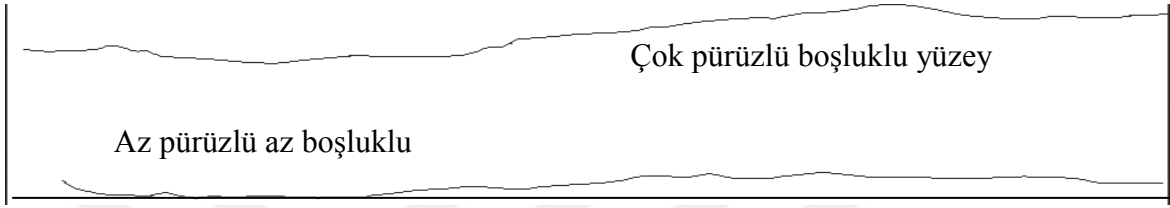
<b>Kaya Sınıfı</b>	<b>Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa )</b>
Çok düşük dirençli	< 25
Düşük dirençli	25-50
Orta dirençli	50-100
Yüksek dirençli	100-200
Çok yüksek dirençli	> 200

#### **3.4.12 Yüzey pürüzlülüğü çalışmaları**

Pürüzlülük ve dalgalılık, bir yüzeyin düzlemsellikten sapmasının ölçüsüdür. Pürüzlülük, özellikle süreksizliklerin makaslama dayanımları üzerinde etkin rol oynamaktadır. Yapı taşlarının yüzey pürüzlülüğü işleme ve dış atmosferik etkilere göre değişim sunmaktadır. Yeni işlenmiş ve sert taşlar genellikle daha düz yüzeye sahipken, kaba işleme ve ayrışma etkilerine maruz kalan taşlarda yüzey pürüzlülüğü artmaktadır. Aşağıdaki şekillerde de yüzey pürüzlülüğü el tipi tarak profilometre yardımı ile elde edilmiş olup, yeni işlenmiş sert taşlar daha düşük, eski taşlarda ise daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip oldukları gözlenmektedir (Şekil 3.24-3.30).



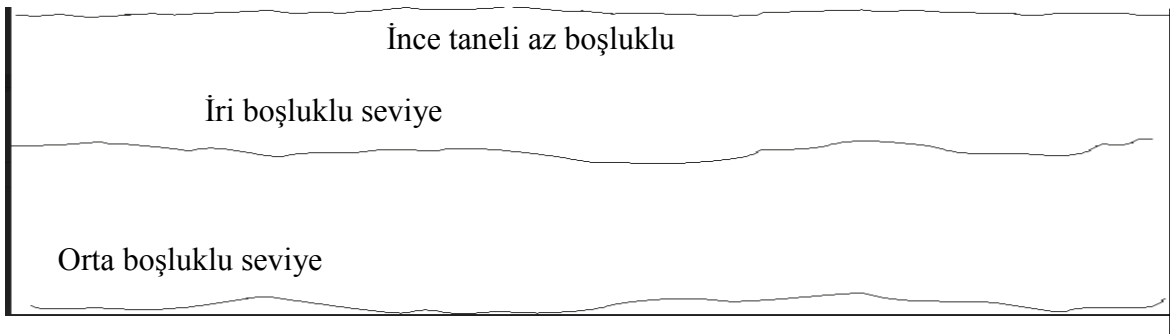
**Şekil 3.24.** Bor kuzeybatı kesimi bazalt ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri



**Şekil 3.25.** Kaynarca yöresi traverten ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri



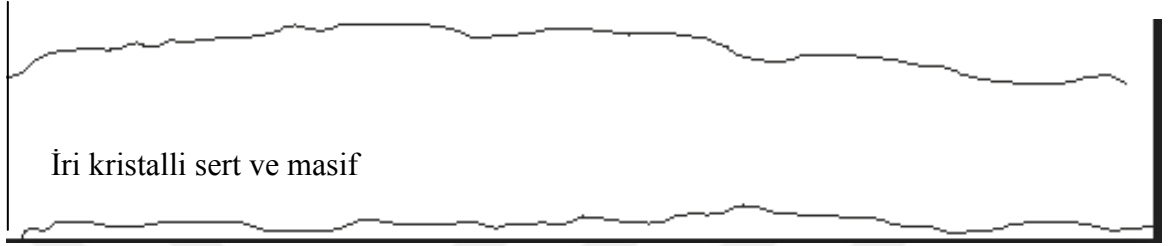
**Şekil 3.26.** Taşkesti tepe andezit ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri



