

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

**NEVŞEHİR YÖRESİNDEKİ İGNİMBİRİTLERİN
DAYANIMININ TAHMİNİNDE SCHMIDT GERİ
SIÇRAMA DEĞERLERİNİN KULLANIMI**

**Tezi Hazırlayan
Süleyman GÜRBÜZ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mutluhan AKIN**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

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

**NEVŞEHİR YÖRESİNDEKİ İGNİMBİRİTLERİN
DAYANIMININ TAHMİNİNDE SCHMİDT GERİ
SIÇRAMA DEĞERLERİNİN KULLANIMI**

**Tezi Hazırlayan
Süleyman GÜRBÜZ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mutluhan AKIN**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

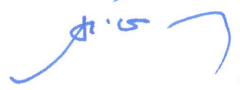
**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Mutluhan AKIN danışmanlığında **Süleyman GÜRBÜZ** tarafından hazırlanan “Nevşehir Yöresindeki İgnimbiritlerin Dayanımının Tahmininde Schmidt Geri Sıçrama Değerlerinin Kullanımı” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

13/06/2019

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Ali ÖZVAN



Üye : Doç. Dr. Mutluhan AKIN



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ORHAN



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 17./07/2019 tarih ve ...42-434... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

17./07/2019
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış 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 yaptığımı bildiririm.

Süleyman GÖRBÜZ



TEŞEKKÜRLER

Çalışmalarım süresince bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren, gerekli çalışma ortamının oluşturulmasını sağlayan, karşılaşılan güçlüklerde yol gösterici olan ve çalışmamızın sonuca ulaşmasında hiçbir şekilde emeğini benden esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mutluhan AKIN'a,

Desteklerinden dolayı Sayın Doç. Dr. İsmail DİNÇER'e ve Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ORHAN'a,

Maddi ve manevi olarak her zaman bana desteklerini hissettiren değerli eşime, fikir alışverişi yaptığım dostlarıma ve mesai arkadaşlarıma ayrıca aileme teşekkürü borç bilir bu çalışmanın mühendislik alanında ilgili konu üzerinde yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamasını dilerim.

NEVŞEHİR YÖRESİNDEKİ İGNİMBİRİTLERİN DAYANIMININ TAHMİNİNDE SCHMIDT GERİ SIÇRAMA DEĞERLERİNİN KULLANIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Süleyman GÜRBÜZ

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Tahribatsız deney yöntemlerinden biri olan Schmidt çekici, kaya malzemelerinin dayanımlarının dolaylı olarak tespitinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak, literatürde dayanımı çok yüksek ve çok düşük kaya malzemelerinin tespitinde hatalı sonuçlar verebileceği ifade edilmektedir. Öte yandan, dayanımı düşük olan çeşitli kaya türleri için dayanım ve Schmidt çekici geri sıçrama sertliği arasında ilişkilerde çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. Piroklastik bir kaya türü olan ignimbiritler yüksek gözeneklilik ve düşük dayanımları ile karakteristiklerdir. Bunun yanı sıra Kapadokya bölgesinde Nevşehir, Kayseri ve Aksaray illerindeki ignimbirit malzemeleri yapıtaşı sektöründe özellikle dış cephe kaplaması olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında Nevşehir ve Kayseri illerinde bulunan iki farklı ignimbirit türünün fiziksel ve mekanik özellikleri ile Schmidt çekici geri sıçrama sertliği değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler deneysel veriler ışığında araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar Nevşehir ilinden çıkarılan kırmızı renkli ignimbiritler ile Kayseri'nin Tomarza ilçesine ait gri renkli ignimbiritlerin çok gözenekli ve düşük dayanımlı olduklarını ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, gerçekleştirilen basit regresyon analizleri sonucunda Nevşehir kırmızı renkli ignimbiritlerinde Schmidt geri sıçrama sertliği (SHR) ile doymuş koşullardaki tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) arasında bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Bu örnek grubu için kuru koşullardaki dayanım ve SHR arasında benzer bir ilişki elde edilememiştir. Tomarza gri ignimbiritlerin kuru ve doymuş koşullarda gözenekliliği ile SHR değerleri arasında yüksek belirleme katsayısına sahip eşitlikler belirlenmiştir. Ancak, bu örnek grubu için SHR ile tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) arasındaki ilişki daha düşük R^2 değerlerine (0.52 ve 0.54)

sahiptir. Bu çalışmada en anlamlı sonuçlar tüm örneklere ait verilerin birlikte değerlendirilmesiyle belirlenen kuru ve doymuş koşullardaki tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) ile SHR ilişkisi arasındadır. Buna göre, kuru koşullarda σ_c ve SHR arasındaki belirleme katsayısı 0.80 iken, doymuş koşullarda bu değer 0.98'e kadar yükselmektedir. Buna göre ignimbiritlerin özellikle dayanım değerleri ile SHR değerleri arasında bu çalışma kapsamında belirlenen eşitlikler, bu malzemenin tek eksenli basınç dayanımının tahmininde kullanılabilir. İgnimbiritlerin heterojen yapısı göz önünde bulundurulduğunda, daha fazla deney verisi ile söz konusu ilişkilerin daha detaylı incelenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İgnimbirit, Schmidt çekici, dayanım, fiziksel özellikler, Nevşehir, Tomarza

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mutluhan AKIN

Sayfa Numarası : 59

**THE USE OF SCHMIDT HAMMER REBOUND VALUES FOR THE
ESTIMATION OF THE STRENGTH OF IGNIMBRITES IN NEVŞEHİR
REGION**

(M.Sc. Thesis)

Süleyman GÜRBÜZ

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

June 2019

ABSTRACT

Schmidt hammer which is one of the non-destructive test methods, is widely used for the indirect determination of the strength of rock materials. Nevertheless, it is stated in the literature that it may reveal improper results during the determination of rock material strength for very strong and very weak rocks. On the other hand, relationships between rock material strength and Schmidt hammer rebound values for various low-strength rock types have been suggested by various researchers. Ignimbrites, a pyroclastic rock type, are characterized by their high porosity and low strength. In addition, ignimbrite material is widely used as facade cladding in the dimension stone sector in the Cappadocia region of Nevşehir, Kayseri and Aksaray.

In the context of this study, the physical and mechanical properties of two different types of ignimbrite in the cities of Nevşehir and Kayseri were investigated with respect to experimental data. Experimental studies indicate that the red ignimbrites quarried from the province of Nevşehir and the gray ignimbrites of the town of Tomarza of Kayseri are very porous with low strength. In addition, as a result of simple regression analyses, it was revealed that there is a relationship between Schmidt hammer rebound values (SHR) and the saturated uniaxial compressive strength (σ_c) for the Nevşehir red colored ignimbrites. For this sample group, a similar relationship could not be obtained between strength and SHR in dry conditions. Equations with high determination coefficients between SHR values and porosity of Tomarza gray ignimbrites in dry and saturated conditions were determined. However, the relationship between SHR and uniaxial compressive strength (σ_c) for this sample group revealed lower R^2 values (0.52 and 0.54). The most significant results in this study are between the uniaxial

compressive strength (σ_c) and SHR relationship in dry and saturated conditions determined by the evaluation of all samples' data together. Accordingly, in dry conditions, the coefficient of determination between σ_c and SHR is 0.80, whereas in saturated conditions this value rises as high as 0.98. Therefore, the suggested equations specifically between the strength and SHR can be used to estimate the uniaxial compressive strength of this material. Considering the heterogeneous structure of ignimbrites, it is recommended to derive these relationships in more detail with more experimental data.

Keywords: Ignimbrite, Schmidt hammer, strength, physical properties, Nevşehir, Tomarza

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mutluhan AKIN

Page Number: 59

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜRLER.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
RESİMLER LİSTESİ	xiv
HARİTALAR LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	4
1.2. Bölgesel Jeoloji	4
1.2.1. Nevşehir Yakın Çevresinin Jeolojisi	5
1.2.2. Tomarza Yakın Çevresinin Jeolojisi.....	7
1.3. Schmidt Çekici	10
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOD	18
3.1. Materyal	18
3.2. Metod.....	18
3.2.1. Literatür Taraması	19

3.2.2.	Arazi Çalışmaları.....	19	
3.2.3.	Laboratuvar Çalışmaları.....	19	
3.2.3.1.	Birim Hacim Ağırlığın Belirlenmesi	19	
3.2.3.2.	Kütlece Su Emme Oranının Belirlenmesi.....	20	
3.2.3.3.	Porozite (Gözeneklilik) ve Boşluk Oranının Belirlenmesi	20	
3.2.3.4.	Tek Eksenli Basınç dayanımı Belirlenmesi	20	
3.2.3.5.	Çekme Dayanımının Belirlenmesi.....	21	
3.2.3.6.	Schmidt Geri Sıçrama Değerlerinin Belirlenmesi.	22	
BÖLÜM 4			
BULGULAR VE TARTIŞMA.....			24
4.1.	İgnimbiritlerin Fiziksel ve Dayanım Özellikleri İle Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İlişkilerin İstatiksel Değerlendirmesi.....	26	
4.1.1.	Nevşehir İgnimbiritinin Fiziksel ve Dayanım Özellikleri İle Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İstatiksel İlişkiler.....	26	
4.1.2.	Tomarza İgnimbiritinin Fiziksel ve Dayanım Özellikleri İle Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İstatiksel İlişkiler.....	34	
4.1.3.	Tüm İgnimbirit Örneklerine Ait Fiziksel ve Dayanım Özellikleri İle Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İstatiksel İlişkiler.....	41	
BÖLÜM 5			
SONUÇLAR VE ÖNERİLER			50
KAYNAKLAR.....			53
ÖZGEÇMİŞ.....			59

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Farklı kaya türleri için tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) ile Schmidt geri sıçrama sertlik değeri (N) arasındaki istatistiksel ilişkiler.....	13
Tablo 4.1. Tez çalışması kapsamında incelenen ignimbirit örneklerine ait fiziksel özellikler.....	24
Tablo 4.2. Tez çalışması kapsamında incelenen ignimbirit örneklerine ait dayanım özellikleri.....	25
Tablo 4.3. Tomarza (Kayseri) Gri İgnimbirit ve Nevşehir (Merkez) Kırmızı İgnimbirit numunelerine ait Schmidt geri sıçrama değerleri.....	26

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.1. Volkanik patlama sonucu ignimbiritlerin oluşumu. 2
- Şekil 1.2. Schmidt çekicinin ana kısımları. 11
- Şekil 1.3. Schmidt çekicinin kısımları ve çalışma şekli. 12
- Şekil 1.4. Schmidt çekicinin tek eksenli basınç dayanımının tahmini için geliştirilen abak. 12
- Şekil 4.1. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında ki ilişki grafiği. 30
- Şekil 4.2. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında ki ilişki grafiği. 28
- Şekil 4.3. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlığı arasında ki ilişki grafiği. 29
- Şekil 4.4. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlık arasında ki ilişki grafiği. 30
- Şekil 4.5. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı arasında ki ilişki grafiği. 31
- Şekil 4.6. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki grafiği. 32
- Şekil 4.7. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı arasındaki ilişki grafiği. 32
- Şekil 4.8. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki. 33
- Şekil 4.9. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasında ki ilişki grafiği. 33
- Şekil 4.10. Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında ki ilişki grafiği 34
- Şekil 4.11. Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında ki ilişki grafiği. 35

Şekil 4.12.	Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlığı arasında ki ilişki grafiği.....	36
Şekil 4.13.	Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlık arasında ki ilişki grafiği.....	36
Şekil 4.14.	Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı arasında ki ilişki grafiği.....	37
Şekil 4.15.	Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun tek eksenli basınç dayanımı arasında ki ilişki grafiği.....	38
Şekil 4.16.	Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı arasında ki ilişki grafiği.	39
Şekil 4.17.	Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasında ki ilişki grafiği.	40
Şekil 4.18.	Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasında ki ilişki grafiği.	40
Şekil 4.19.	Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında ki ilişki grafiği.....	41
Şekil 4.20.	Tüm ignimbirit örneklerine ait doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında ki ilişki grafiği.....	42
Şekil 4.21.	Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlık arasında ki ilişki grafiği.....	43
Şekil 4.22.	Tüm ignimbirit örneklerine ait doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlık arasında ki ilişki grafiği.....	43
Şekil 4.23.	Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı arasında ki ilişki grafiği.....	44
Şekil 4.24.	Tüm ignimbirit örneklerine ait doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun haldeki tek eksenli basınç dayanımı arasında ki ilişki grafiği. ..	45
Şekil 4.25.	Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki.	46

- Şekil 4.26. Tüm ignimbirit örneklerine ait doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki46
- Şekil 4.27. İncelenen ignimbirit örnekleri için ölçülen ve hesaplanan tek eksenli basınç dayanımı değerlerinin karşılaştırma grafiği. 48
- Şekil 4.28. Bu çalışma kapsamında ignimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımının kestiriminde kullanılan eşitliğin diğer çalışmalarla karşılaştırılması. 49



RESİMLER LİSTESİ

- Resim 1.1. Schmidt çekicinin laboratuvarında silindirik örnek üzerinde uygulanması... 10
- Resim 3.1. Tez çalışmamızda kullanılan numune örnekleri ve Schmidt çekici..... 18
- Resim 3.2. Tek eksenli basınç dayanımı deneyinin uygulanması..... 21
- Resim 3.3. Çekme dayanımı deneyinin uygulanması. 22
- Resim 3.4. Schmidt çekicinin laboratuvarında küp örnek üzerinde uygulanması. 23



HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1.1. Tez çalışması kapsamında örnekleme yapılan lokasyonlara ait yerbulduru haritası.....	3
Harita 1.2. Nevşehir ve civarının genel jeoloji haritası.....	7
Harita 1.3. Tomarza ve civarının genel jeoloji haritası.....	9



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SHR_{kuru}	Kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı
SHR_{doygun}	Doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı
$\sigma_{c(doygun)}$	Doygun haldeki tek eksenli basınç dayanımı
$\sigma_{c(kuru)}$	Kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı
KSE	Kütlece su emme oranı
γ_{doygun}	Doygun birim hacim ağırlık
γ_{kuru}	Kuru birim hacim ağırlık
n	Gözeneklilik
MPA	Mega paskal
kN/m^3	Kilonewton/metreküp
R^2	Belirleme katsayısı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

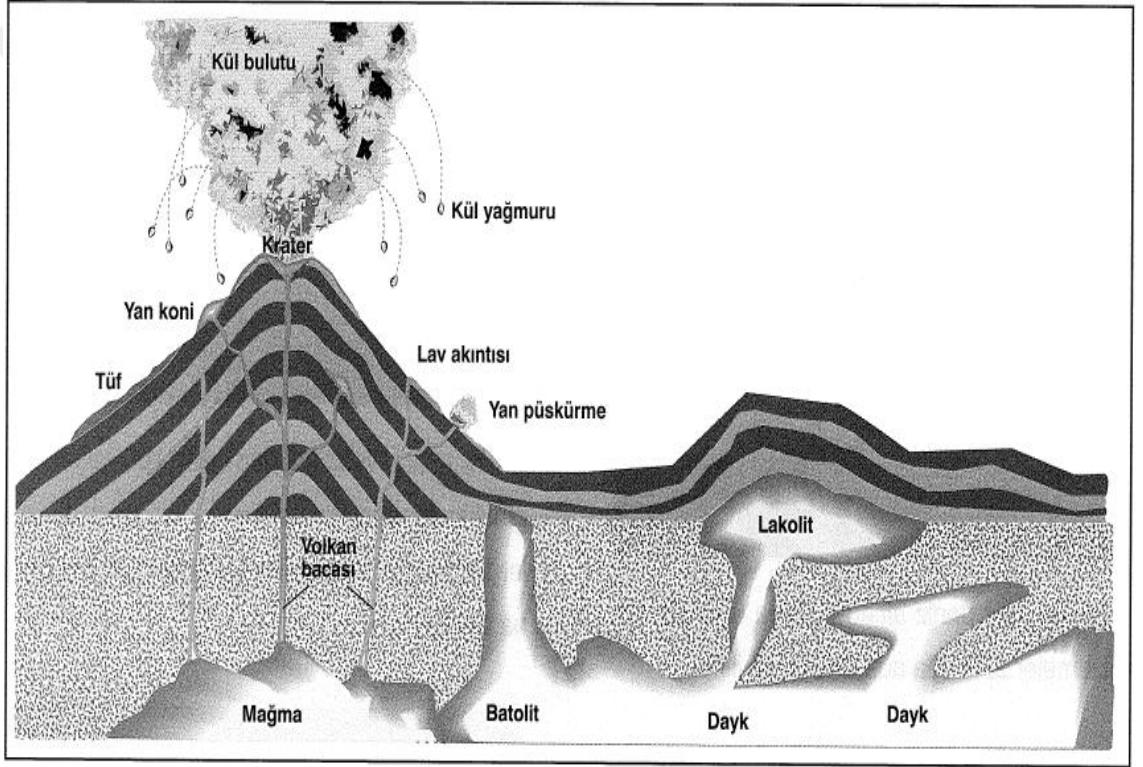
Kapadokya yöresindeki Nevşehir ili, İç Anadolu Bölgesinde yer alan, güney ve güney batısında Niğde, doğusunda Kayseri, kuzeybatısında Kırşehir, kuzey ve kuzey doğuda Yozgat ili çevrili orta yükseklikte dalgalı düzlüklerden oluşan plato şeklinde önemli turizm merkezlerindedir. İl doğudan batıya doğru çukurluğu artan Kızılırmak ile ayrılmış güney ve kuzey yönlerine gidildikçe yükselen bir konuma sahiptir. Jeolojik dönemlerde aktif olan volkanlar olan Erciyes, Hasan Dağı, Güllü Dağ'ın ve bunların yanı sıra irili ufaklı birçok volkan bacasının püskürttüğü kül ve lavlar farklı sertlikte ve kalınlıkta tuf ve ignimbirit tabakaları oluşturmuştur. Söz konusu tuf tabakalarının fiziksel ve kimyasal etkileşimler sonucu ayrışması günümüzde özellikle yerli ve yabancı turistlerin ilgi odağı olan ve bölge ekonomisine büyük oranda katkı sağlayan muazzam güzellikleriyle ünlü peribacalarının oluşmasına sebep olmuştur. Öte yandan, bölgede yoğun volkanik faaliyetler sonucu oluşan piroklastik kayalar yapıtaşı sektöründe yoğun şekilde kullanıldıklarından, bölge halkına da önemli bir geçim kaynağı olmuştur.

Afrika ve Anadolu plakalarının çarpışması sonucu Üst Miyosen'den Kuvaterner dönemine kadar Kapadokya bölgesinde yoğun bir volkanik aktivite olmuştur. Üst Miyosen döneminde oluşan piroklastik kayalar araştırmacılar tarafından Ürgüp Formasyonu adı altında toplanmıştır. Bu formasyon farklı kalınlıkta ve türde üyelerden oluşmaktadır. Ürgüp Formasyonunun tabanını Kavak Üyesi oluşturmuş ve bu üye kül ve akıntı ürünlerinin volkanik-kırıntı malzeme ile ara tabakalanmasından meydana gelmiştir [1]. Bu grup bölgede doğal yapı taşı olarak kullanıma kaynak olmuştur. Bölgede geniş bir alanda yayılım gösteren Kavak ignimbiritleri farklı doku ve renk özellikleri sunarak bölgede otel, bina, kilise, cami gibi çeşitli yapılarda kullanılmaktadır. Dekoratif kullanıma imkân sunmasından ve yoğunluğunun düşük olmasından dolayı hafif yapı taşı olarak işlenebilir ve ülkemizin diğer bölgelerinde de kullanılabilir özelliktedir [2].

Piroklastik kayalar benzer veya farklı türde yapı ve doku özelliklerine sahip olabilir. Bu kayalarda görülen önemli bileşenlerden birisi de kristaller olup, lav akıntılarında görülen fenokristallerin aksine piroklastiklerin içeriğindeki kristallerin önemli bir çoğunluğu kırıklı yapı halindedir. Piroklastik kayalar da genetik ve litolojik özellikler

olarak iki farklı ölçüte göre sınıflandırılmıştır.