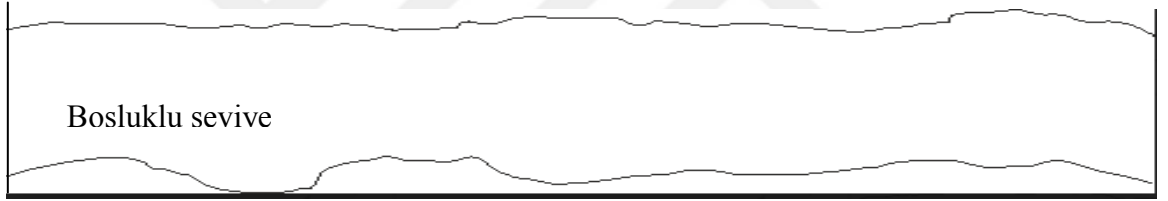
**Şekil 3.27.** Yukarı Kayabaşı Mahallesi tüf ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri



**Şekil 3.28.** Gümüşler-Üçkapılı yolu taş ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri



**Şekil 3.29.** Gümüşler yöresi eski mermer ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri



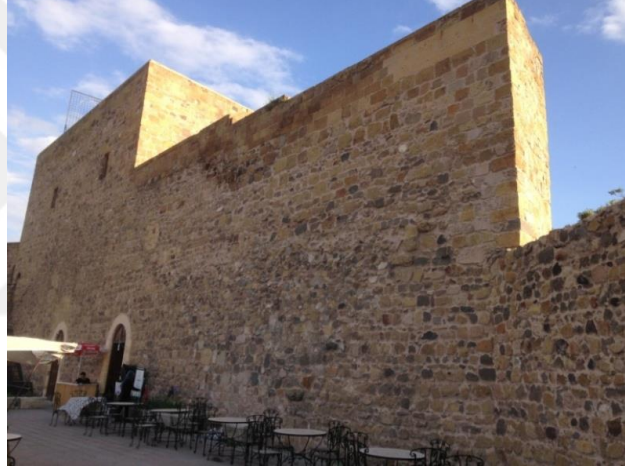
**Şekil 3.30.** Aktaş köyü ignimbrit taş ocağı yüzey pürüzlülüğü ölçümleri

## BÖLÜM IV

### NİĞDE YÖRESİNDEKİ KÜLTÜREL YAPILARDA KULLANILAN YAPI TAŞLARININ KAYNAK (OCAK) ALANI YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 4.1 Niğde Yöresindeki Kültürel Yapılara Ait Bazı Görüntüler

Bizanslılar dönemine ait 9. yüzyılda inşa edildiği düşünülen Niğde Kalesinin yapımında genel olarak değişik renk ve dokuda sarı tüfler kullanılmıştır. Sarı tüfler yanında yer yer andezitler ve devşirme taş olarak bazalt ve mermer bloklarına da rastlanılmıştır.