İgnimbiritler ve tüfler jenetik sınıflandırmada yer alan piroklastik akma çökellerinin özel bir türü olarak tanımlanmıştır (Şekil 1.1). İgnimbiritlerin riyolit, dasit, trakit ve fonolit bileşiminde olabileceği belirtilmiştir. Piroklastik akıntı çökellerinde görülen tüm özelliklerin ignimbiritler için de geçerli olduğu ve ignimbiritlerde belirgin bir tabakalanmanın mevcut olmadığı, kötü boylanma ve camsı materyalin bol olduğu görülmüştür [3].

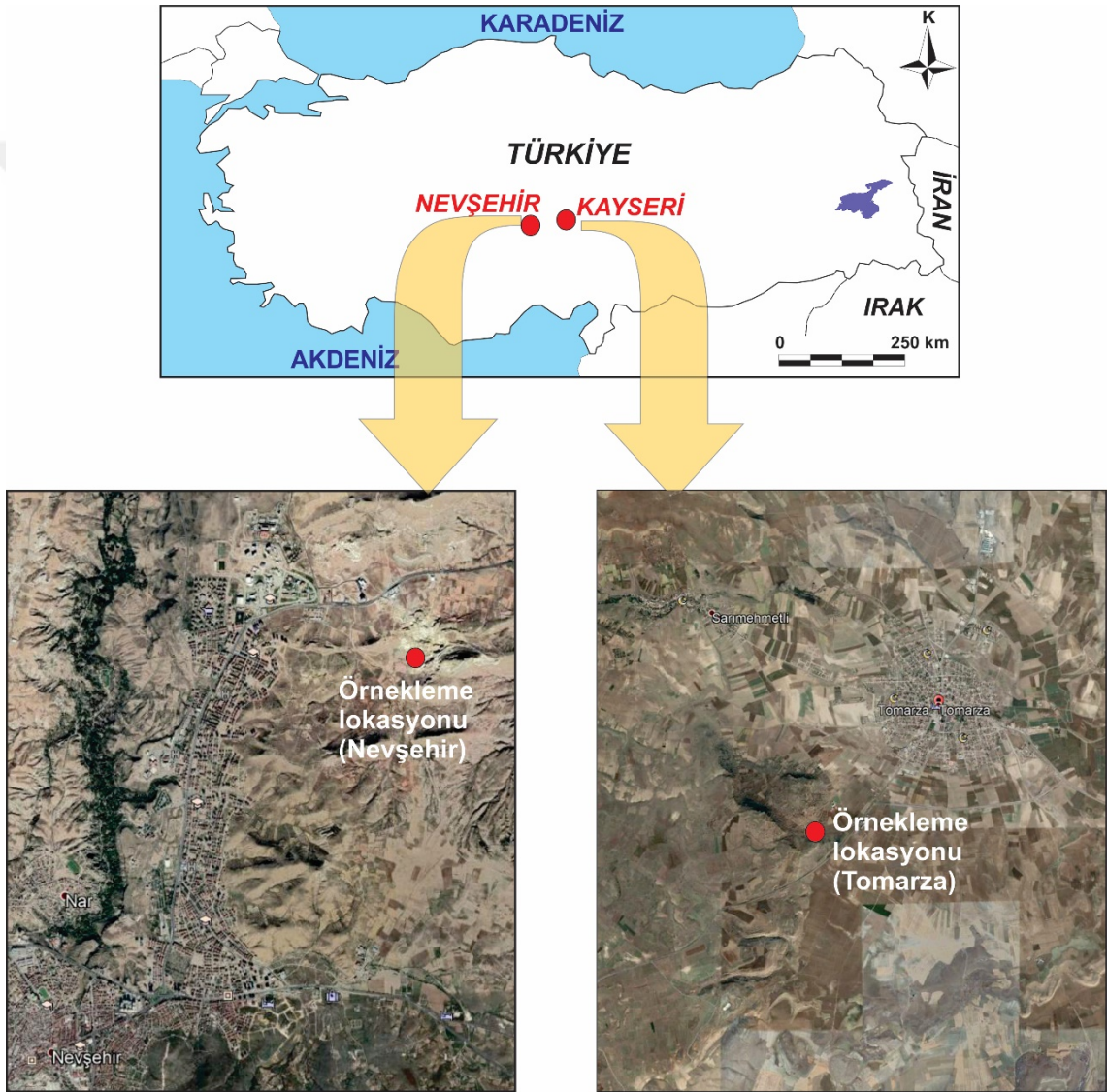


Şekil 1.1 Volkanik patlama sonucu ignimbiritlerin oluşumu

Tarih boyunca kullanılmış ve kullanılmaya devam eden ignimbiritler bölgeye önemli bir gelir kaynağı sunmuştur. Bölgede yapılan düşük katlı binalarda yapıtaşı olarak kullanılan ignimbiritlerin su ile teması halinde yapısının bozulduğu anlaşılmış, dekoratif görsellik katmak üzere sütun, şömine, restorasyon ve kaplama malzemesi olarak kullanılması uygun görülmüştür [4].

Bu tez çalışması kapsamında ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile Schmidt geri sıçrama sertlikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amacıyla deneysel

çalışmalarda kullanılmak üzere 6rneklemeler Nevşehir (Merkez) ve Tomarza (Kayseri) b6lgelerinden ger6ekleştirilmiştir. 6rnekleme lokasyonlarını g6steren yerbulduru haritası Harita 1.1'de g6sterilmiştir. S6z konusu blok 6rneklerden taş ocağında hazırlanan 7x7x7 cm boyutlarındaki k6p 6rnekler ile laboratuvarında hazırlanan 54 mm 6aplı silindirik karot 6rnekler deneysel 6alışmalarda kullanılmıştır.



Harita 1.1. Tez 6alışması kapsamında 6rnekleme yapılan lokasyonlara ait yerbulduru haritası

1.1.Amaç ve Kapsam

Nevşehir ilinin tarihi M.Ö. 700. yıllara dayanır ve ismi Güzel Atlar Ülkesi anlamına gelen Kapadokya bölgesinin merkezini oluşturur. Derinkuyu ilçesi dışında tamamıyla Orta Kızılırmak Havzasında kalan Nevşehir ili 5407 m² yüz ölçümü ile Türkiye'nin tam ortasında eski yanardağ olan Erciyes, Melendiz ve Hasandağı ile irili ufaklı birçok volkan bacasının kül ve lavlarından oluşan geniş bir plato üzerinde yer alır. Yanardağlardan çıkan lavların bölgede 100-150 m kalınlığında farklı dayanımlarda tüf ve ignimbiritleri oluşturduğu görülmüştür. Oluşan bu jeolojik birimler bünyesinde ignimbirit, tüf, tüfit, lahar, volkan külü, aglomera ve bazalt gibi kayaları bulundurur [5]

Özellikle Üst Miyosen döneminde oluşan piroklastik kayalar Ürgüp Formasyonu'nun tabanı olan Kavak Üyesini oluşturmuştur. Nevşehir ilinde geniş alanda kendini gösteren piroklastik kayalar çalışmalarımızın ana materyalini oluşturmaktadır.

Bu tez çalışmasında ana amaç, bölgede yaygın bir şekilde gözlenen farklı doku ve renk özellikleri gösteren ve yapılarda kullanılan ayrıca bölgeye önemli bir ekonomik geçim kaynağı sağlayan ignimbiritlerin fiziko-mekanik özelliklerini belirleyerek Schmidt geri sıçrama sertliği değerleri ile tek eksenli dayanım değerleri arasında istatistiksel incelemeler yaparak ignimbiritlerin dayanımının kestiriminde kullanılacak ilişkilerin geliştirilmesidir.

İki farklı ignimbirit olan Nevşehir ignimbiriti (kırmızı) ve Tomarza ignimbiritinden (gri) alınan karot ve küp numunelerin fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir. Tüm fiziksel ve mekanik özellikleri ile Schmidt geri sıçrama sayısı değerleri arasında basit regresyon analizleri yapılarak parametreler arasındaki belirleme katsayıları araştırılmıştır.

1.2.Bölgesel Jeoloji

Tez çalışması kapsamında Nevşehir ve yakın çevresindeki iki farklı yöreye ait ignimbirit malzemesi materyal olarak kullanılmıştır. Buna göre, Nevşehir il merkezindeki taş ocaklarından çıkarılarak işletilmekte olan kırmızı renkli ignimbiritler ile Tomarza (Kayseri) yöresine ait gri renkli ignimbiritler çalışmanın ana malzemelerini oluşturmaktadır. Nevşehir ve Kayseri bölgesindeki ignimbiritler farklı volkanik

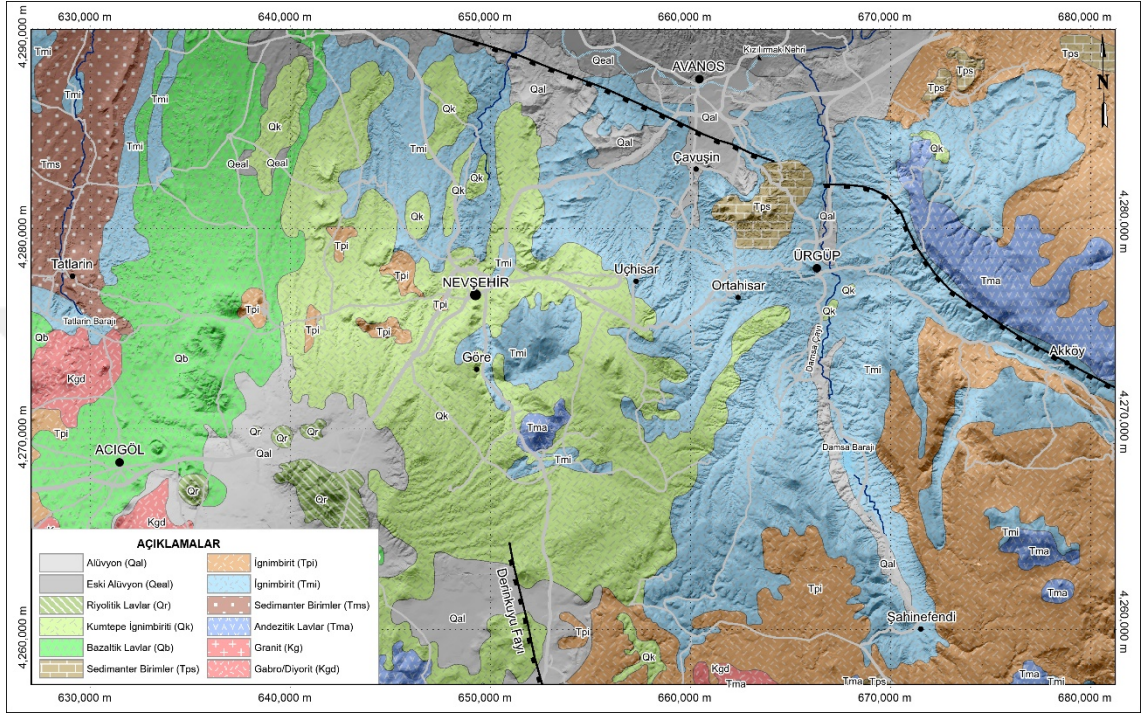
aktivitelerin ürünü olarak meydana gelmişlerdir. Aşağıdaki bölümde Nevşehir ve Kayseri yöresindeki bölgesel jeoloji hakkında genel bilgiler sunulacaktır.

1.2.1. Nevşehir Yakın Çevresinin Jeolojisi

Kapadokya Volkanik Provensi (KVP) içerisinde yer alan Kapadokya bölgesi, KD-GB doğrultulu 250 km den uzun olan 40-60 km genişliğinde bir kuşak içerisinde yer almaktadır [6]. Bu bölge Toroslar tarafından güneyden, Kırşehir Masifi tarafından kuzeyden ve iki önemli Kuvaterner yaşlı statovolkan tarafından (Hasan Dağı ve Erciyes Dağı) sırasıyla batı ve doğudan sınırlandırılmıştır. Yapısal olarak plato batıdan ve doğudan sırasıyla Tuzgölü ve Ecemiş fayları tarafından sınırlandırılmıştır. Orta Anadolu Volkanik Provensinde (OAVP) Miyosen-Pliyosen yaşlı ignimbirit istifleri 20.000 km² bir alan kaplamaktadır [7]. Karasal sediman ve lav akıntılarıyla aralanmalı olarak karşımıza çıkan bu piroklastik kayaçlar eşsiz bir yüzey şekli oluşturmaktadırlar [8]. Kapadokya bölgesi genel olarak Pre-Neojen yaşlı temel kayaçlarından (Kretase yaşlı granit ve gabro), Neojen yaşlı sedimanter kayaçlardan (kırmızı çamurtaşı, kumtaşı ve konglomera), Neojen yaşlı volkano-sedimanter kayaçlardan (tüf ve ignimbirit) ve Kuvaterner dönemine ait volkanik kayaçlardan (ignimbirit, andezit ve basalt) oluşmaktadır. Miyosen-Holosen yaşlı ignimbiritlerin stratigrafisi, Orta Anadolu Volkanik Provensinde elde edilen güncel jeokronolojik yaş verilerine dayanılarak Aydar ve arkadaşları tarafından modifiye edilmiştir. Le Pennec ve arkadaşları [7] tarafından tanımlanan 10 ignimbirit üyesi (Stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru) Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe ve Kumtepe ignimbiriti teriminolojisini baz almışlardır (Harita 1.2.). Aydar ve arkadaşları [8] tarafından Kapadokya bölgesinde gerçekleştirdikleri güncel çalışması ile ilgili ignimbiritlerin stratigrafisi hakkında kısa bir özet verilmektedir. Kavak İgnimbiritleri OAVP'nde en yaşlı birim olarak karşımıza çıkmaktadır. Fluviya-lakustrin sedimanlarla arakatkılı olan birim birçok volkanik patlama sürecine işaret etmektedir. İgnimbirit üyesi; Kavak-1, Kavak-2, Kavak-3 ve Kavak-4 olmak üzere 4 alt üyeye ayrılmıştır. Kavak-1 alt üyesi ters derecelenmiş pomzaca zengin akıntı ürünleri sergilerken, külce zengin akıntı depozitlerinden oluşan lakustrin sediman özelliği sergileyen Kavak-2 tarafından üzerlenmektedir. Kavak-3 alt üyesi pekişmiş birkaç kül matrikse sahip pomzaca zengin seviyelerden oluşmakta ve Kavak-4 üyesi tarafından üzerlenmektedir. İgnimbirit seviyesi külce zengin matrikse sahip litik ve pomza parçalarından oluşan

soluk pembemsi piroklastik akıntı çökelleri tarafından temsil edilir [8]. Zelve ignimbiriti tabanda beyaz piroklastik döküntü malzemeleri ile pembe ignimbitlerden temsil edilmekte olup, Kavak ignimbiriti ile birlikte Kapadokya bölgesinde yer alan birçok doğal miraslar için ana kaya özelliği taşımaktadır. Zelve üyesi Ürgüp, Avanos ve Nevşehir yöresinde yaklaşık 4200 km² bir alan kaplamakla birlikte, toplamda 120 km³'lik bir hacme sahiptir [7]. Sarımadentepe ignimbiriti Zelve ignimbiriti üzerinde oluşmuş palesolların üzerine yerleşmekte olup, Mustafapaşa ve Ayvalı köyleri civarında gözlenmektedir (Harita 1.2). Birim genellikle birbirinden farklı iki seviyeye oluşmaktadır. Alt seviye ters derecelenmeye sahip döküntü depozitlerinden oluşmaktadır. Üst seviye yoğun bir şekilde kaynaşmış olup, soluk sarıdan kahverengimsi kırmızıya doğru renk değişimi gösteren sütünsal eklemlenme göstermektedir [8]. Sofular ignimbiriti, kül matrisine sahip litik parçalardan oluşan 25 m kalınlığında tek seferlik akış ürünü şeklinde karşımıza çıkmaktadır. 300 km³ bir hacme sahip olan Cemilköy ignimbiriti, 8600 km² bir alan kaplamaktadır [7]. Birim iyi kaynaşmamış olup, pürüzsüz bir yüzey oluşturmaktadır. Bu ignimbirit prizma şekilli soluk gri renkli pomza parçaları içerir [8]. Tahar ignimbiriti soluk pembeden kırmızımsı-kahverengiye değişen renklerde temsil edilirken, özellikle birimin taban kesimlerinde oldukça zengin litik bileşenler gözlenmektedir. Birim genel olarak camsı, bej den pembeye değişen renklerde yeni düzleşmiş veziküllere sahip pomzadan oluşmaktadır [8]. Gördeles ignimbiritinin Kızılkaya veya Sarımadentepe ignimbiritleri ile karıştırıldığını ifade etmektedirler. Bu ignimbiritler Gördeles ignimbiritinde olduğu gibi başlangıç seviyesinden orta seviyeye doğru değişen değerlerde kaynaklanmış olup, soluk griden açık kahverengiye değişen renklerde gözlenmektedirler. Gördeles; palesol tarafından bölünen alt ve üst olmak üzere iki farklı alt üyeye ayrılmıştır [8]. Kızılkaya ignimbiriti, 8500-10600 km² alan ve 180 km³ hacim ile OAVP içinde en geniş yayılıma sahip üyedir [7][9]. (Le Pennec ve arkadaşları 1994; Schumacher ve Mues-Schumacher, 1996). Kızılkaya ignimbiriti iki ana akış biriminden oluşan, temel ignimbirit plinian döküntü depozitine sahiptir. Birimin kalınlığı Aydar ve arkadaşları tarafından >40-50 m (Derinkuyu Yeraltı Şehri) ve 80 m maksimum değer olarak (Ihlara Vadisi) belirlenmiştir [8]. OAVP gözlenen en genç birim Kumtepe üyesi olup, Kuvaterner döneminde Acıgöl Volkanik Kompleksinin patlaması sonucu oluşmuştur [10]. İki farklı tabakaya ayrılmış olup lapilli boyutuna sahip temel lapilli döküntü depozitlerinden oluşmaktadır. Yukarıda bahsi geçen ignimbirit birimlerinin çoğunluğu Pasquare (1968)

tarafından yörenin ana litostratigrafik birimi olarak kabul edilen Ürgüp Formasyonu'nun içine dahil edilmiştir [11].