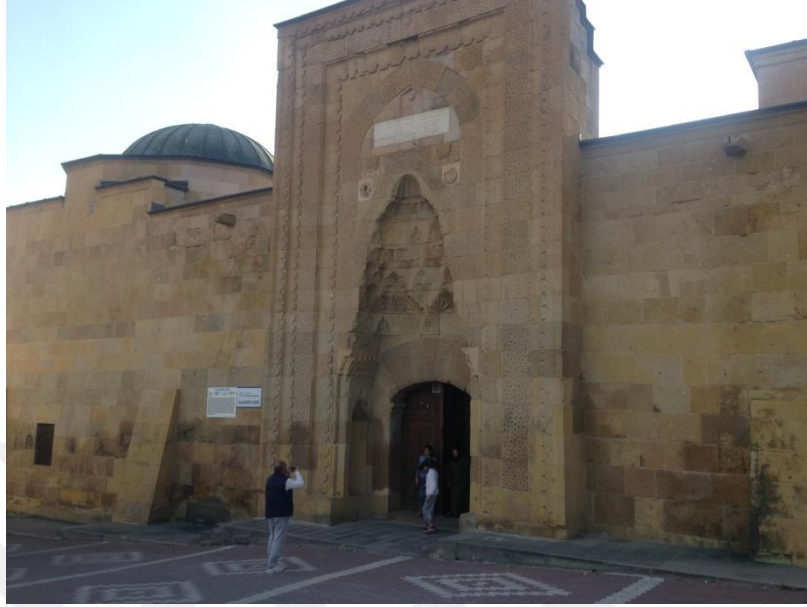


Şekil 4.1. Niğde Kalesinde kullanılan sarı tüflerden görünüm-1



Şekil 4.2. Niğde Kalesinde kullanılan sarı tüflerden görünüm-2

Niğde sancak beyi Ziynettın Beşare tarafından 1223 yılında yapılan Alâeddin Camisinin yapımında düzgün kesme taş olarak sarı tüfler kullanılmıştır (Şekil 4.2).



**Şekil 4.3.** Alâeddin Camiinin görünümü

Niğde merkezde bulunan Rum Kilisesinde kullanılan andezitlerin bölgeye oldukça yakın alanda bulunan Kumluca – Hamamlı yöresi Taşkesti tepedeki antik ocaktan alındığı düşünülmektedir (Şekil 4.3).



**Şekil 4.4.** Eskisaray mahallesinde bulunan Rum Kilisesine ait bir görünüm

Yine Eskisaray mahallesinde bulunan Ermeni Kilisesinde düzgün kesme taş olarak sarı tuf, pencerelerin üst bağlantı yerlerinde andezit ve girişindeki ve kubbe içi kemer ara bağlantı taşı olarakta yine andezitler kullanılmıştır (Şekil 4.4).



**Şekil 4.5.** Niğde merkez Eskisaray mahallesinde bulunan Ermeni Kilisesine ait bir görünüm.

Kitabesine göre 812 H./1409–10 yıllarında Karamanoğlu hükümdarı Alâeddin Ali Bey'in oğlu Ali Bey döneminde inşa edilen Ak Medresenin kapısı tamamen mermerlerden yapıldığı için Ak Medrese ismini almıştır. Yapımında tuf, ıgnimbrit ve mermerler kullanılmıştır (Şekil 4.5).



**Şekil 4.6.** Ak Medresenin giriş kapsından görünüm

Kitabesine göre, 712H./ 1312–13 M. yılında Anadolu Selçuklu Hükümdarı IV. Rukneddin Kılıç Aslanın kızı Hüdavend Hatun tarafından inşa ettirilen türbenin yapımında düzgün kesme sarı tuf, kapı ve pencerelerin söve, kemer ve lentolar ile kasnakdaki kuşak ve kitabelerde beyaz mermerler kullanılmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.7. Hüdavend Hatun Türbesinin güncel halinden görünüm

#### **4.2 Niğde Yöresindeki Kültürel Yapılarda Kullanılan Taşların Alındığı Kaynak Alanlarına Ait Değerlendirmeler**

Çalışma kapsamında incelenen yapılarda yapı taşı olarak daha çok (Niğde ve Bor ilçe merkezindeki özellikle Selçuklu ve Osmanlı Dönemi yapılarında) tüfler ve ignimbiritler kullanılmıştır. Roma havuzunun yapımında mermerler, su kemerlerinin yapımında

travertenler çoğu kilise örneklerinde andezit (yer yer tüf), bazı yapılarda da tüflerle beraber, ignimbirit, traverten, andezit ve yer yer bazaltlar kullanılmıştır. Bölgedeki tarihi yapıların bazılarında geçmişte ve yakın dönemlerde önemli tahribatların ve yıkımların yaşandığı, değiştirilen taşlardan ve literatürdeki verilerden anlaşılmıştır. Tarihi yapılar üzerinde yenileme ve bakım çalışmaları aşamalarında değiştirilen taşların orijinali ile değiştirilmesi oldukça önemlidir. Bölgedeki tarihi yapıların birçoğunda değiştirilen taşların orijinal taşlara benzemeyen taşlar oldukları belirlenmiştir. Bu yapılarda kullanılan taşlardan yoğun olarak kullanılanlarının alındığı antik ocak alanlarının belirlenmesi için kapsamlı arazi çalışmaları yapılmıştır. Antik ocaklardan ve olası ocak alanlarında da yapılarda kullanılan taşlara benzer özelliklerde olan taşlardan taze örnekler alınmış, elde edilen sonuçlar yukarıda sunulmuştur.

Bu kısımda ise yapı örneklerinde kullanılan taşların alındığı ocak alanları kesin olarak belirlenenler ile yeri yaklaşık (olası) ocak alanları da tanımlanarak fotoğraflarla ve topografik haritayla birlikte sunulmuştur. Niğde il merkezi, Bor ve Çamardı İlçeleri ile özellikle merkeze yakın Kumluca (Aravan), Hamamlı (Kurdonos-Kurdunos), Fertek, Yeşilburç, Hasaköy ve Hançerli köylerinde yakın dönemlerde andezitlerin yoğun olarak kullanılması sonucu yapılmış kiliseler bulunmaktadır. Bu yapılarda kullanılan sütun ve sütun başları ile çatı kaplama taşları ve beden duvarları andezitten, ara bağlantılar ve kubbe içi kemer ara bağlantı taşları ise sarı tüflerden alınan taşlarla yapılmıştır. Bu yapılarda kullanılan andezitlerin bölgeye oldukça yakın alanda bulunan Kumluca – Hamamlı yöresi Taşkesti tepedeki antik ocaktan alındığı düşünülmektedir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.8.** Andezitlerin bloklarının alındığı ve yerinde işlendiği alanlar (Taşkesti Tepe ve civarı)

Niğde merkezdeki birçok yapıda sarı tüfler kullanılmış olup, bu örnekler merkez Aşağı ve Yukarı Kayabaşı mahallerinde çoğu yerleşim altında kalan eski ocaklardan alınmıştır (Şekil 4.8). Yakın 30-40 yıl öncesine kadar taş elde edildiği bölgedeki yaşlı kişiler tarafından ifade edilmiştir.



**Şekil 4.9.** Niğde merkez Yukarı Kayabaşı Mahallesiinde sarı tuf antik ocak alanları

Kemerhisar (Tyana) su kemerlerinin yapımında Gökbez formasyonuna ait travertenler kullanılmıştır. Bor ilçesi güneyindeki düzlüklerde (Top Tepe mevki) yüzeyleyen travertenler, geniş alanlarda yayılım sunmakta ve genç bir oluşum morfolojisi sunmaktadır (Şekil 4.9). Arazide özellikle teras tipi oluşum morfolojisi oluşturan travertenlerin kalınlığı değişken olmakla birlikte, en kalın olduğu antik ocak alanlarında 20 metre civarında olup, bu kalınlık boyunca aynı sertlik ve özellikteki dayanımlı seviyeler ancak birkaç metre devam etmektedir. Bu kesimlerden taşlar yüzeysel olarak alınmıştır. Yersel olarak sert ve dayanıklı kesimlerden özellikle Roma Havuzu (Köşk pınarı) yakınlarından travertenlerin alındığı ve yerinde işlendiği belirlenmiştir.



**Şekil 4.10.** Top Tepe mevkiinde antik ocaktaki teras tipi yayılım veren travertenlerden bir görünüm

Roma Havuzu yapımında kullanılan mermerlerin Aşığediği metamorfiklerine ait mermerler olduğu düşünülmüştür. Arazide oldukça geniş alanlarda yüzeyleyen mermerler üzerinde özellikle Niğde metamorfiklerinin kuzeyindeki yüzeysel kesimlerden blokların alındığı düşünülen olası bir bölge belirlenmiştir. Yapılan ayrıntılı arazi çalışmalarında bu bölgeden kesin olmamakla birlikte yersel olarak değişken özellikler sunan mermerlerin sert ve dayanıklı olduğu kesimlerinden özellikle Roma Havuzu (Köşk pınarı) yakınlarındaki alanlardan alındığı düşünülmüştür.