Harita 1.2. Nevşehir ve civarının genel jeoloji haritası [8]

1.2.2. Tomarza Yakın Çevresinin Jeolojisi

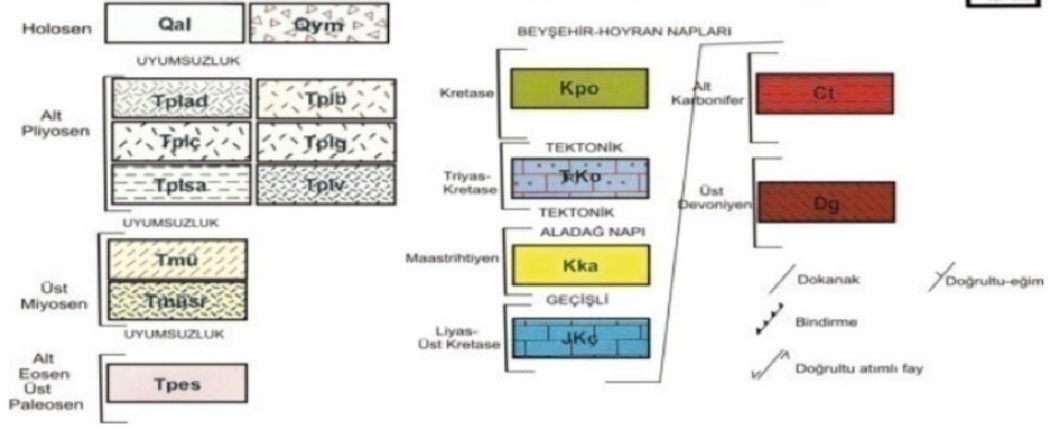
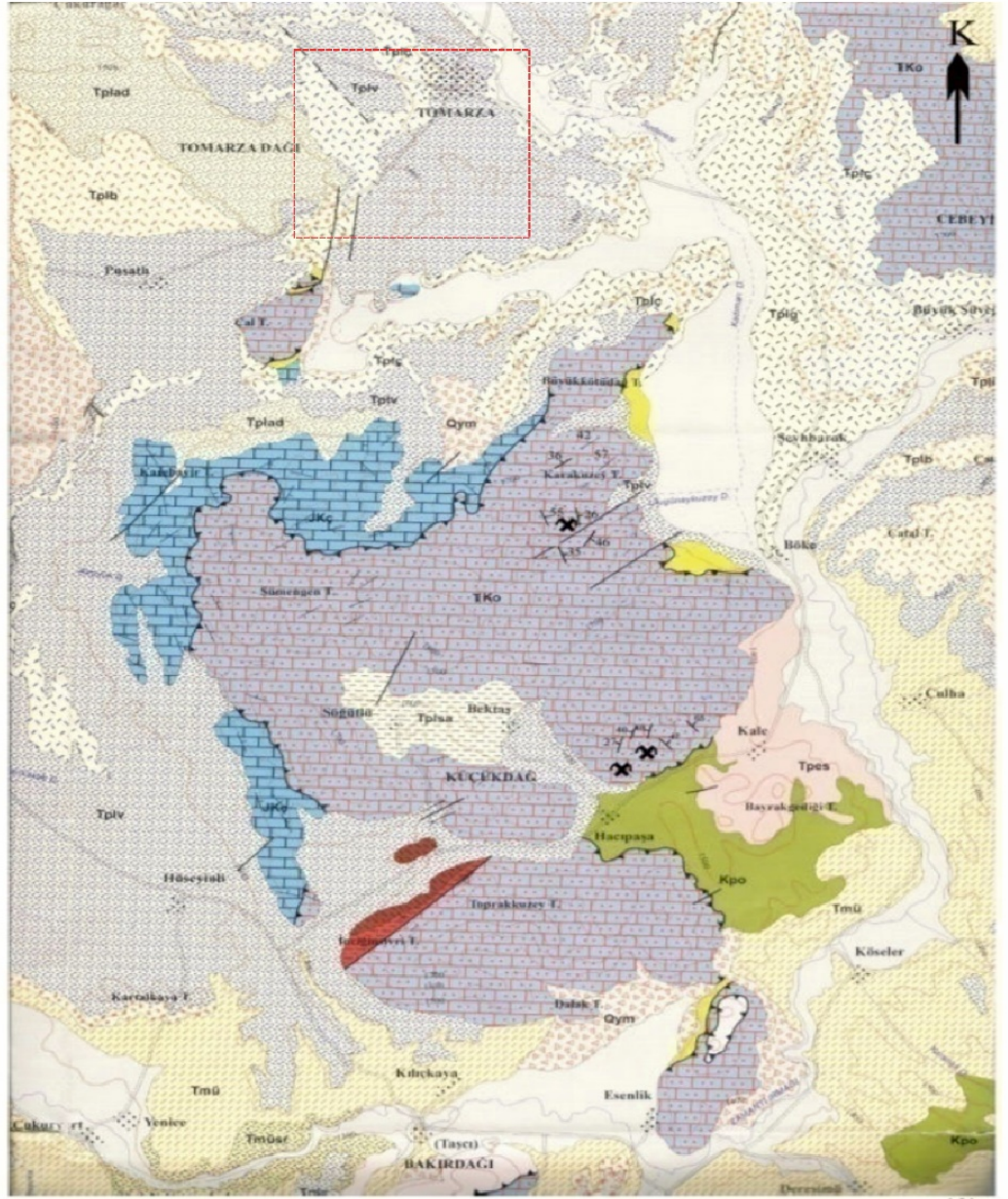
Kayseri iline bağlı Tomarza ilçesi ve yakın çevresi, Kayseri L35 paftasında yer almaktadır. İnceleme alanında paraotokton ve allakton karakterli tektonostratigrafik birimlerle birlikte, Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik ve çökel kayaçlar yayılım göstermektedir [12]. Liyas kireçtaşlarından oluşan Çamlık formasyonu, Jura çörtlü kireçtaşı Orhaniye formasyonu, Maastrichtiyen yaşlı filiş karakterindeki Karaböğürtlen formasyonu, Alt Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından oluşan Sarımsaklı formasyonu, yine Alt Pliyosen yaşlı Valibaba ignimbritleri bölgede mostra vermektedir (Harita 1.3) [13].

Çamlık formasyonu (JKç) kireçtaşlarından oluşmaktadır. İstif, altta koyu gri, siyahımsı gri, siyah renkli, masif ya da orta-kalın tabakalı, yer yer breşimsi yapıda kireçtaşı-dolomit geçişlerinden, orta seviyelerde gri, siyahımsı gri renkli, orta-kalın tabakalı,

seyrek çört sıvımalı dolomit ve kireçtaşlarından, üst seviyelerde rudistli kireçtaşlarından meydana gelmektedir.

Orhaniye Formasyonu, çört arakatlı kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Altta kirli beyaz, açık gri, krem, bej renkli, orta ve kalın tabakalı, bol kırıklı kireçtaşları ile başlayan birim, orta seviyelerde gri, bej yer yer kirli sarı renklerde, siyah renkli çört araseviyeli kireçtaşları ile devam etmektedir.

Filiş karakterindeki Karaböğürtlen Formasyonunun (Kka) alt seviyelerinde siyahımsı gri, kirli sarı, yeşil, kırmızı renklerde kalkşist, kristalize kireçtaşı, metasilttaşı, metakumtaşı, üst kesimlerde ise kireçtaşı blokları içeren ince-orta-kalın tabakalı metakumtaşı ve metasilttaşı birimleri yer almaktadır. Sarımsaklı Formasyonu (Tpls) çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Orta-kalın katmanlı bu kaya birimleri arasında yer yer kızıl kahve renkli tuf ve kıltaşı ara seviyeleri de gözlenmektedir. İgnimbirit örneklemesinin yapıldığı bölge Valibaba ignimbiritleri içerisinde kalmaktadır. İyi kaynaklaşmış tüflerden (ignimbirit) oluşan birim, ilk olarak Pasquare (1968) [11] tarafından çalışılmıştır. Valibaba ignimbiriti, pomza parçaları içermekte olup, siyah veya kırmızıya çalan alev yapıları (fiamme) içermektedir. Bu ignimbiritlerin renkleri jeokimyasal bileşimlerine bağlı olarak gri, koyu gri, siyah, kiremit kırmızısı ve pembe olabilmektedir. Jeolojik yaş olarak Erken Pliyosen dönemine ait oldukları belirlenmiştir [13].



Harita 1.3. Tomarza ve civarının genel jeoloji haritası [13]

1.3. Schmidt Çekici

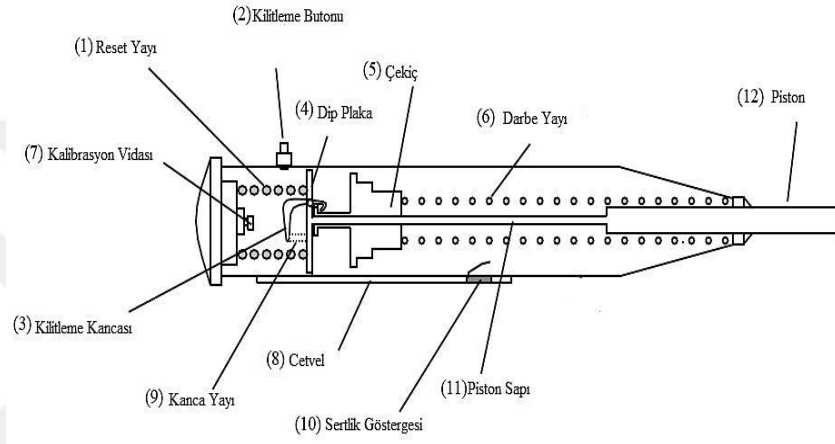
Schmidt sertlik çekici deneyi kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımının dolaylı olarak belirlenmesinde kullanılan tahribatsız bir indeks deney yöntemidir. Söz konusu deney kaya malzemesinin dayanımının dolaylı olarak kestirilmesinde kullanılabileceği gibi, arazide süreksizliklerin yüzey dayanımının belirlenmesinde de kullanılabilir. Hem laboratuvar ortamında hem de arazide kullanılabilirliği açısından avantaja sahiptir (Resim 1.1). Deney sırasında kaya malzemesinin Schmidt geri sıçrama sertliği (SHR) belirlenmekte ve elde edilen bu değer yardımıyla kayanın tek eksenli basınç dayanımı eşitlikler veya abak yardımıyla tahmin edilmektedir.



Resim 1.1. Schmidt çekicinin laboratuvarında silindirik örnek üzerinde uygulanması

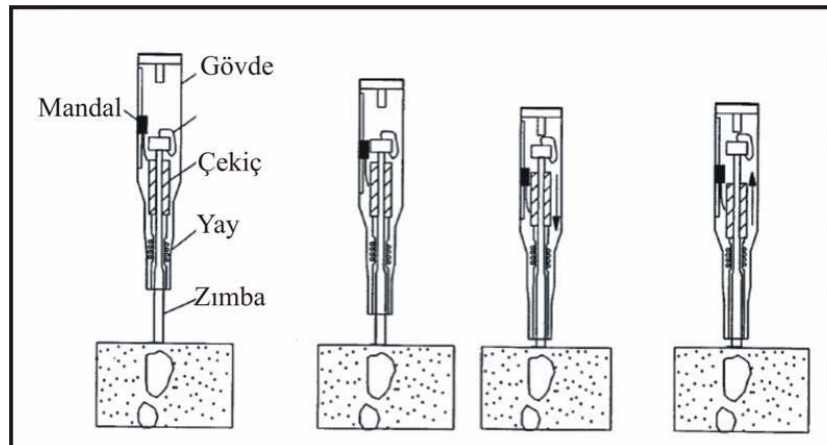
Çalışmanın ana konusunu oluşturan Schmidt çekici ilk olarak 1948 yılında beton numunelerin tek eksenli basınç dayanımının tahmini için geliştirilmiş basit bir düzendir (Şekil 1.2) [14]. Kayaçlarda kullanımı ise 1960'lı yıllardan sonra başlamıştır. Kullanımına göre basit ve dijital olmak üzere iki ana tip Schmidt çekici çeşidi vardır. Öte yandan L ve N tipi olmak üzere iki tip Schmidt çekici bulunmaktadır.

Schmidt çekici zimba, yay, çekiç, mandal ve gövde gibi ana kısımlardan oluşmaktadır (Şekil 1.3). Çekiç test yapılacak kayaç veya beton örnekler üzerine bastırılmakta ve zımbanın en dip kısmında yayın sıkışmasından dolayı zimba kuvvetle örnekler üzerine çarpmaktadır. Çarpma sonucu ekrandaki kadran geri sıçrar ve ekran üzerindeki vuruş değeri okunur.



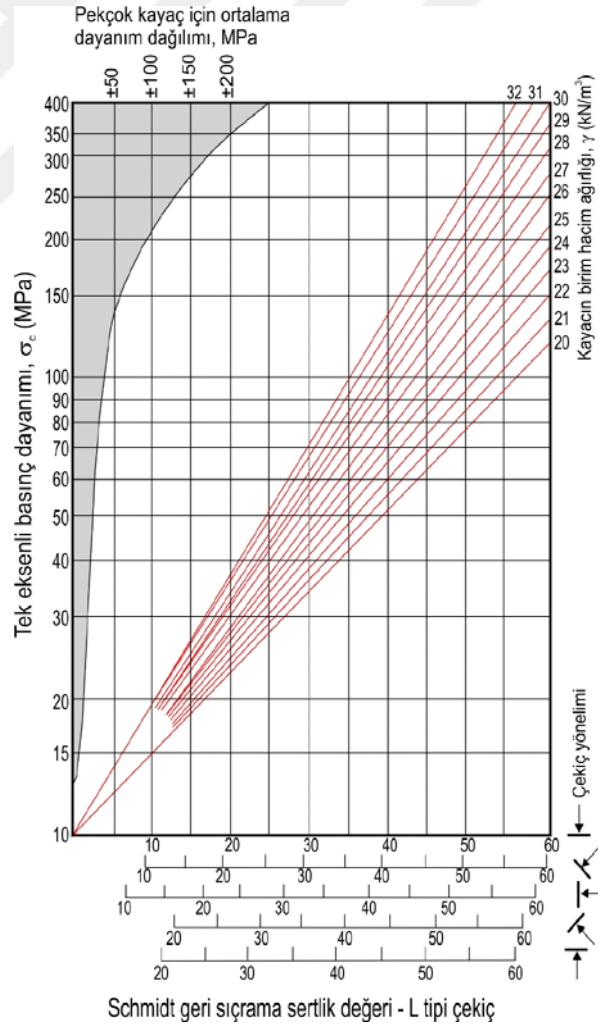
Şekil 1.2. Schmidt çekicinin ana kısımları

Kaya ve beton numunelerinin tek eksenli basınç dayanımlarının tahmininde kullanılan Schmidt çekiciyle ilk ve en kapsamlı çalışmayı Deere ve Miller yapmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımının tahmine yönelik Şekil 1.4'te sunulan bir abak geliştirilmiştir [15].



Şekil 1.3. Schmidt çekicinin kısımları ve çalışma şekli [55]

Geçmişten günümüze kadar Schmidt çekiciyle kaya dayanımı arasındaki ilişkinin ortaya konmasına yönelik çok fazla çalışma yapılmıştır. Schmidt çekici uygulamalarında ISRM (2007) ve ASTM (2001) olmak üzere iki farklı deney prosedürü bulunmaktadır. ASTM (2001) standartları çekiç tipi hakkında kesin bir bilgi vermemektedir. ISRM (2007) standartları ise L tipi Schmidt çekicinin kullanılması önerilmiştir. ASTM standartlarında blok kaya örneklerde 10 vuruş yapılarak ortalaması alınarak ortalama değerden ± 7 birime sahip okumalar çıkartılmakta, geri kalan değerlerin tekrar ortalaması alınmaktadır. ISRM önerilerinde ise 10 ayrı atışın en yüksek %50'si alınarak ortalama geri sıçrama değerleri elde edilmesi önerilmektedir. Literatürde bu standartlar dışında farklı ölçme ve değerlendirme yöntemleri de mevcuttur [16].



Şekil 1.4. Schmidt çekicinin tek eksenli basınç dayanımının tahmini için geliştirilen abak [18]

Schmidt sertlik çekicinin uygulanması sırasında çekiç incelenen yüzeye dik konuma getirilerek geri sıçrama değeri belirlenir. İncelenen kaya yüzeyinin 10 farklı noktasından değer alınmasına ve deneyin uygulandığı yüzeyin en az 6 cm'lik alt kısmında belirgin bir süreksizlik düzlemi bulunmamasına dikkat edilmelidir [17]. Laboratuvarda veya araziden her bir inceleme noktası için elde edilen 10 adet Schmidt geri sıçrama değeri en büyükten en küçük değere doğru sıralandıktan sonra, en küçük 5 değer iptal edilir ve kalan 5 değerın ortalaması o kaya yüzeyine ait Schmidt geri sıçrama değeri (SHR) olarak kabul edilmektedir.

Tablo 1.1. Farklı kaya türleri için tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) ile Schmidt geri sıçrama sertlik değeri (N) arasındaki istatistiksel ilişkiler [19]

Araştırmacı	Eşitlik*	Kaya türü
Deere ve Miller (1966) [18]	$\sigma_c = 10(0.00014\gamma N + 3.16)$	28 litolojik birim
Aufmuth (1973) [20]	$\sigma_c = 6.9*[101.348(\log \gamma N) - 1.325]$	25 litolojik birim
Beverly vd. (1979) [21]	$\sigma_c = 12.74\exp(0.185 \gamma N)$	20 litolojik birim
Kidybinski (1980) [22]	$\sigma_c = 0.447\exp[0.045(N+3.5)+\gamma]$	Farklı kaya türleri
Singh vd. (1983) [23]	$\sigma_c = 2N$	30 sedimanter birim
Shorey vd. (1984) [24]	$\sigma_c = 0.4N - 3.6$	20 litolojik birim
Haramy ve DeMarco (1985) [25]	$\sigma_c = 0.994N - 0.383$	10 litolojik birim
Ghose ve Chakraborti (1986) [26]	$\sigma_c = 0.88N - 12.11$	Kömür
O'Rourke (1989) [27]	$\sigma_c = 702N - 1104$	Kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı
Sachpazis (1990) [28]	$N = 0.239\sigma_c + 15.7244$	33 farklı karbonatlı kaya
Gökçeoğlu (1996) [29]	$\sigma_c = 0.0001N^{3.2658}$	Marn
Kahraman (1996) [30]	$\sigma_c = 4.5*10^{-4}(N*\gamma)^{2.46}$	10 litolojik birim
Katz vd. (2000) [31]	$\sigma_c = 2.208e^{0.067N}$	7 litolojik birim
Kahraman (2001) [32]	$\sigma_c = 6.97e^{0.014\gamma N}$	9 litolojik birim
Yılmaz ve Sendir (2002) [33]	$\sigma_c = \exp(0.818 + 0.059N)$	Jips
Yaşar ve Erdoğan (2004) [34]	$\sigma_c = 4*10^{-6}(N)^{4.2917}$	Kireçtaşı, bazalt, kumtaşı
Shalabi vd. (2007) [35]	$\sigma_c = 3.201N - 46.59$	Dolomit, kireçtaşı, şeyl
Kılıç ve Teymen (2008) [36]	$\sigma_c = 0.0137N^{2.2721}$	19 farklı kaya
Mishra ve Basu (2013) [37]	$\sigma_c = 2.38e^{0.065N}$	Granit, şişt ve kumtaşı
Selçuk ve Yabalak (2015) [19]	$(\sigma_c / N) = 0.021\sigma_c + 0.32$	11 litolojik birim

* Eşitliklerdeki σ_c birimi MPa veya kg/cm²'dir.

Kaya malzemesinin dolaylı olarak tek eksenli basınç dayanımı, Schmidt geri sıçrama değeri ve kayaya ait birim hacim ağırlık değeri (γ) kullanılarak çekicinin uygulama yönü de dikkate alınarak Şekil 1.4'te sunulan grafikten hesaplanabilmektedir. Öte yandan, Tablo 1.1'de farklı kaya malzemeleri için literatürde önerilen eşitlikler yardımıyla da dolaylı olarak tek eksenli basınç dayanımı belirlenebilmektedir.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İgnimbiritler bölgede farklı araştırmacılar tarafından ayrıntılı ve yoğun bir şekilde çalışılmıştır. Bölgede araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalara bu bölümde kısaca değinilmiştir.

Innocenti ve çalışma arkadaşları, bölgede oluşan volkanik evrimi araştırmış ve çalışmalarını Niğde, Kayseri bölgesinde yapmışlardır. Ürgüp bölgesinde oluşan volkanik aktivitenin Üst Miyosen'de başladığını ortaya koymuşlardır [38].

Pasquare ve çalışma arkadaşları, Orta Anadolu Volkanik evrimi paralelinde ignimbirit birimlerinin kaynağına ulaşmaya çalışmış, bölgesel tektonik hareketler ile volkanik evrim arasında ilişki analizini yapmışlardır. Çalışma sonucunda Çiftlik kalderasının ve Melendiz Dağı volkanik kompleksinin ignimbirit ünitelerinin kaynağı olduğunu savunmuşlardır [39].

Gevrek ve Kazancı, ignimbirit oluşumu ve özellikleri üzerine çalışmış ülkemizde pumisce zengin piroklastik birimlerin geniş yer kapladığını ve bunların ayrıntılı incelenmesinin ignimbirit kavramına ve volkanoloji çalışmalarına yeni boyut kazandıracağı kanısına varmışlardır [40].

Binal ve arkadaşları, Eskişehir-Yazılıkaya bölgesinde bulunan kayalara ait bazı mekanik ve fiziksel parametrelerinin donma ve çözülme etkisi altında ki değişim özelliklerini incelemiştir. Taze kayaç numuneleri üzerinde donma ve çözülme çevrimleri uygulamış bu kayaçların laboratuvar ortamında belirlenen fiziksel ve mekanik değişimi ile çevrim sayıları arasında bulunan ilişkiler üzerine inceleme yapılmıştır. İnceleme sonucu ignimbiritlerde gözlenen yüzeysel bozunmada donma ve çözülme süreçlerinin de etkin olduğunu belirtmiştir [41].

Sarı ve Çömlekçiler, Kızılıkaya ignimbiritlerinin mühendislik özelliklerini belirlemeye çalışmış, kaya kütlesi puanlamasına (RMR) göre iyi kaya sınıfına girdiğini belirtmişlerdir. Kızılıkaya ignimbiritlerinin deformasyonu, duraylılığı, destek tasarımı ve patlatma çalışmalarına yönelik uygulamalarda kullanılabilecek analitik, kinematik sayısal veya ampirik çalışmalar için veri alt yapısını sağlamışlardır [42].