Bor ilçesi Kayabaşı mevkinde yerleşim alanı içinde kalan kesimden bölgede çeşitli yapılarda kullanılan bazaltların alındığı düşünülmüştür. Yüzeysel olarak çatlakların değerlendirilmesi ile taşların alındığı yakın alanlarda kullanıldığı düşünülmüştür. Özellikle Bor Sultan Alâeddin Cami'nin temeline yakın kesimden geçirilen su kanalı kazısı sırasında büyük boyutlu bazalt ve sarı tüflerden oluşan bloklar çıkarılmıştır. Bu camini temelinde kullanılan bazaltların Kayabaşı mevkiindeki bazaltlara oldukça benzer dokusal özellikler sunmaktadır. Yöredeki yapılarda bazaltlar çok az kullanılmış olup, bunda bazaltların sert olmasının ve işlenmesinin güç olmasının etkin olduğu düşünülmüştür (Şekil 4.10).

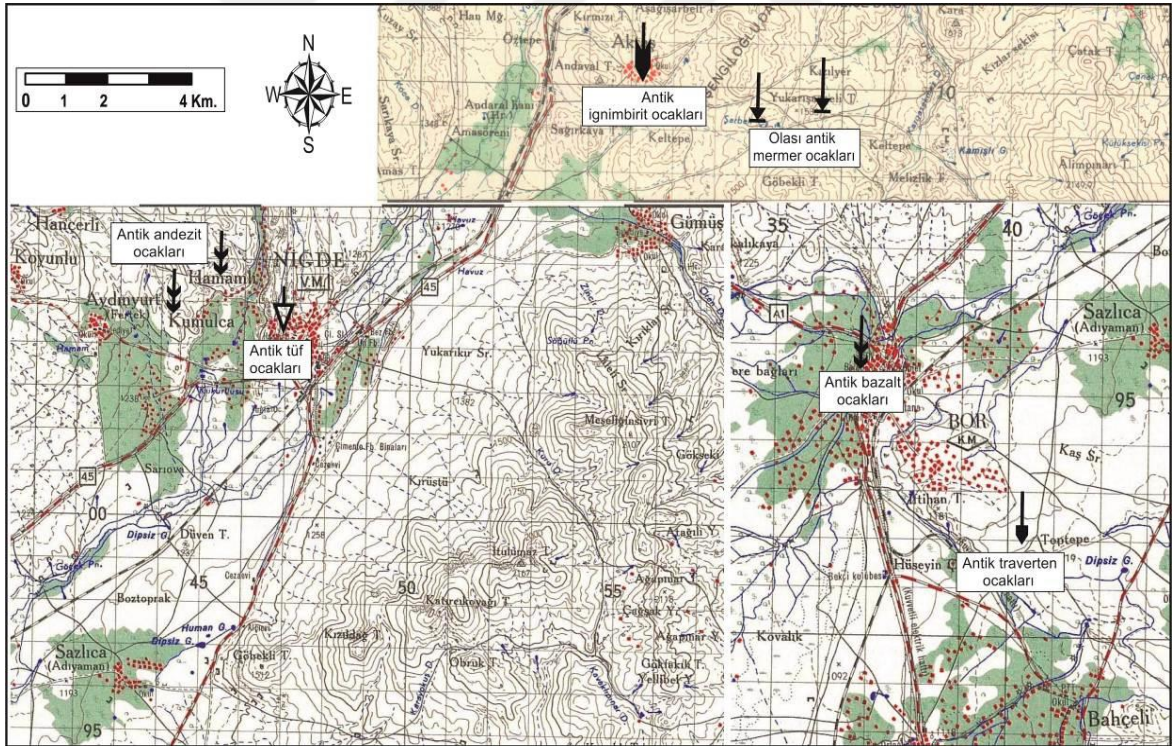


**Şekil 4.11.** Bor FTR mevkiinde yüzeysel olarak bazaltların alındığı kesimden görünüm

Niğde ilinin 8 km kuzeydoğusunda, Aktaş Köyü yakınında ve bugünkü Yeniköy'de (Yeni Mahalle) bulunan Bizans dönemine ait kilisenin, Konstantinos'un annesi Helena'ya adanmış bir kilise yer almaktadır. Bu yapının yapımında yakın konumda Aktaş Köyü içerisinde ignimbiritlerde açılan taş ocağından alınan taşların kullanıldığı düşünülmektedir (Şekil 4.11). Bu ocakta da ilkel yöntemlerle taş çıkarma önemini büyük ölçüde kaybetmesine karşın talep doğrultusunda hala devam etmektedir.



**Şekil 4.12.** Aktaş Köyündeki ignimbiritlerin alındığı ocak alanı ve atıklardan bir görünüm



**Şekil 4.13.** Yöredeki yapılarda kullanılan taşların alındığı antik ve olası ocaklara ait lokasyonlar

## BÖLÜM V

### SONUÇLAR

Bu çalışmada, Niğde ve yöresinde günümüze kadar, şehrin stratejik önemine bağlı olarak değişik medeniyetler tarafından inşa edilmiş kültürel yapılarda kullanılan yapı taşları önceki çalışmalar ve bu kapsamda yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Bu yapılarda kullanılan taşların alındığı eski taş ocakları da yoğun arazi çalışmaları ile belirlenerek ve buralardan taze numuneler alınarak, jeomekanik özellikleri ortaya konulmuştur. Bu yönleriyle bu çalışma, yöredeki tarihi ve kültürel mirasın korunmasına yönelik yapılacak çalışmaların planlanmasına ve farklı alanlarda yapılacak bu tür çalışmalara destek sağlanması beklenmektedir.

Birçok medeniyete ev sahipliği yapan Niğde yöresinde, kale, cami (Aleaddin cami, Sungurbey cami, Dışarı Cami, Paşa Cami, Ulu Cami, Sarı Cami), medrese (Akmedrese), kilise (Andaval, Kumluca, Konaklı, Fertek, Hasaköy, Hançerli, Dikilitaş, Rum ve Ermeni kiliseleri), türbe (Hüdavend Hatun Türbesi, Sungur Ağa Türbesi, Şerif Ali Türbesi), mescit, hamam (Niğde, Bor, Hamamlı ve Fertek), bedesten (Niğde ve Bor), çeşme (Hatiroğlu çeşmesi), manastır (Gümüşler manastırı), kervansaray (Öküz Mehmet Paşa-Ulukışla), su kemerleri (Kemerhisar) ve Roma Havuzu gibi oldukça değişik yapılar bulunmaktadır. Bu yapılar arasında Selçuklu eserleri en yaygın olanlarını oluşturur ve genellikle yapı taşı olarak tüfler kullanılmıştır. Roma havuzunun yapımında mermerler, Tyana su kemerlerinin yapımında travertenler, çoğu yakın dönem kilise örneklerinde andezit (yer yer tüf), bazı yapılarda da tüflerle beraber, Aktaş kilisesinde ise ignimbiritler kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında mermer, traverten, andezit ve daha az oranda kullanıldığı saptanan basalt örnekleri, tüf ve ignimbrit örneklerine göre daha yüksek mühendislik özellikler sunan örnekler olmuşlardır. Özellikle tüf ve ignimbritler oluşumuna bağlı olarak boşluklu ve düşük dayanımlı kayalar olup, su ve don olaylarının olumsuz etkilerinden fazlaca etkilenebileceği vurgulanmıştır.

Orijinal olmayan taşlar çeşitli sorunların ortaya kısa zamanda çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında yapılarda kullanılan taşlardan yoğun

olarak kullanılanlarının alındığı antik ocak alanlarının belirlenmesi için yoğun arazi çalışmaları yapılmış olup, antik ocaklardan ve olası ocak alanlarından yöre yapılarında kullanılan taşlara benzer özelliklerde olan taşlardan blok örnekler alınarak karakteristik özellikleri ortaya konulmuştur. Ayrıca yapı örneklerinde kullanılan taşların alındığı ocak alanları kesin olarak belirlenenler ile yeri yaklaşık ocak alanları da tanımlanarak fotoğraflarla ve topografik haritayla birlikte sunulmuştur. Böylece yöredeki yapılar için iyileştirme yapılacak çalışmalar için ocak alanı ve kullanılan taşların karakteristik özellikleri tanımlanmış ve gelecekte yapılacak iyileştirme çalışmaları için önemli bir altlık oluşturulmuştur.