Le Pennec ve çalışma arkadaşları, Kapadokya bölgesinde bulunan ignimbiritik birimlerin jeokimyasal, paleontolojik, paleomanyetik ve radyo kronolojik verilerinden yola çıkarak ignimbiritik birimlerin stratigrafilerini revize ederek Sofular ve Gördeles ignimbiritlerinin aynı ignimbirit olduğunu belirlemişlerdir [43].

Büyüksaraç ve çalışma arkadaşları, Kapadokya ignimbiritleri ve volkanitlerinde paleomanyetik çalışma - manyetik anomalilerinin yorumu üzerine çalışma yapmış ve bölgede ortaya çıkan geçmiş tektonik gelişimlerin üç aşamada incelenebileceğini söylemiştir. Birinci dönem 13 milyon yıl ve öncesi dönemdir. Bölgenin yaklaşık olarak günümüz pozisyonunda olduğunu belirtmekte ve 13 milyon yıldan 5 milyon yıla kadar geçen dönemde kuzeye doğru 25-30 derecelik saat yönünün tersi yönünde bir hareket olduğunu ortaya koymuşlardır. Son dönem olan üçüncü dönemde ise 5 milyon yıldan günümüze kadar olan dönemdir. nc dönemde daha önceki hareketin tersine bir hareket olduğunu ve eski konumuna dönüş söz konusu olduğunu ortaya koymuşlardır [44].

Korkanç, yapmış olduğu çalışmada Kapadokya bölgesinde geniş alanda yüzeylenen Kavak ignimbiritlerinin jeomekanik özelliklerin yapıtaşı olarak kullanımı incelemiş bölgede yıllardır külliye, cami, kilise ve bina gibi yapılar da kullanılmakta olan ve dekoratif özellikler sunan yapı taşlarının ülkemiz genelinde yapı taşı olarak kullanılabileceğini söylemiş ve yoğunluklarının düşük olması sebebiyle işlenmesinin ayrıca taşınmasının kolay olacağını belirtmiştir [2].

Bostancı, alışmasında Nevşehir Bölgesi ignimbiritlerinin kapiler su emme davranışlarını incelemiş ve kayaçların bozunma sürecinde kılcal su emme davranışlarında düzensizlikler olduğunu ve yapılacak çalışmalarda bozunma döngüleri sonucu oluşan boşluk boyutlarının civa porozimetrisi ile değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir [45].

Ceylan, yapmış olduğu çalışmasında Nevşehir Bölgesinde bulunan ignimbiritlerin su ile temas eden bölgelerde kullanılması sonucu yapısının bozulduğunu, görsel güzelliğini kaybettiğini belirtmiş ve yığma binalarda kullanılacak ignimbiritlerin jeomekanik özellikleri ayrıntılı değerilse su basman seviyesi üzerinde dış kaplama malzemesi olarak kullanılmasının uygun olacağını savunmuştur [46].

Selçuk ve Yabalak, kaya dayanımının dolaylı olarak belirlenmesinde Schmidt çekicinin güvenilirliği ve yeni bir yaklaşım önerisi çalışmasında Schmidt çekici (SHR) ile tek eksenli basınç (UCS) arasındaki ilişkiden bahsetmiş ve UCS/SHR oran değerleri ile UCS değerleri arasında her zaman güçlü ve doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. UCS/SHR oran yaklaşımının kullanılması, kayaların dayanımlarının belirlenmesinde kabul edilebilir bir hata (ortalama karekök hata; 5.9 MPa) değeri sunmuştur. Yapılan bu yaklaşım ile kayaçların dayanım değerlerinin çok daha güvenli sonuç vereceğini belirtmişlerdir [19].

Başarır ve Kumral, kayaçların tek eksenli basınç dayanımının basit deney yöntemleriyle tahmini çalışmasında kayalar üzerinde kullanılan tek eksenli basma deneyini ve basit deney yöntemlerini kullanarak bu deneyler arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır. Kayaç numuneleri üzerinde Schmidt çekici, nokta yükleme dayanım indeksi, sonik hız deneyleri ve tek eksenli basma deneylerini uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlar kullanılarak basit doğrusal regresyon analizleri yapmışlar ve tek eksenli basınç dayanımının değerinin tahmininde kullanılabilecek eşitliklere ulaşmışlardır [47].

Kuşcu ve Demiray, yapmış oldukları çalışmada tek eksenli basınç dayanımı ile P dalga hızının kayaçlarda gözeneklilik, dokusu, mineralojisi, alterasyon ve yapısal özelliklerine de bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir [48].

Karaman ve arkadaşları, kayaçların tek eksenli basınç dayanımının tahmininde Schmidt çekici yöntemlerinin incelenmesi çalışmasında kaya mekaniği modellemesinde PFC3D programı ile kayaçlarda yapılan uygulamaların modellemesinde kullanılacak bazı parametreler belirlemişlerdir [49].

Yaşar ve arkadaşları, Schmidt sertliği ile kesilebilirlik parametreleri arasındaki ilişkileri incelemiş ve yüzey sertliğinin kesilebilirlik parametresi üzerinde etkisi olduğunu ve daha net bir genellemenin yapılabilmesi için geniş çaplı deneylerin yapılması gerektiğini belirtmiştir [50].

Nar, kayaların tek eksenli basınç dayanımının tahmininde birleşik yöntemin (SONREB) değerlendirilmesi çalışmasında Schmidt geri sıçrama ve ses hızı verilerinin birlikte kullanılmasının kayaçların dayanım değerlerinin daha güvenilir olduğunu söylemiş, kayaçlarda çekme dayanımı, Young modülü veya mekanik ve deformasyon

özelliklerinin belirlenmesinde birleşik yöntemin kullanılmasını önermiştir [51].

Özdoğan, Erzurum, Kadana Camii'nde tarihi yığma yapılarda malzeme özelliklerinin belirlenmesinde Schmidt çekici yönteminin kullanılmasını araştırmış, yığma yapı duvarının belirlenmiş kısımlarında taş dağılımı ve yüzdesini bularak basınç mukavemetini hesaplayabilmiştir. Elde edilen basınç mukavemetinin 200 katının elastik modül olarak kabul edilmesinin makro modelleme tekniği için kullanılabilir olacağı sonucuna ulaşmıştır [52].

Üzgün, tek eksenli basınç dayanımı farklı boy ve çap oranlarının nasıl belirlediğini araştırmış ve çalışma sonucunda yapılacak diğer çalışmalar için bazı önerilerde bulunmuştur [53].

Gökçeoğlu, Schmidt sertlik çekici ile tahmin edilen tek eksenli basınç dayanımı verilerinin güvenilirliğini araştırmış ve Schmidt sertlik değerinden dolayı olarak tahmin edilen tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasında yüksek bir belirleme katsayısı olduğuna ulaşmıştır. Schmidt sertlik değeri ile tek eksenli sıkışma arasındaki ilişkide çok zayıf kayaçlarda ($\sigma_c < 5$ MPa) üzerinde çalışılan kayacı yansıtabileceğini belirtmiştir. Schmidt değeri kullanılarak tek eksenli basınç dayanımı dolaylı yöntemle elde etmek yerine bulunan sertlik indeksinin doğrudan kayacın bir parametresi olarak kullanılmasının daha gerçekçi olacağını söylemiştir [29].

Kapadokya ve çevresindeki ignimbiritlerin mühendislik özellikleri ile ilgili en kapsamlı çalışmalardan bir tanesi Topal [54] tarafından gerçekleştirilmiştir. [54] tarafından gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, bölgede geniş yayılım gösteren tüflerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin sunulmasının yanı sıra, Kapadokya bölgesine eşsiz bir güzellik katan peribacalarının ayrışma mekanizmaları hakkında da yorumlar yapılmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında bölgede çok geniş bir alanda yüzeyleyen farklı renk ve dokuya sahip ignimbiritlerin fiziko-mekanik özelliklerini belirleyerek Schmidt geri sıçrama değerleri ile olan ilişkiler araştırılmıştır. Fiziksel ve dayanım özellikleri ile Schmidt geri sıçrama değerleri arasında basit regresyon analizleri yapılarak parametre ilişkileri araştırılmıştır. Bölgede yapıtaşı olarak kullanılan kaya türlerinin işlendiği taş ocaklarından blok numuneler alınmış ve laboratuvar ortamında deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmasının ana materyalini oluşturan ignimbiritler Nevşehir (Merkez) (kırmızı) ve Tomarza (Kayseri) (gri) olmak üzere iki farklı lokasyondan alınmıştır.



Resim 3.1. Tez çalışmasında kullanılan ignimbirit örnekleri ve Schmidt çekici

3.2. Metot

Bu tez çalışması, bölgede yapılan önceki çalışmalar için literatür taraması, örneklerin temini için arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve verilerin sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için büro çalışmaları olmak üzere dört ana aşamada tamamlanmıştır.

3.2.1. Literatür Taraması

Çalışmanın bu aşamasında örnekleme alanları ve çevresi ile ilgili jeolojik verilerin sağlanması ve bölge ile ilgili daha önce yapılan çalışmaların derlenmesi için literatür taraması yapılmıştır. Bu amaçla tezimize konu olan bölgeler ile ilgili daha önce yapılmış tezler, makaleler, raporlar ve yayınlar incelenmiştir. Bölgede yapılan çalışmalarla ilgili detay ve incelemeler önceki çalışmalar bölümünde ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarında bölgede bulunan farklı doku, renk, mühendislik özellikleri sunan ve taş ocaklarında işlenerek doğal yapıtaşı olarak kullanılan kayalar üzerinde Schmidt geri sıçrama değerlerinin belirlenmesi için iki farklı bölgeden (Nevşehir ve Tomarza) farklı renk ve dokuya sahip blok numuneler temin edilmiştir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Çalışmanın konusu olan ignimbritlere ait kaya blokları araziden alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Karot alma makinesi ile yeterli sayıda NX çapında karot numuneleri standartlara uygun olacak şekilde alınmıştır. Alınan 78 adet karot ve 25 adet küp numunesi numaralandırılarak numunelerin indeks, fiziksel ve dayanım özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneysel çalışmalar laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Numunelerin fiziksel ve dayanım özellikleri belirlendikten sonra bu özellikleri ile Schmidt geri sıçrama değeri arasındaki ilişkilerin incelenmesi için Schmidt geri sıçrama deneyleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.1. Birim Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

Blok örneklerden alınan düzgün şekilli karot numunelerinin ISRM'de belirtildiği şekilde (kumpas yöntemi) hacimleri belirlendikten sonra 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulmuş ve tartılarak kuru birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru birim hacim ağırlıklar belirlendikten sonra numuneler 18 saat boyunca suya doygun hale getirilmiş ve tekrar tartılarak doygun birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir [56].

3.2.3.2. K tलेce Su Emme Oranının Belirlenmesi

Boyutları belirlenen karot numuneleri saf su içinde 18 saat bekletilmiş ve ıslak ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra ıslak numuneler kuruması için 105  C'ye ayarlanan etüvde 18 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Etüvden ıkarılan kurumuş numunelerin kuru ağırlıkları hesaplanmış ve numunelerin doygun ve kuru kütleleri arasındaki fark göz önünde bulundurularak k tलेce su emme oranları belirlenmiştir.

3.2.3.3. Porozite (Gözeneklilik) ve Boşluk Oranının Belirlenmesi

Düzgün şekilli karot numuneler 105  C'ye ayarlanan etüvde 18 saat kuruması için bekletildikten sonra desikatör içine alınmıştır. Kuru ağırlıkları belirlenen numuneler daha sonra 48 saat saf suda suya doygun hale gelene kadar bekletilmiştir. Suya doygun hale gelen numunelerin ağırlıkları hesaplanmış, porozite ve boşluk oranı değerleri belirlenmiştir.

3.2.3.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımının Belirlenmesi

Tek eksenli basınç dayanımı, tek eksenli basınç gerilmesi etkisinde olan bir malzemenin yenildiği andaki gerilme değeridir. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü kapasitesi 1250 kN olan kaya presi kullanılarak ISRM standartlarına göre karot numunelerine yüklemeler uygulanmıştır. Yükleme hızı olarak 0.5 kN/s seçilmiş olup, deney sadece karot numunelere uygulanmıştır. Tek eksenli basınç dayanımı deneyi kuru ve doygun numuneler için ayrı ayrı uygulanmış ve deney sonucu örnek dayanımları belirlenmiştir (Resim 3.2).

3.2.3.5. Çekme Dayanımının Belirlenmesi

Aynı doğrultuda birbirinden uzaklaşan zıt yönlerdeki kuvvetlerin oluşturduğu gerilmeye çekme gerilmesi denir. Çekme gerilmesi kayaçların boylarında uzamaya enlerinde ise daralmaya sebep olmaktadır. Her iki ucundan çekilen numunenin yenildiği andaki gerilme değerini çekme dayanımı olarak adlandırılmaktadır. Pratikte bu yöntemle çekme dayanımının belirlenmesi zor olduğundan, alternatif olarak dolaylı çekme dayanımının belirlenmesinde Brazilian ekme dayanımı deneyi uygulanmaktadır. Bu amaçla toplamda 16 adet karot üzerinde dolaylı çekme dayanımı deneyi ISRM  nerilerine uygun olarak yapılmış ve ignimbiritlerin çekme dayanımı hesaplanmıştır (Resim 3.3).



Resim 3.2. Tek eksenli basınç dayanımı deneyinin uygulanması



Resim 3.3. Çekme dayanımı deneyinin uygulanması

3.2.3.6. Schmidt Geri Sıçrama Değerlerinin Belirlenmesi

Arazi ve laboratuvar ortamında kolaylıkla uygulanan Schmidt çekici, laboratuvar ortamında 105 °C'de kurutulmuş ve ayrıca doymun hale getirilmiş karot ve küp

numunelere ayrı ayrı uygulanmıştır. Çalışmada L Tipi Schmidt çekici kullanılmış ve deneye başlamadan önce çekicinin kalibrasyonu yapılmıştır. Vuruşların yapılacağı karot ve küp numunelerin yüzeyleri temizlenmiş, çekiç numunelere dik bir konumda uygulanmıştır (Resim 3.4). Numunelerin deney sırasındaki zıplamasının engellenmesi amacıyla örnekler mengene ile sabitlenmiştir. Her bir ignimbirit örneği için 10 farklı okuma alınmıştır. Elde edilen geri sıçrama değerleri kaydedilmiş ve ortalama Schmidt geri sıçrama değeri belirlenmiştir.



Resim 3.4. Schmidt çekicinin laboratuvarında küp örnek üzerinde uygulanması

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde tez çalışması kapsamında incelenen ignimbiritlerin fiziksel ve dayanım özellikleri ile bu ignimbiritlerin dayanımının tahmininde Schmidt geri sıçrama değerlerinin kullanımına ilişkin değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Buna göre, incelenen iki farklı ignimbirite ait fiziksel özellikler Tablo 4.1’de, dayanım özellikleri Tablo 4.2’de ve Schmidt geri sıçrama değerleri Tablo 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.1. Tez çalışması kapsamında incelenen ignimbirit örneklerine ait fiziksel özellikler

Numune	Değerler	Kütlece su emme oranı (%)	Porozite (Gözeneklilik) n (%)	Boşluk Oranı e	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_{kuru}) (kN/m ³)	Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_{doymun}) (kN/m ³)
Tomarza (Kayseri) Gri İgnimbirit	Ortalama	20.29	31.54	0.46	15.54	18.69
	En düşük	16.08	24.59	0.33	14.99	17.54
	En yüksek	23.06	35.25	0.54	16.11	19.23
	Std. Sapma	2.16	3.47	0.07	0.27	0.51
Nevşehir (Merkez) Kırmızı İgnimbirit	Ortalama	17.82	28.78	0.40	16.15	19.03
	En düşük	16.74	26.94	0.37	15.12	17.92
	En yüksek	19.11	30.77	0.44	16.91	19.94
	Std. Sapma	0.60	1.05	0.02	0.32	0.38

Nevşehir (Merkez) kırmızı renkli ignimbirit ve Tomarza (Kayseri) gri renkli ignimbirit numuneleri üzerinde laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda Tomarza ignimbiritinin ortalama kütlece su emme oranı %20.29, porozite değeri %31.54, boşluk oranı (e) %0.46, kuru birim hacim ağırlığı (γ_{kuru}) 15.54 kN/m³, doymun birim hacim ağırlığı (γ_{doymun}) 18.69 kN/m³ olarak bulunmuştur. Nevşehir ignimbiritinin ise ortalama kütlece su emme oranı %17.82, porozite değeri %28.78, boşluk oranı (e) %0.40, kuru birim hacim ağırlığı (γ_{kuru}) 16.15 kN/m³, doymun birim hacim ağırlığı (γ_{doymun}) 19.03 kN/m³ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Tez çalışması kapsamında incelenen ignimbirit örneklerine ait dayanım özellikleri

Numune	Değerler	Tek eksenli basınç dayanımı	Tek eksenli basınç dayanımı	Çekme dayanımı
		(kuru) (MPa)	(doygun) (MPa)	(kuru) (MPa)
Tomarza (Kayseri) Gri İgnimbirit	Ortalama	22.56	12.81	2.37
	En düşük	13.89	7.47	1.98
	En yüksek	26.94	15.15	2.93
	Std. Sapma	3.5	2.4	0.4
Nevşehir (Merkez) Kırmızı İgnimbirit	Ortalama	13.12	1.74	0.77
	En düşük	10.92	0.61	0.56
	En yüksek	15.50	3.14	1.25
	Std. Sapma	1.8	1.0	0.3

Tomarza gri ignimbiritinin kuru koşullardaki ortalama tek eksenli basınç dayanımı 22.56 MPa, doygun haldeki tek eksenli basınç dayanımı 12.81 MPa ve kuru çekme dayanımı 2.37 MPa olarak bulunmuştur. Nevşehir kırmızı ignimbiritinin ortalama kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı 13.12 MPa, doygun haldeki tek eksenli basınç dayanımı 1.74 MPa ve kuru çekme dayanımı 0.77 MPa olarak saptanmıştır.

Nevşehir (Merkez) kırmızı ignimbirit ve Tomarza (Kayseri) gri ignimbirit numuneleri üzerinde laboratuvar ortamında Schmidt geri sıçrama değerlerini belirlemeye yönelik Schmidt çekici deneyleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu deneylerde Tomarza (Kayseri) gri ignimbiritinin kuru haldeki ortalama Schmidt geri sıçrama sayısı 25.99 ve doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı 21.53 olarak bulunmuştur. Öte yandan, Nevşehir (Merkez) kırmızı ignimbiritinin kuru haldeki ortalama Schmidt geri sıçrama sayısı 20.03 ve doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ise 15.83'tür.