## KAYNAKLAR

Batum, İ., “Nevşehir güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl volkanitlerinin jeokimyasal ve petrolojisi”, *Yerbilimleri Dergisi.*, 4, 50-69, 1978.

Beekman, P. H., “The Pliocenand Quaternary Volkanism in the Hasandağı-Melendizdağı Region”, *M.T.A.*, 91-105, 1966.

Bell, F. G., Engineering geology and building Stones of historical monuments: construction materials, geological origin, quarries. In: Marinos, K. (ed.) *Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites*. Rotterdam, A. A. Balkema, 1867–1880, 1990.

Brown, E. T., Rock characterization, testing and monitoring, *International Society for Rock Mechanics by Pergamon Press*, New York, 1981.

Çelik, M. Y., Akbulut, H. ve Ergül, A., “Water absorption process effect on strength of Ayazini tuff, such as the uniaxial compressive strength (UCS), flexural strength and freeze and thaw effect.”, *Environmental Earth Sciences*, 71, 4247–4259, 2014.

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

Dinçer, İ., Özvan A., Akın, M., Tapan, M. ve Oyan, V., “İgnimbiritlerin Kapiler Su Emme Potansiyellerinin Değerlendirilmesi: Ahlat Taşı Örneği”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Dergisi* 17(2), 64-71, 2012.

Ergenç, D., Satık, E. N. C. ve Topal, T., “Antique stone quarries in Turkey: a case study on tuffs in the Temple of Apollon Smintheus”, *The Geological Society of London* 416(1), 133-144. ,2016

Erguvanlı, K., Mühendislik Jeolojisi, *İ.T.Ü Gümüşsuyu Matbaası*, İstanbul, 1975.

Franklin, J. A. and Chandra, R., “The slake durability test.”, *Int. J. Rock Mech. Min. Sc.* 9, 325–341, 1972.

Gomez-Heras, M. ve Fort Gonzalez, R., “Location of quarries of non-traditional stony materials in the architecture of Madrid: the Crypt of the Cathedral Santa Mari’a de la Almudena.”, *Materiales de la Construcción* 14, 33–49, 2004.

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

Göncüoğlu, M.C. and Toprak, V., “Neogene and Quaternary volcanism of central Anatolia: a volcano-structural evolution”, *Bulletin de la Societe Geologique de France* 26, 1-6, 1992.

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

Hatır, M. E., Korkanç, M. and Başar, M. E., “Evaluating the deterioration effects of building Stones using NDT: the Küçükköy Church, Cappadocia Region, central Turkey”, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 1-14, 2019.

Kahraman, S., Fener, M. and Gunaydin, O., “Predicting the Schmidt hammer values of in-situ intact rock from core sample values”, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 39, 395-399, 2002.

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.

Korkanç, M. and Solak, B., “Estimation of engineering properties of selected tuffs by using grain/matrix ratio”, *African Earth Sciences* 120, 160-172, 2016.

Korkanç, M., “İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Sayı 66, Cilt 31 (1), 49-60., 2007.

Korkanç, M., “Niğde yöresi bazaltlarının alternatif agrega olarak değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2003.

Korkanç, M., Tuğrul, A., Savran, A. and Özgür, F. Z., “Structural–geological problems in Gümüşler archeological site and monastery”, *Environmental Earth Sciences* 73 (8), 4525-4540, 2015.

Korkanç, M., Şener, T., Doğan, B. ve Başkara, T., “Gümüşler-Aktaş (Niğde) Bölgesinin Genel Jeolojisi ve Yapı Malzemesi Potansiyeli”, *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Sayı 1, Cilt 6, 132-139, 2017.

Korkanç, M., “Characterization of building stones from the ancient Tyana aqueducts, Central Anatolia, Turkey: implications on the factors of deterioration processes”, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 77, 237-252, 2018.