Tablo 4.3. Tomarza (Kayseri) Gri İğnimbirit ve Nevşehir (Merkez) Kırmızı İğnimbirit numunelerine ait Schmidt geri sıçrama değerleri

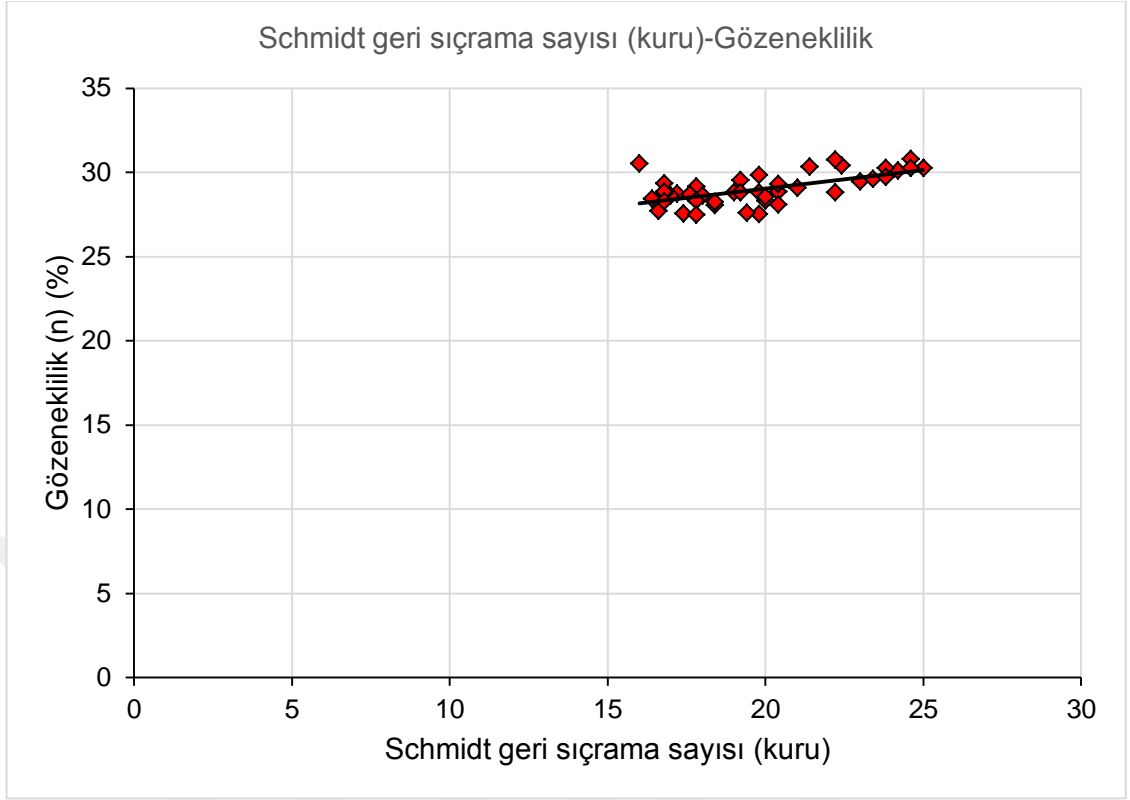
		Schmidt geri sıçrama sayısı (kuru)	Schmidt geri sıçrama sayısı (doygun)
Tomarza (Kayseri) Gri İğnimbirit	Ortalama	25.99	21.53
	En düşük	21.60	17.40
	En yüksek	31.00	30.20
	Std. Sapma	2.8	3.3
Nevşehir (Merkez) Kırmızı İğnimbirit	Ortalama	20.03	15.83
	En düşük	16.00	12.00
	En yüksek	25.00	22.40
	Std. Sapma	2.7	3.3

4.1. İğnimbiritlerin Fiziksel ve Dayanım Özellikleri ile Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İlişkilerin İstatistiksel Değerlendirmesi

Bu bölümde deneysel çalışmalar sonucunda tez çalışması kapsamında incelenen iki farklı iğnimbirit grubunun fiziksel ve dayanım özellikleri ile Schmidt geri sıçrama değerleri arasındaki ilişkiler basit regresyon analizleri ile araştırılmıştır. Değerlendirmeler önce her bir iğnimbirit grubu için yapıldıktan sonra, deneysel çalışmalarda kullanılan tüm örnek verileri birlikte değerlendirilerek yorumlanmıştır.

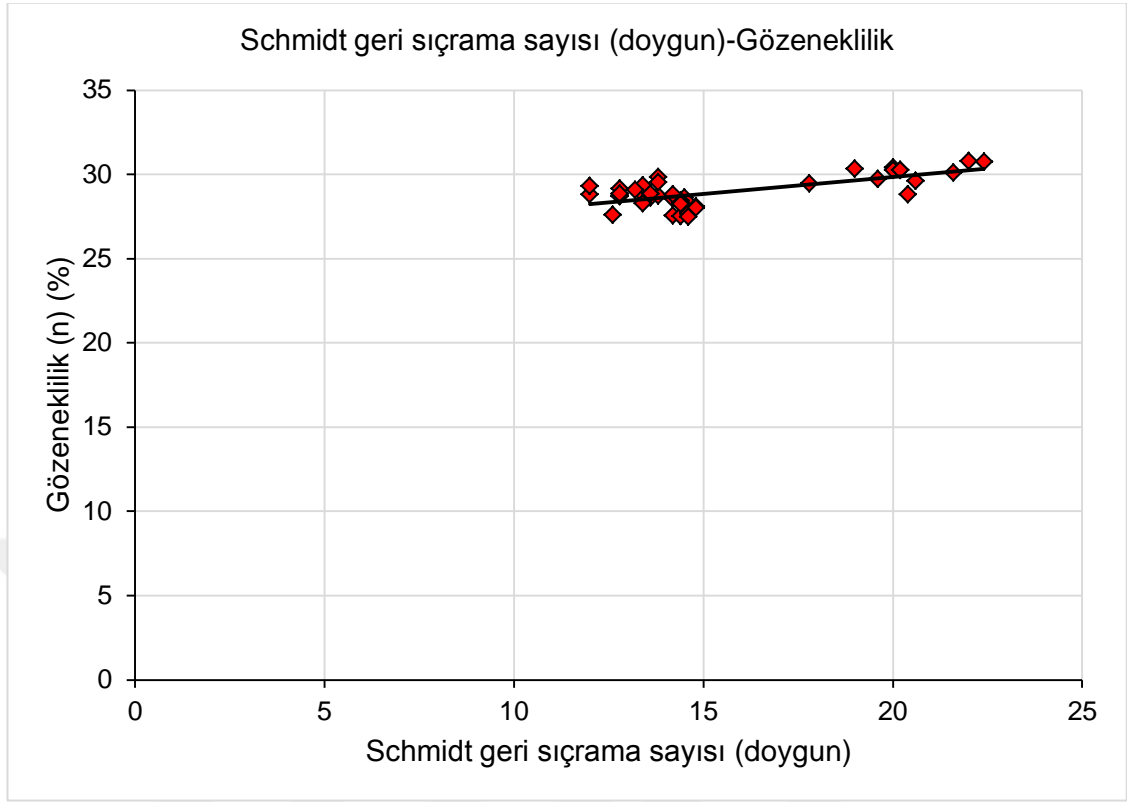
4.1.1. Nevşehir İğnimbiriti'nin Fiziksel ve Dayanım Özellikleri ile Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Nevşehir iğnimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile gözeneklilik (n) arasındaki istatistiksel ilişki incelendiğinde iki parametre arasında anlamlı bir ilişki tespit edilemediği gözlenmektedir (Şekil 4.1). Normal koşullarda, gözeneklilik artışına bağlı olarak Schmidt geri sıçrama değerlerinde azalma olması beklenmektedir. Ancak, elde edilen grafikte pozitif bir ilişki elde edilmiş olup, bu veriler ışığında Nevşehir iğnimbiritleri için gözeneklilik ve Schmidt geri sıçrama sertliği değerleri arasında istatistiksel açıdan bir ilişki bulunamadığı sonucuna varılmaktadır.



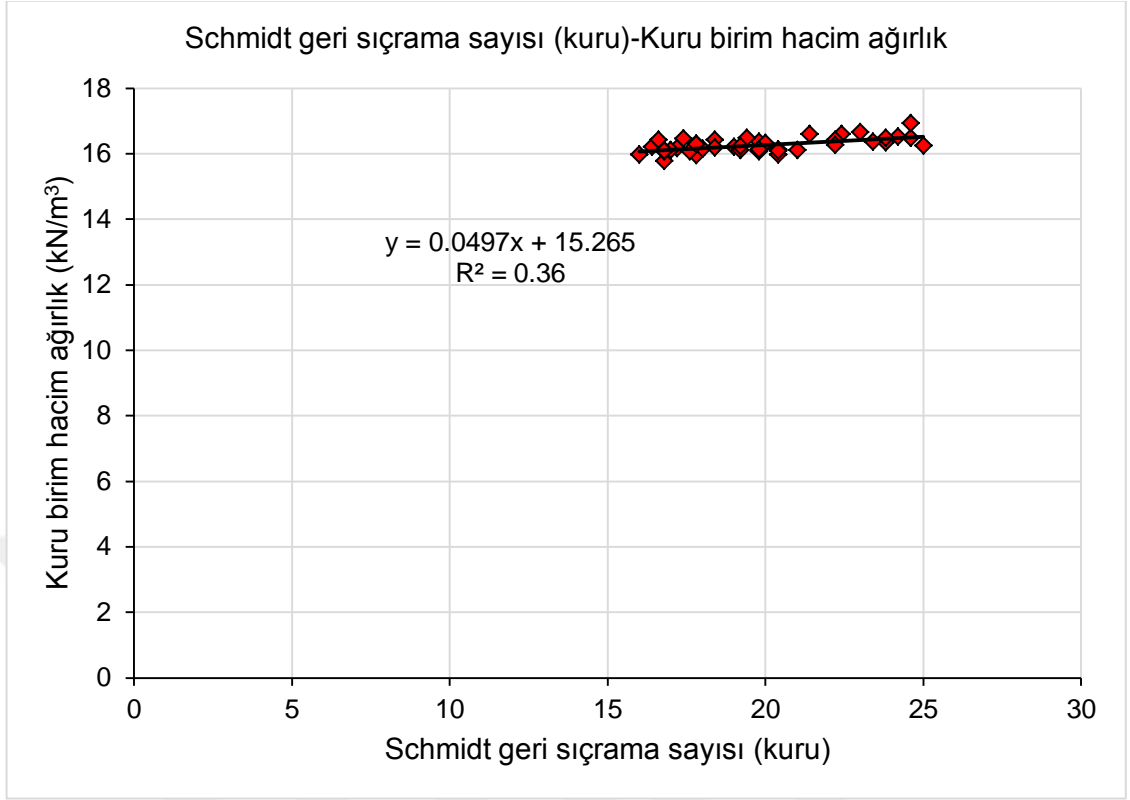
Şekil 4.1. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{doygun}) ile gözeneklilik (n) arasındaki ilişki grafiği Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Doygun koşullar için elde edilen sonuçlar da kuru koşullardaki analiz sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Şekil 4.2’de elde edilen pozitif ilişki, doygun koşullardaki Schmidt geri sıçrama sertliği ile gözeneklilik arasında da bir ilişki bulunmadığını işaret etmektedir.



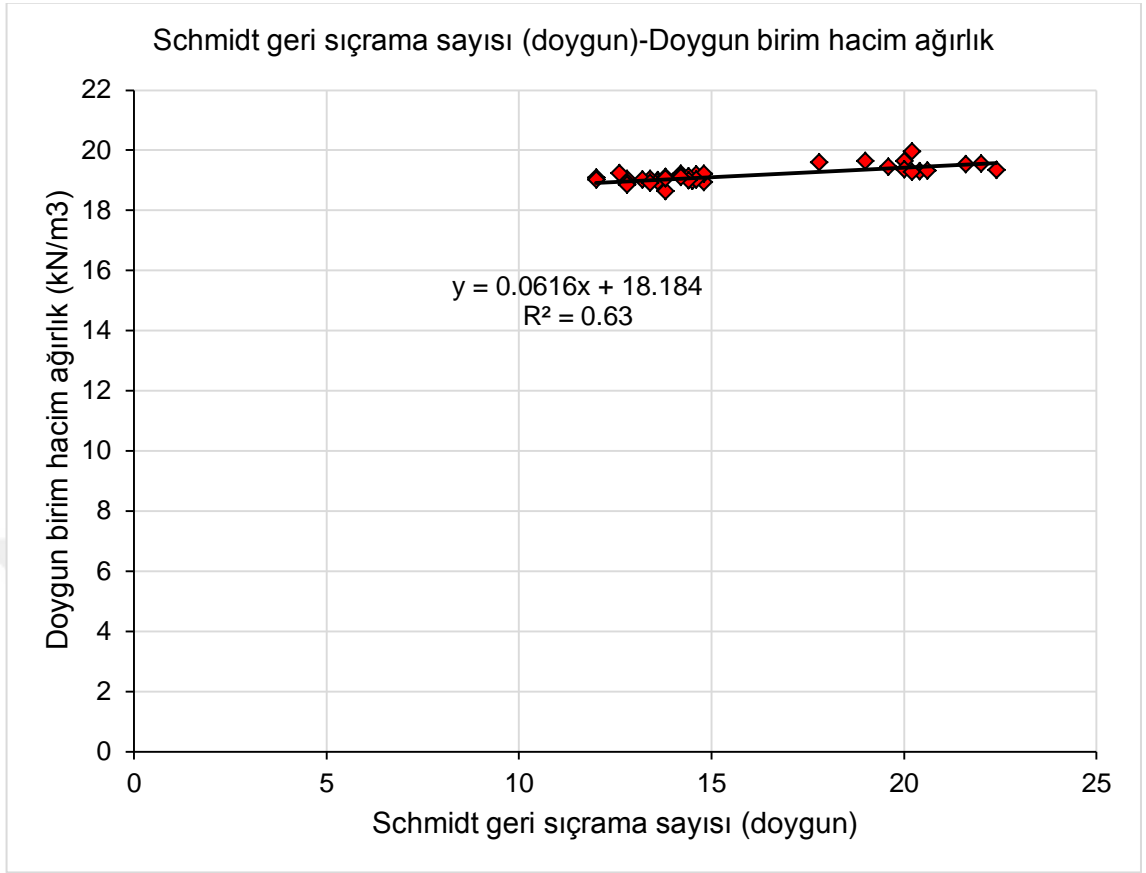
Şekil 4.2. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile kuru birim hacim ağırlık (γ_{kuru}) arasında yapılan regresyon analizi sonucu Şekil 4.3'te sunulmaktadır. Buna göre iki parametre arasındaki belirleme katsayısının (R^2) 0.36 olduğu görülmektedir. Söz konusu belirleme katsayısı kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlık arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir. Burada en önemli faktör, ignimbiritlerin oldukça düşük birim hacim ağırlığına sahip bir kaya birimi olmasıdır. Grafikten de görüleceği üzere Nevşehir ignimbiritlerinin kuru birim hacim ağırlığı değerleri oldukça dar bir aralıkta dağılım sergilemektedir.



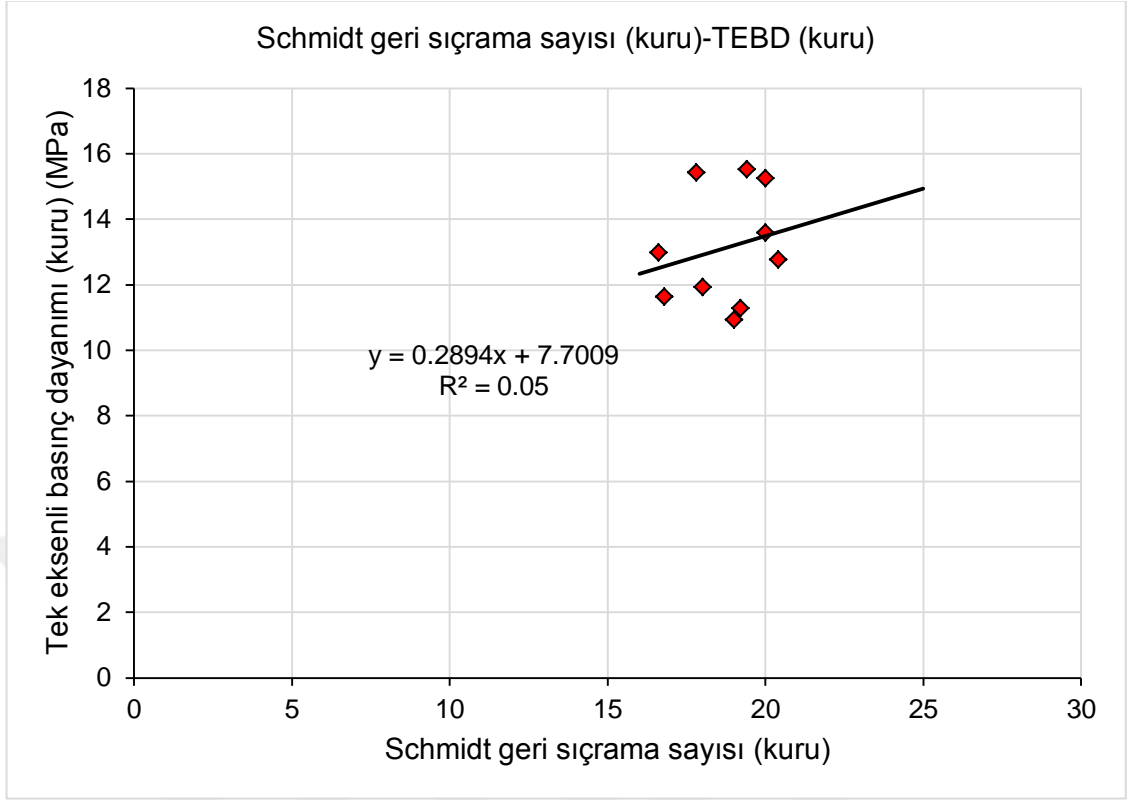
Şekil 4.3. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlığı arasındaki ilişki

İstatistiksel analizler sonucunda Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{doygun}) ile doygun birim hacim ağırlık (γ_{doygun}) arasındaki belirleme katsayısının (R^2) 0.63 olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Bu değer doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlık arasında orta derecede anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Buna göre, ignimbiritlerin birim hacim ağırlığındaki artış, Schmidt geri sıçrama değerleri üzerinde istatistiksel anlamda olumlu bir etki oluşturmaktadır. Bununla birlikte doygun koşullarda, ignimbirit gözeneklerinin hava yerine su ile dolu olması, ileri derecede gözenekli bir yapıya sahip olan bu kayaç grubunda Schmidt çekici geri sıçrama değerlerinde daha tutarlı sonuçların elde edilmesine neden olmuştur.



Şekil 4.4. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı ($\sigma_{c(kuru)}$) arasındaki istatistiksel ilişki değerlendirilmiş olup, belirleme katsayısının 0.05 gibi oldukça düşük bir değerde olduğu görülmüştür (Şekil 4.5). Bu sonuç, kuru koşullardaki Schmidt geri sıçrama sertliği ile kuru tek eksenli basınç dayanımı arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir. Bunun en önemli nedenlerinden bir tanesinin ignimbiritlerin oluşumu esnasında kazandıkları heterojen yapı olduğu düşünülmektedir. Oluşumları esnasında bünyesine aldıkları pomza vb. gibi daha düşük dayanıma sahip olan litik malzemeler, ignimbiritlerde Schmidt geri sıçrama sertliğini ve aynı zamanda bazen de dayanımı düşüren en önemli faktörlerdir.