Korkanç, M., “Deterioration of different stones used in historical buildings within Niğde province, Cappadocia”, *Construction and Building Materials* 48, 789–803, 2013.

Küçükaya, A.G., Taşların Bozulma Nedenleri Koruma Yöntemleri, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 1995.

Le Bas, M. J., LeMaitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., “A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram”, *Journal of Petrology*, 27, 745-750, 1986.

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

Mcnelly, G. H., Soil and rock construction materials, First Published, *CRC Press*, London and New York, 1998.

Özkan, Y., Bor-Niğde Yöresi Traverten Oluşumlarının Jeokimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 2009.

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

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

Rapp, G. R., Archaeomineralogy. *Springer-Verlag*, Berlin, 2002.

Rossi-Doria, P. R., Laboratory tests on artistic stonework, the deterioration on conservation of stone. *Studies and documents on the cultural heritage*, 1985.

Schumacher, U. M., Schumacher, R., Götte-Viereck, G. L. and Lepetit, P., “Areal Distribution and Bulk Rock Density Variations of the Welded İncesu İgnimbrite”, *Turkish J. Earth Sci*, 13,249-267, 2004.

Siegesmund, S., Stück, H. and Rüdrieh, J., “Weathering behaviour and construction suitability of dimension stones from the Drei Gleichen area (Thuringia, Germany)”, *Environ Earth Sci*, 63, 1763-1786, 2011.

Tarhan, F., Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, *KTÜ Genel Yayın*, Trabzon, 1989.

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

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

Tomašić, I., Lukić D., Peček N. and Kršinić A., “Dynamics of capillary water absorption in natural stone”, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 70, 673–680, 2011.

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

Topal, T. and Doyuran, V., “Analyses of deterioration of the Cappadocian tuff, Turkey.” *Environmental Geology* 34, 5–20, 1998.

Topal, T. and Sözmen, B., “Deterioration mechanisms of tuffs in the Midas monument.”, *Engineering Geology* 68, 201–223,2003.

Topal, T., “Quantification of weathering depths in slightly weathered tuffs.”, *Environmental Geology* 42, 632–641, 2002.

Török, A. and Prikryl, R., “Current methods and future trends in testing, durability analyses and provenance studies of natural stones used in historical monuments”, *Engineering Geology* 115, 139–142,2010.

TS 699, Tabii Yapı Taşları Muayene ve Deney Metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2009.

TS EN 1925, Doğal taşlar- Deney metotları- Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2000.

Tucci, P. L., Materials and techniques of architecture. In: Marconi, C. (ed.) The Oxford Handbook of Greek and Roman Art and Architecture, *Oxford University Press*, New York, 2015.

Türkecan, A., Akçay, A. E., Satır, M., Dönmez, M. ve Ercan, T., “Melendiz Dağları (Niğde) volkanizması”, *56. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, Ankara, 16-17, 14-20 Nisan 2003.

Türkmehmet, M., Gökbez Formasyonunun (Niğde-Bor) Jeokimyasal, Mineralojik-Petrografik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 2016.

Ulusay, R. and Hudson, J.A., The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974–2006, *International Society for Rock Mechanics*, Ankara, 2007.

Yavuz, A. B., “Durability assessment of the Alaçatı tuff (Izmir) in western Turkey”, *Environmental Earth Sciences* 67, 1909–1925, 2012.



## ÖZGEÇMİŞ

Ali TURGUT 5 Ocak 1990'da Niğde'de doğdu. İlkokul ve lise öğrenimini Niğde'de tamamladı. Niğde Teknik ve Endüstri Meslek lisesinden 2006 yılında mezun olduktan sonra 2011 yılında Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde öğrenimime başladı. Lisans öğrenimini 2015'te tamamladıktan sonra aynı yılda Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans öğrenimine başladı.



## TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER

Bu tez çalışmasından, 1 (bir) adet ulusal bildiri üretilmiştir. Bu üretilen çalışma aşağıda sunulmuştur.

Korkanç, M., Turgut, A., (2019). Niğde yöresi tarihi taş ocaklarının mühendislik özellikleri, MÜHJEO'2019: *Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu*, 03-05 Ekim 2019, PAÜ, Denizli (sunuma kabul edilmiştir).