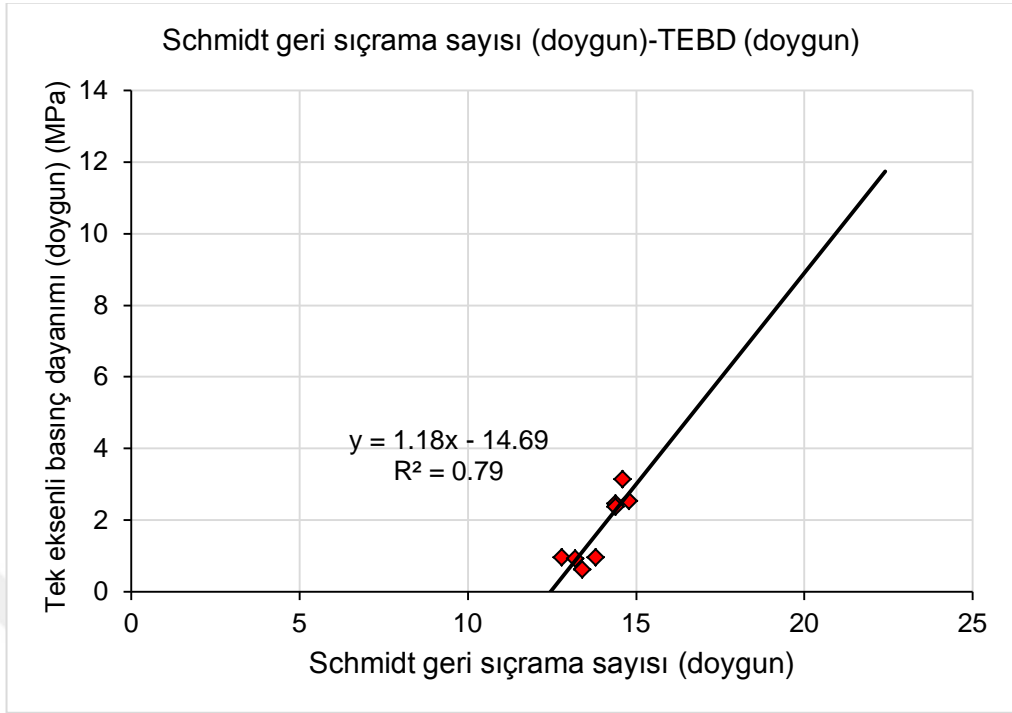


Şekil 4.5. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

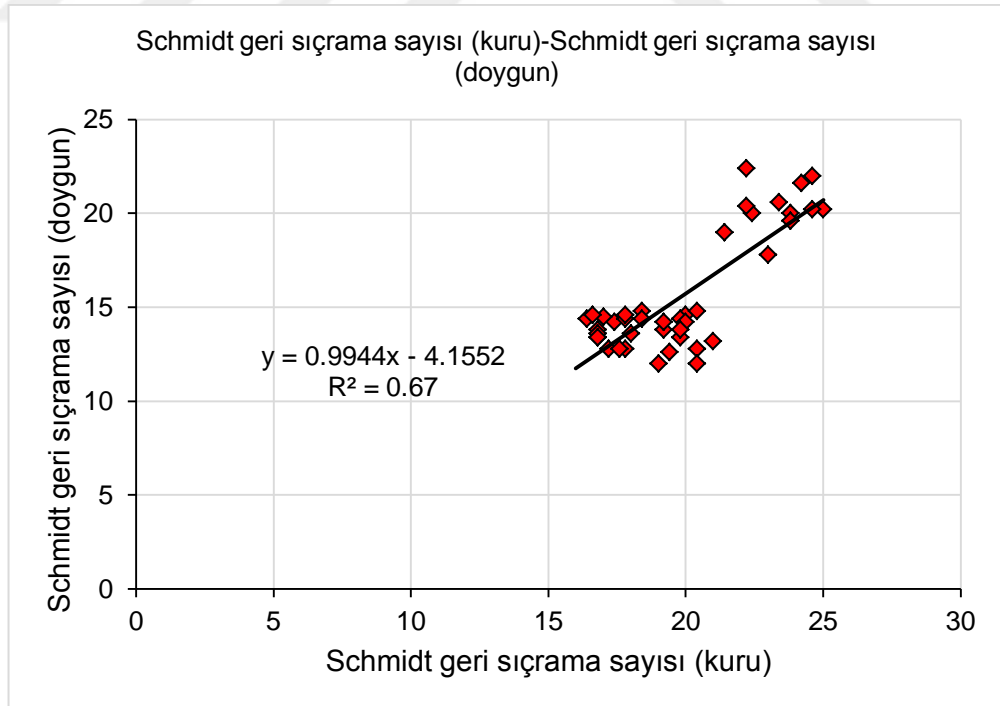
Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doymuş haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ($SHR_{doymuş}$) ile doymuş haldeki tek eksenli basınç dayanımı ($\sigma_{c(doymuş)}$) arasındaki istatistiksel ilişki Şekil 4.6’da sunulmuştur. Buna göre bu iki parametre arasındaki belirleme katsayısının 0.79 olduğu ve doymuş koşullardaki tek eksenli basınç dayanımı ile Schmidt geri sıçrama değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Doymuş Schmidt geri sıçrama sayısı ile doymuş tek eksenli basınç dayanımı arasındaki istatistiksel ilişkiye bağlı olarak elde edilen eşitlik aşağıdaki şekildedir.

$$\sigma_{c(doymuş)} = 1.18SHR_{(doymuş)} - 14.69 \quad (R^2=0.79) \quad (4.1)$$

Öte yandan, Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile doymuş haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ($SHR_{doymuş}$) arasındaki ilişkide belirleme katsayısı (R^2) 0.67 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).



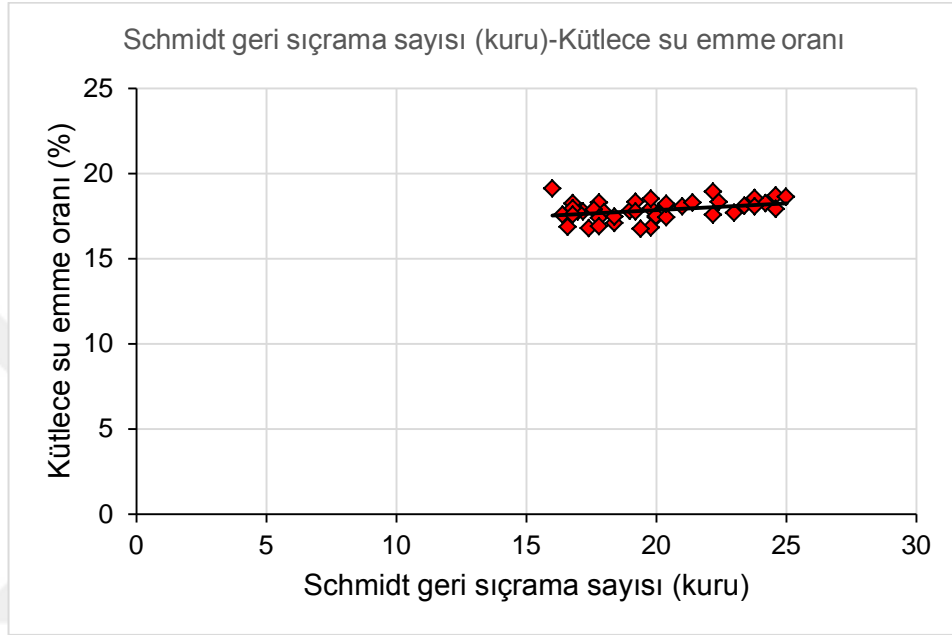
Şekil 4.6. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki



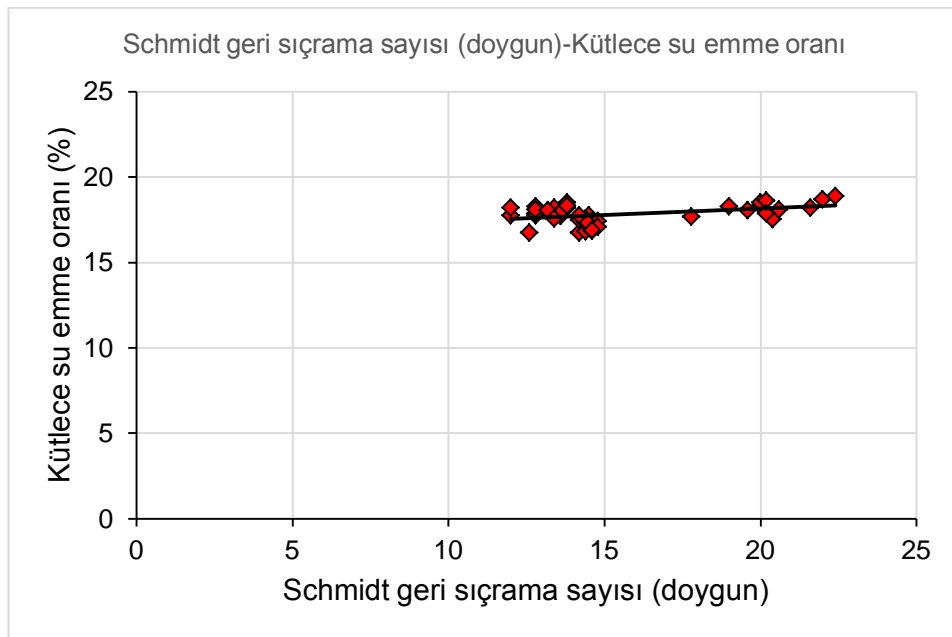
Şekil 4.7. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı arasındaki ilişki

Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru ve doygun koşullardaki Schmidt geri sıçrama

sayısı (SHR_{kuru}) ile kütlege su emme oranı (KSE) arasındaki ilişkiler Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da sunulmaktadır. Gözenekliliğe benzer şekilde kütlege su emme oranı ile Schmidt geri sıçrama sertliği arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.



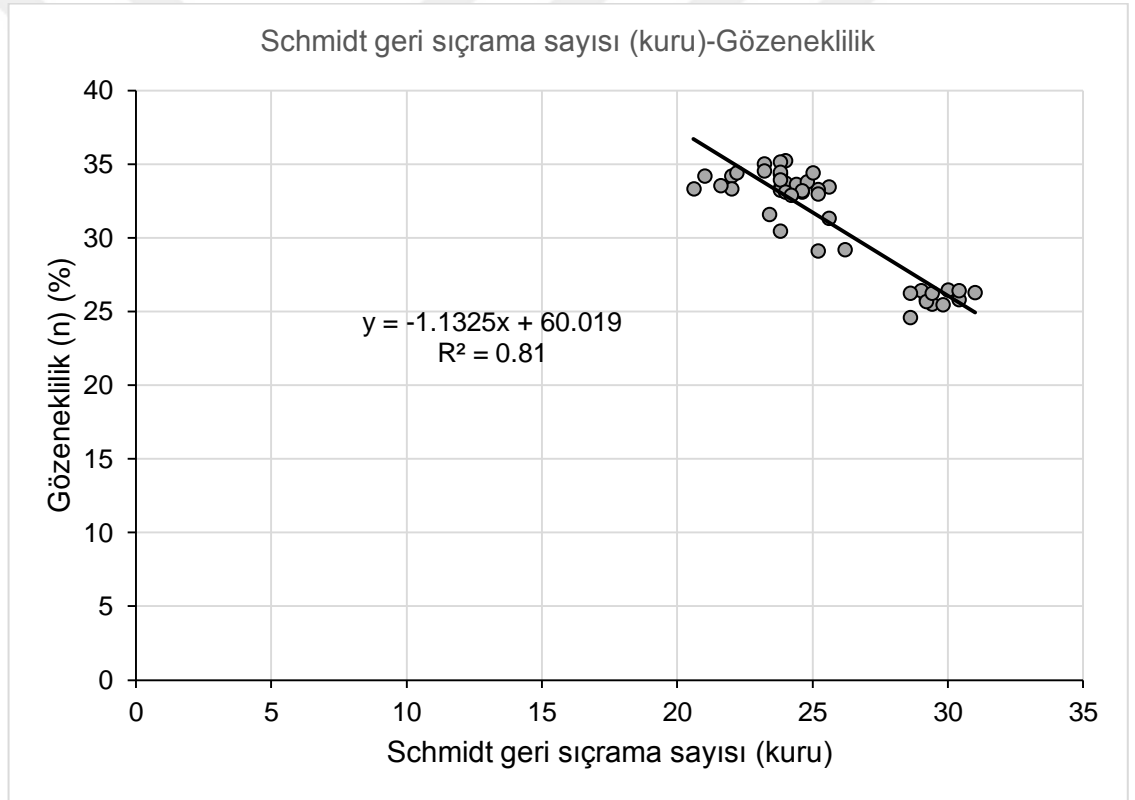
Şekil 4.8. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlege su emme oranı arasındaki ilişki



Şekil 4.9. Nevşehir ignimbiritinin (kırmızı) doymun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlege su emme oranı arasındaki ilişki

4.1.2. Tomarza İgnimbiriti'nin Fiziksel ve Dayanım Özellikleri ile Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile gözeneklilik (n) arasındaki regresyon analiz grafiği Şekil 4.10'da verilmektedir. Buna göre iki parametre arasındaki belirleme katsayısının 0.81 olduğu tespit edilmiştir. Bulunan bu belirleme katsayısı kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasında oldukça anlamlı bir ilişki ortaya koymuştur.



Şekil 4.10. Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

Buna göre, kuru koşullardaki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile gözeneklilik (n) arasındaki istatistiksel ilişkiye bağlı olarak elde edilen eşitlik aşağıdaki şekildedir.

$$n = -1.1325SHR_{(kuru)} + 60.019 \quad (R^2=0.81) \quad (4.2)$$

Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{doygun}) ile

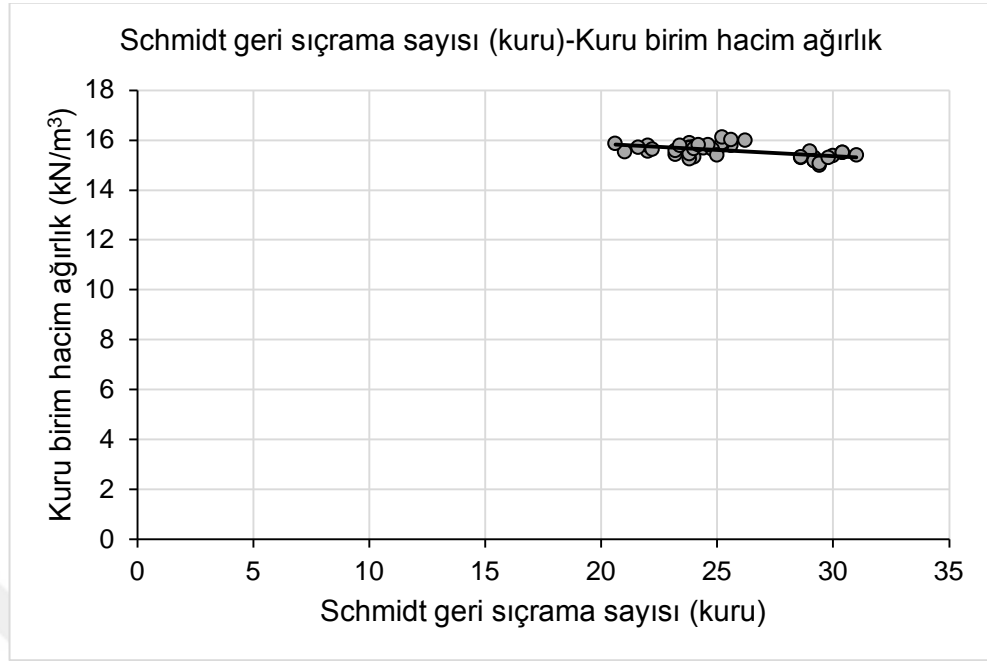
gözeneklilik (n) arasındaki regresyon ilişkisinde belirleme katsayısı 0.75 olarak saptanmıştır (Şekil 4.11). Kuru koşullardaki Schmidt çekici değerlerinde olduğu gibi doymuş şartlarda da Schmidt geri sıçrama sertliği değerleri ile gözeneklilik arasında incelenen örnekler için anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir.



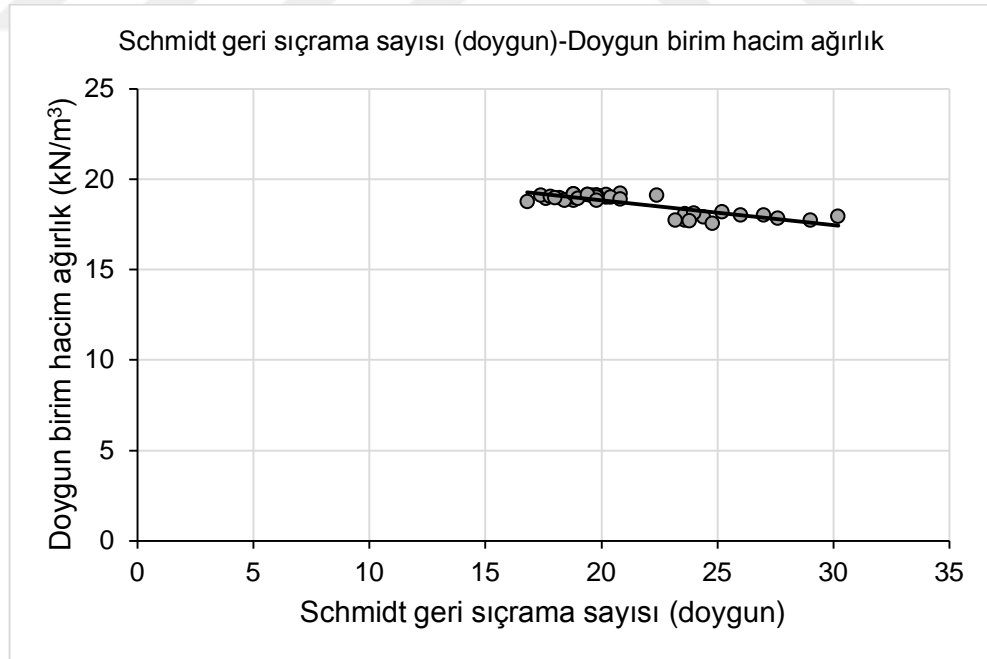
Şekil 4.11. Tomarza ignimbiritinin (gri) doymuş haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

$$n = -0.9827SHR_{(doymuş)} + 51.828 \quad (R^2=0.75) \quad (4.3)$$

Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru ve doymuş haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru ve doymuş birim hacim ağırlık değerleri arasında bir istatistiksel ilişki tespit edilememiştir (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13). Birim hacim ağırlıklarındaki azalmaya bağlı olarak Schmidt geri sıçrama sertliği değerlerindeki artış anlamlı değildir.

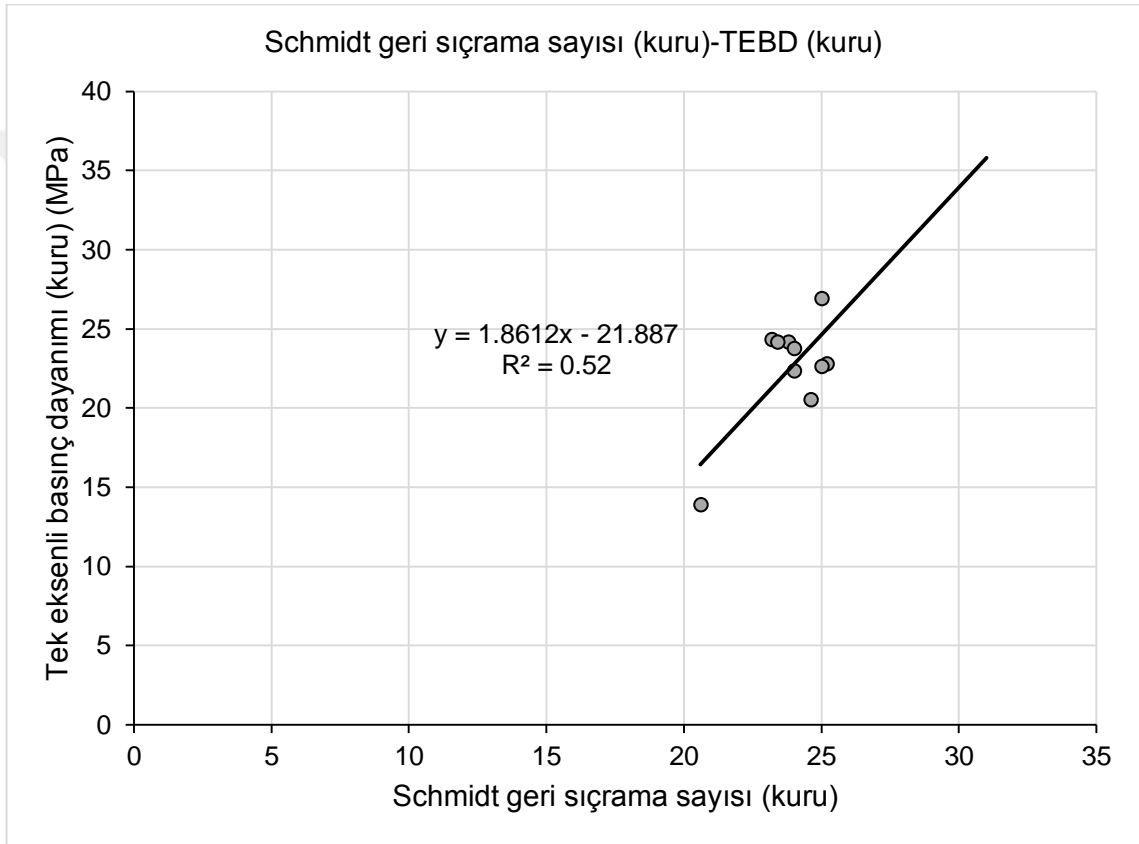


Şekil 4.12. Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlığı arasındaki ilişki



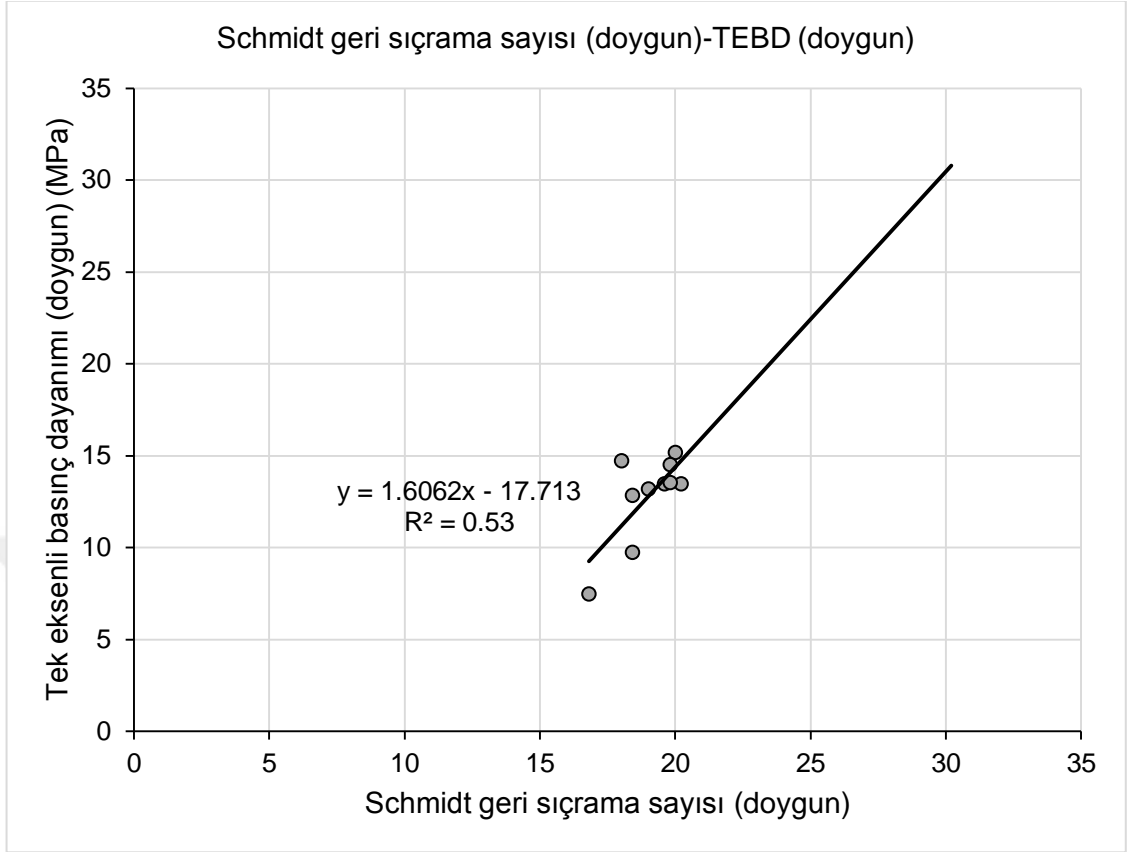
Şekil 4.13. Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlığı arasındaki ilişki

Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama (SHR_{kuru}) sayısı ile kuru tek eksenli basınç dayanımı (σ_{c-kuru}) arasında yapılan istatistiksel analiz neticesinde belirleme katsayısı 0.52 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Söz konusu belirleme katsayısının düşük olması kuru haldeki Schmidt geri sıçrama değeri ile tek eksenli basınç dayanımı arasında önemli bir ilişki olmadığını göstermiştir.



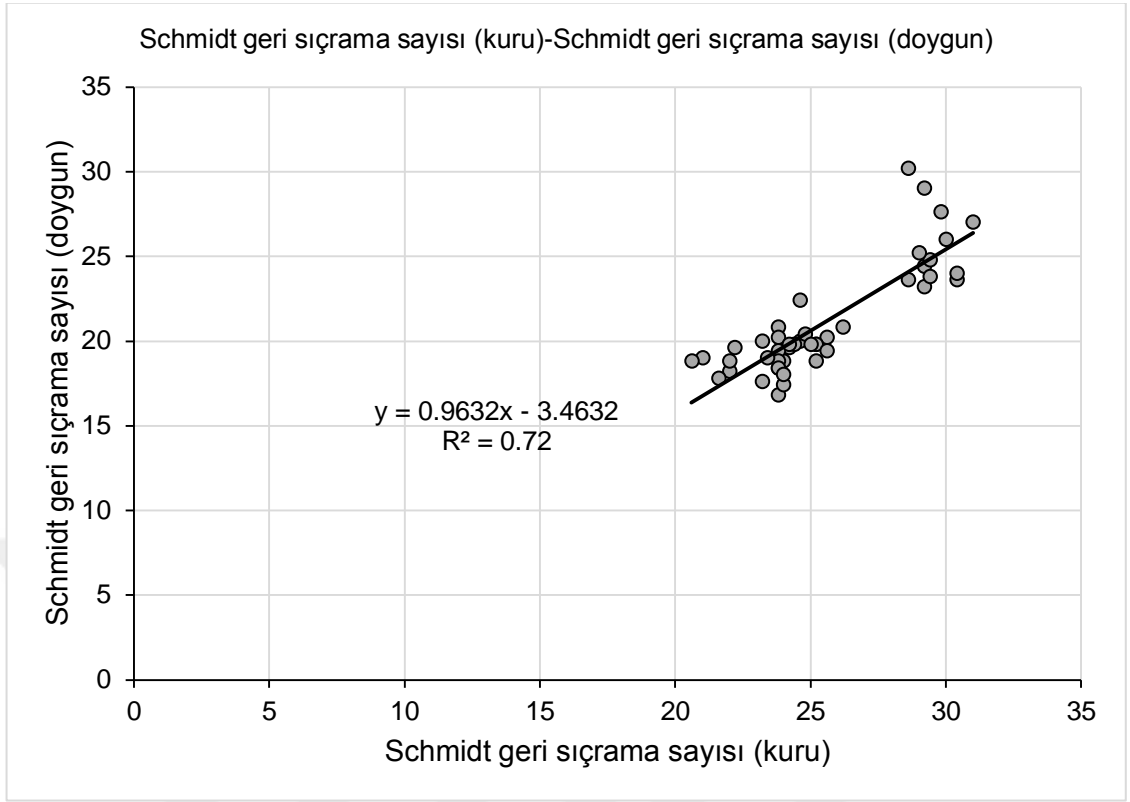
Şekil 4.14. Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Tomarza ignimbiritinin (gri) doymuş haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ($SHR_{doymuş}$) ile doymuş haldeki tek eksenli basınç dayanımı ($\sigma_{c-doymuş}$) arasındaki ilişki Şekil 4.15'te gösterilmektedir. Bu iki parametre arasındaki belirleme katsayısı 0.53 olarak belirlenmiştir. Kuru koşullara benzer şekilde doymuş şartlar için de Tomarza ignimbiritlerinin Schmidt geri sıçrama değeri ile tek eksenli basınç dayanımı arasında önemli bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.15. Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun tek eksenli basınç dayanımı arasında ki ilişki grafiği

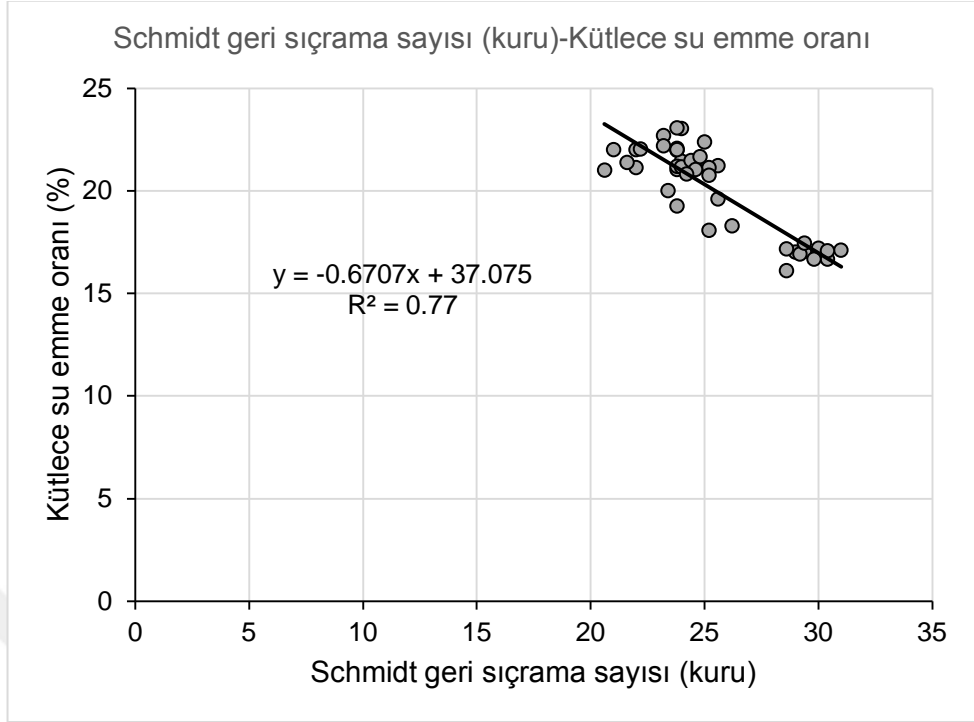
Bunula birlikte, Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{doygun}) arasındaki ilişkide belirleme katsayısı (R^2) 0.67 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.16).



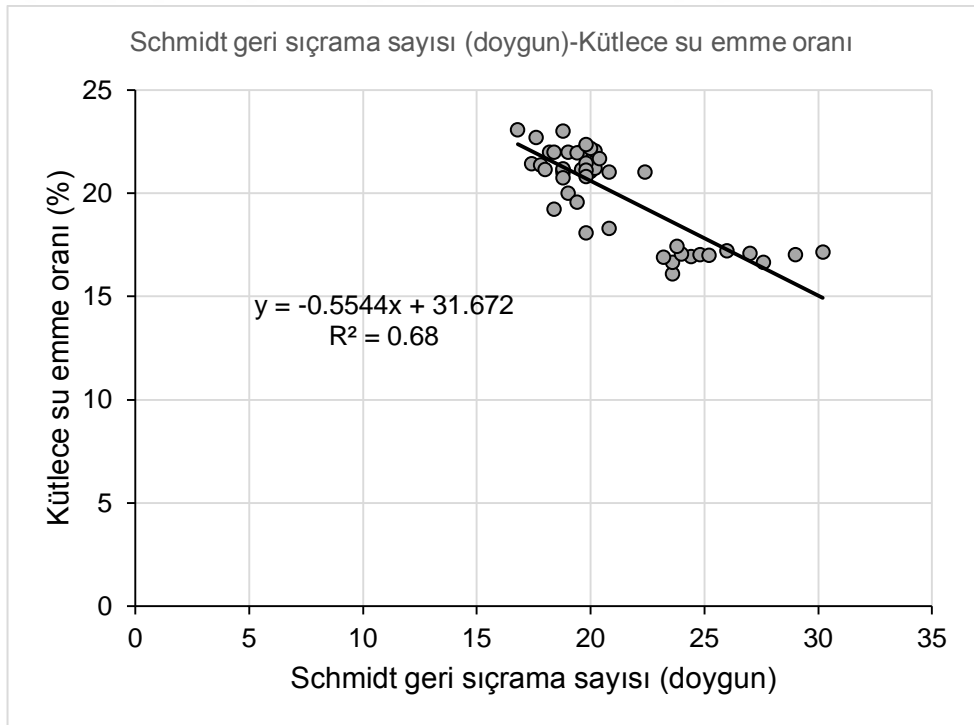
Şekil 4.16. Tomarza ignimbiritinin (gri) doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı arasındaki ilişki

Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile kütlece su emme oranı (KSE) arasındaki istatistiksel ilişki Şekil 4.17’de sunulmuştur. Bu istatistiksel ilişkideki belirleme katsayısı 0.77 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu belirleme katsayısı bu iki parametre arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Son olarak Tomarza ignimbiritinin doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{doygun}) ile kütlece su emme oranı (KSE) arasındaki ilişki araştırılmış olup, bu iki değişken arasındaki belirleme katsayısı 0.68 olarak bulunmuştur (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Tomarza ignimbiritinin (gri) kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki

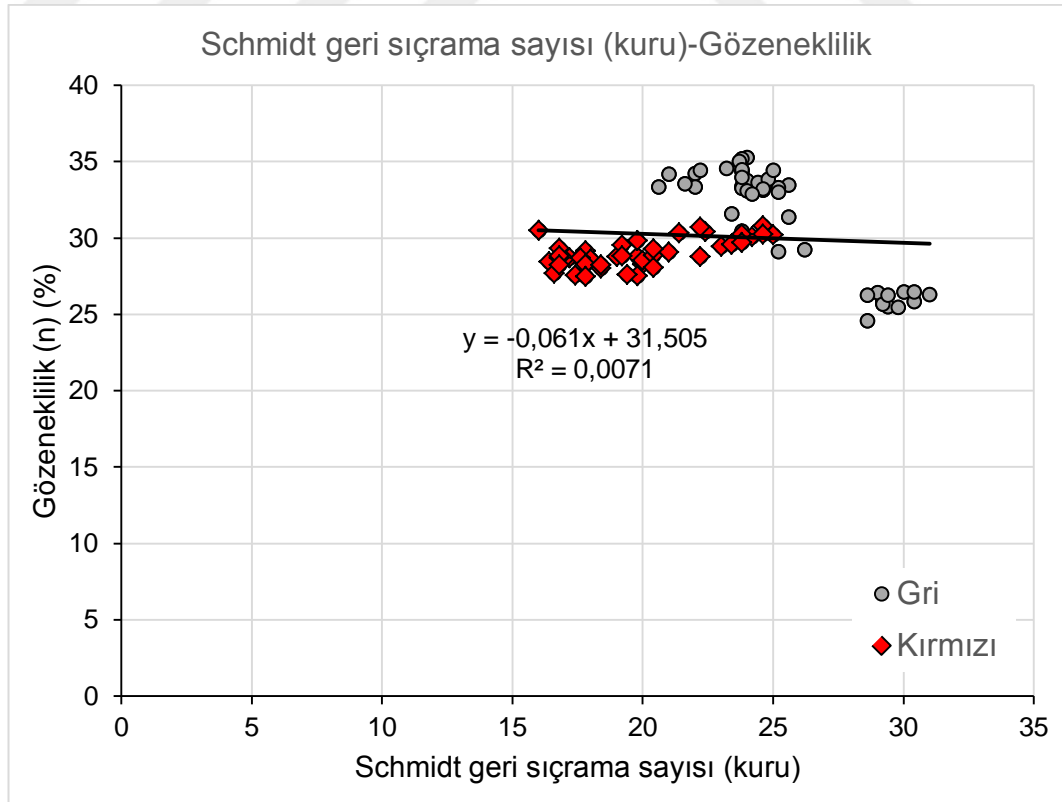


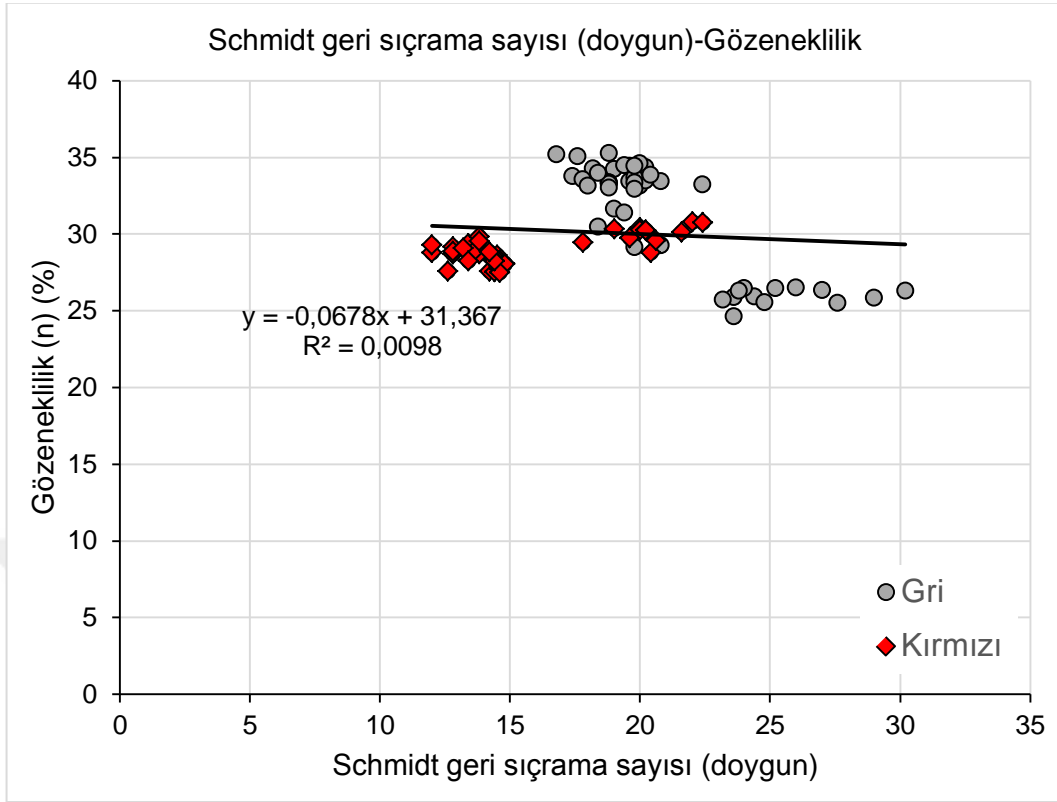
Şekil 4.18. Tomarza ignimbiritinin (gri) doğun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki

4.1.3. Tüm İgnimbirit Örneklerine Ait Fiziksel ve Dayanım Özellikleri ile Schmidt Geri Sıçrama Sertliği Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Bundan önceki bölümlerde gri renkli Tomarza ignimbiritleri ile kırmızı renkli Nevşehir ignimbiritlerinin fiziko-mekanik özellikleri ile Schmidt geri sıçrama değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler basit regresyon analizleri ile araştırılmıştır. Bu bölümde her iki örnek grubuna ait tüm deneysel sonuçlar birlikte değerlendirilmiş ve aynı istatistiksel ilişkiler daha çok sayıdaki numune üzerinde incelenmiştir.

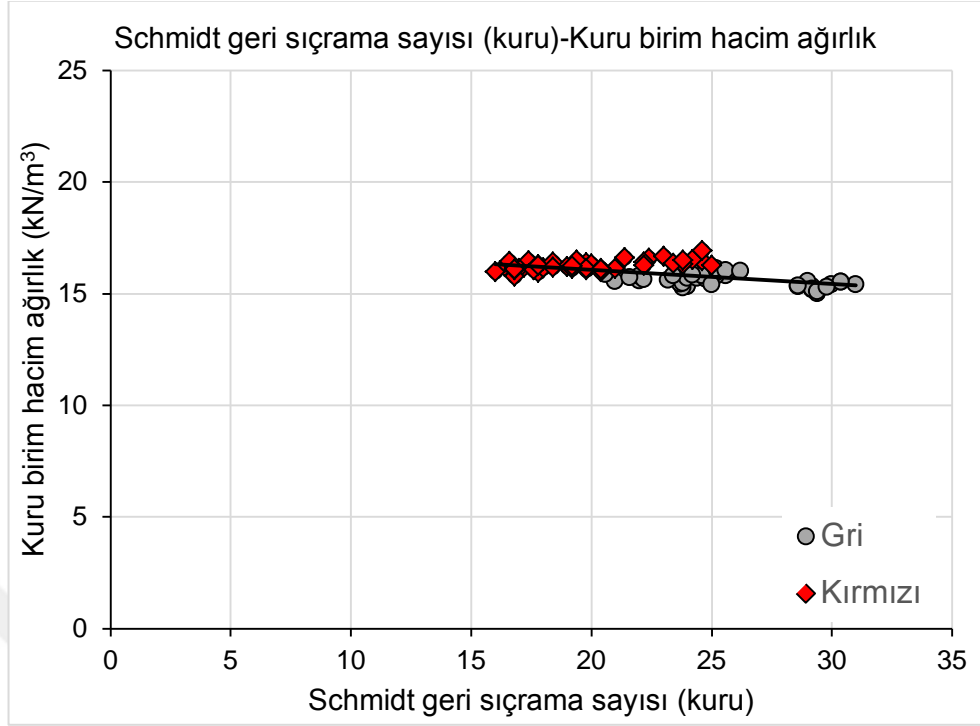
Farklı doku ve renk özellikleri sunan kırmızı ve gri ignimbirit örnekleri numuneleri üzerinde kuru ve doymun koşullarda belirlenen Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile gözeneklilik (n) arasındaki ilişkiler Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de görülmektedir. Kuru ve doymun koşullar için regresyon analizi sonucunda belirlenen belirleme katsayıları oldukça düşük olup, Schmidt geri sıçrama sertliği ile gözeneklilik arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermiştir.



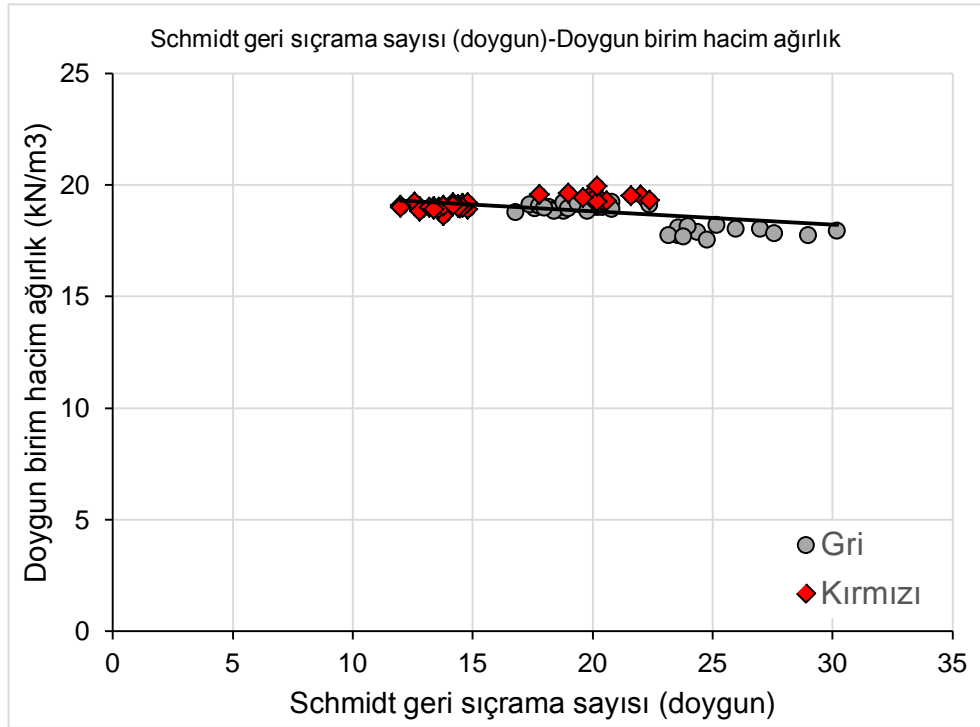


Şekil 4.20. Tüm ignimbirit örneklerine ait doymun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile gözeneklilik arasındaki ilişki

Tez çalışması kapsamındaki tüm ignimbirit numuneleri üzerinde kuru ve doymun koşullarda belirlenen Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru ve doymun birim hacim ağırlık değerleri arasındaki regresyon analiz sonuçları Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir. Söz konusu ilişkiler incelendiğinde iki parametre arasında herhangi bir korelasyon bulunmadığı görülmektedir.



Şekil 4.21. Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

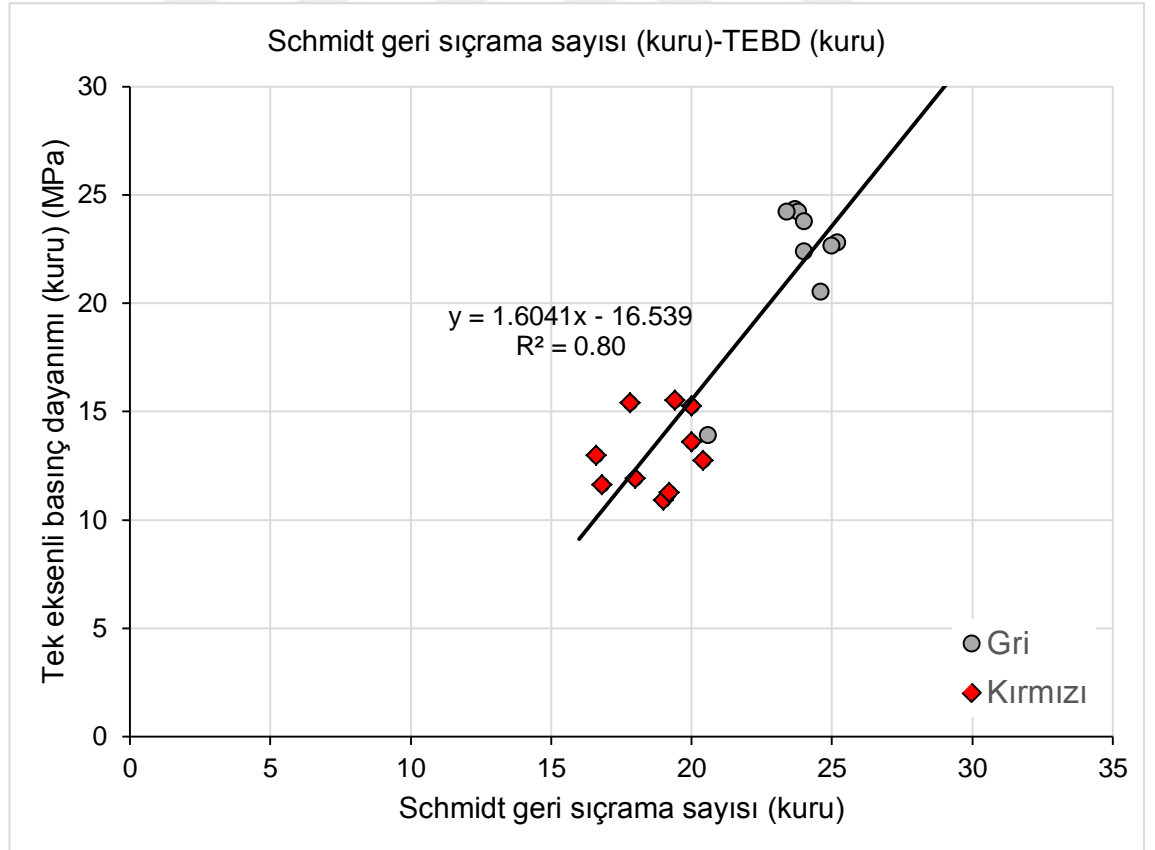


Şekil 4.22. Tüm ignimbirit örneklerine ait doygun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doygun birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

Nevşehir kırmızı ignimbiriti ve Tomarza gri ignimbiriti örnekleri üzerinde kuru koşullarda belirlenen Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{kuru}) ile kuru tek eksenli basınç dayanımı (σ_{c-kuru}) arasındaki regresyon ilişkisi Şekil 4.23'te verilmektedir. İstatistiksel analiz sonucunda kuru Schmidt geri sıçrama sertliği ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasındaki belirleme katsayısı 0.80 olarak tespit edilmiş olup, buna göre her iki parametre arasında oldukça anlamlı bir ilişki elde edilmiştir.

Buna göre kuru koşullarda incelenen ignimbirit örneklerinin tek eksenli basınç dayanımının (σ_c) Schmidt geri sıçrama değeri (SHR) kullanılarak kestiriminde aşağıdaki eşitlikten yararlanılabilir.

$$\sigma_{c(kuru)} = 1.6041SHR_{(kuru)} - 16.539 \quad (R^2=0.80) \quad (4.4)$$

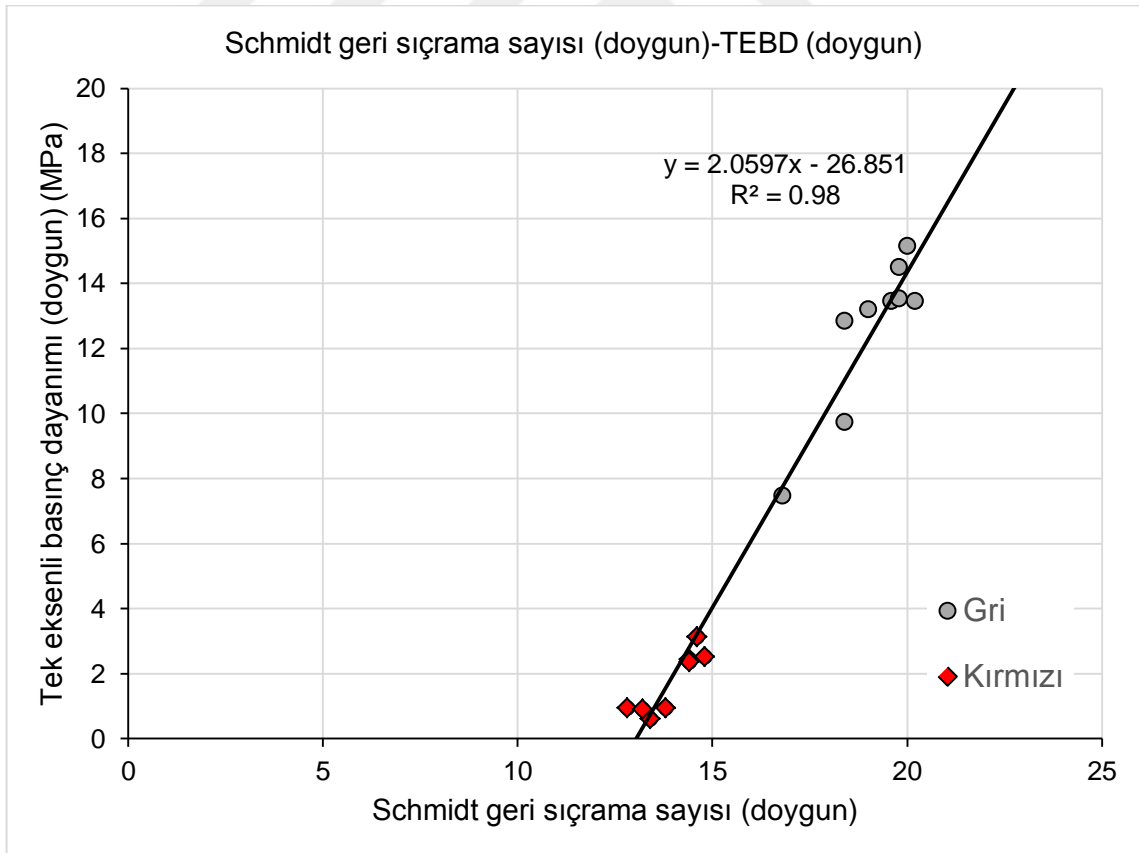


Şekil 4.23. Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kuru tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Kırmızı ve gri ignimbiritler üzerinde doymun koşullarda belirlenen Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR_{doymun}) ile doymun tek eksenli basınç dayanımı ($\sigma_{c-doymun}$) arasındaki regresyon ilişkisi Şekil 4.24'te verilmektedir. İstatistiksel analiz sonucunda doymun Schmidt geri sıçrama sertliği ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri arasındaki belirleme katsayısı 0.98 olarak tespit edilmiş olup, buna göre her iki parametre arasında yüksek derecede anlamlı bir ilişki elde edilmiştir.

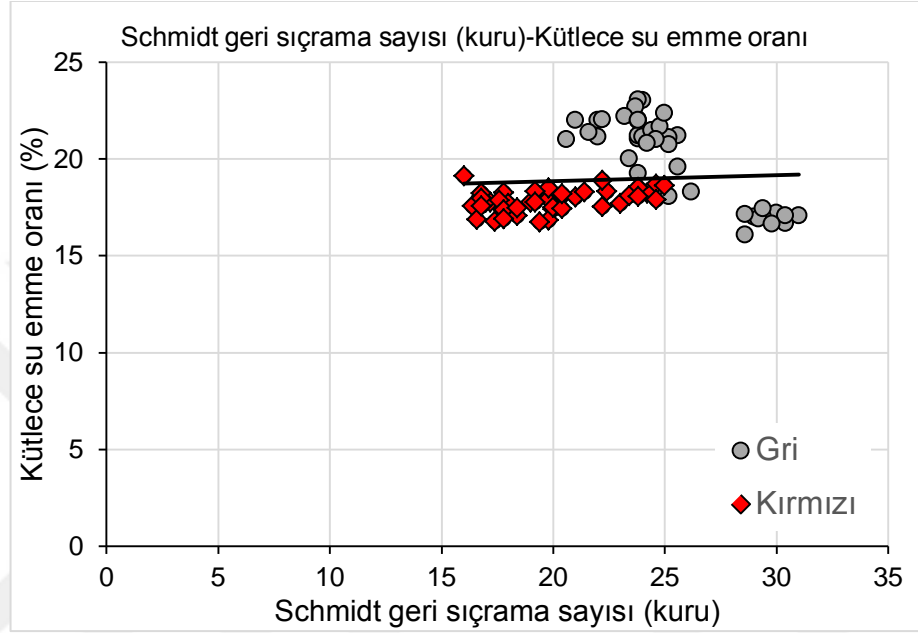
Buna göre doymun koşullarda incelenen ignimbirit örneklerinin tek eksenli basınç dayanımının (σ_c) Schmidt geri sıçrama değerleri (SHR) kullanılarak kestiriminde aşağıdaki eşitlikten yararlanılabilir.

$$\sigma_{c(doymun)} = 2.0597SHR_{(doymun)} - 26.851 \quad (R^2=0.98) \quad (4.5)$$

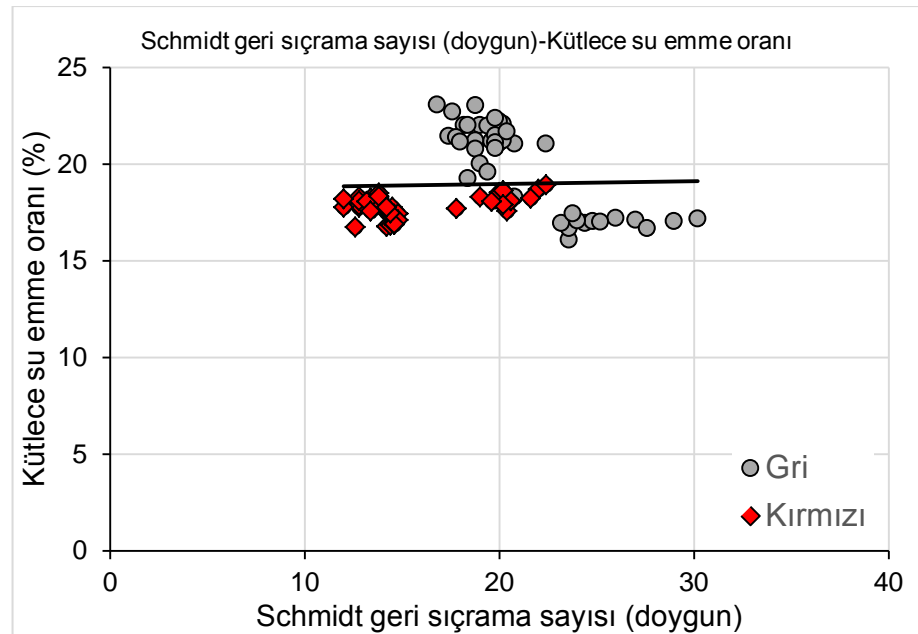


Şekil 4.24. Tüm ignimbirit örneklerine ait doymun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile doymun tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Tez çalışması kapsamında incelenen tüm ignimbirit numuneleri üzerinde kuru ve doymun koşullarda tespit edilen Schmidt geri sıçrama sayısı (SHR) ile kütlece su emme oranı (KSE) arasındaki ilişkiler Şekil 4.25 ve Şekil 4.26’da verilmektedir.



Şekil 4.25. Tüm ignimbirit örneklerine ait kuru haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki



Şekil 4.26. Tüm ignimbirit örneklerine ait doymun haldeki Schmidt geri sıçrama sayısı ile kütlece su emme oranı arasındaki ilişki

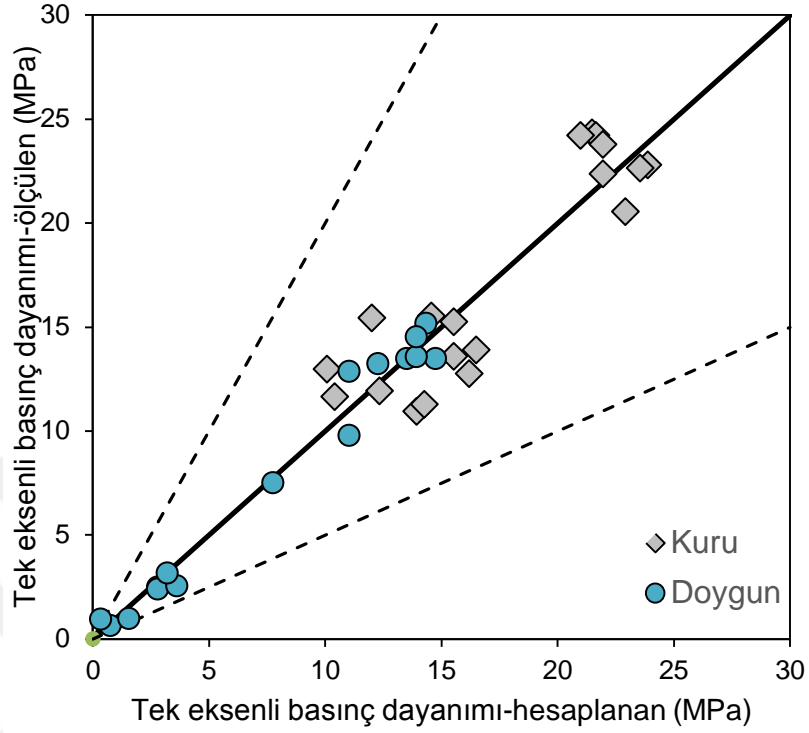
Şekil 4.25 ve 4.26’da sunulan ilişkiler incelendiğinde Schmidt geri sıçrama sertliği ile kütlece su emme oranı arasında incelenen ignimbiritler için anlamlı bir ilişki elde edilemediği görülmektedir. Bununla birlikte her iki parametre arasında negatif bir ilişki olması gerekirken, bu çalışmaya ait deney verisi dağılımı saçılım göstermektedir.

Gri ve kırmızı renkli iki farklı ignimbirit türüne ait fiziksel ve dayanım özelliklerinin Schmidt geri sıçrama sertliği değerleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda en anlamlı ve yüksek belirleme katsayısına ($R^2= 0.8$ ve 0.98) sahip ilişkilerin Schmidt geri sıçrama sayısı ile tek eksenli basınç dayanımı arasında olduğu ortaya konmuştur. Belirlenen ilişkilerin anlamlılık derecelerini değerlendirmek amacıyla Eşitlik 4.4 ve Eşitlik 4.5 yardımıyla Schmidt geri sıçrama sertlik değeri kullanılarak tek eksenli basınç dayanımı değerleri hesaplanmış ve aynı örneklere ait laboratuvarında ölçülen tek eksenli basınç dayanımı değerleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.27).

Şekil 4.27’de sunulan karşılaştırma grafiğine göre Schmidt geri sıçrama sertlik değeri kullanılarak hesaplanan tek eksenli basınç dayanımı değerleri ile aynı örnek için laboratuvarında belirlenen tek eksenli basınç dayanımı değerlerinin 1:1 doğrusu etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle doygun koşullarda bu yoğunlaşma daha dikkat çekicidir. Öte yandan kuru ve doygun koşullar için hesaplanan değerlerin tamamı 1:2 doğruları ile belirlenen alan içerisinde kalmaktadır ki, bu durum incelenen ignimbiritlerin dayanım tahmininde Schmidt geri sıçrama değerlerinin kullanılabilceği sonucunu doğrulamaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında Schmidt çekici geri sıçrama değerleri kullanılarak ignimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımlarının kestirilmesinde kullanılabilcek olan Eşitlik 4.4, daha çok yumuşak kaya birimleri için diğer araştırmacılar tarafından önerilen ilişkilerle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Ghose ve Chakraborti [26] (kömür), Gökçeoğlu [29] (marn), Yılmaz ve Sendir [33] (jips) ve Shalabi vd. [35] (kireçtaşı-dolomit-şeyl) eşitlikleri dikkate alınmıştır. Buna göre bu çalışmaya ait eşitlikten elde edilen tek eksenli basınç dayanım grafiğinin diğer çalışmalarla karşılaştırma grafiği Şekil 4.28’de sunulmaktadır.

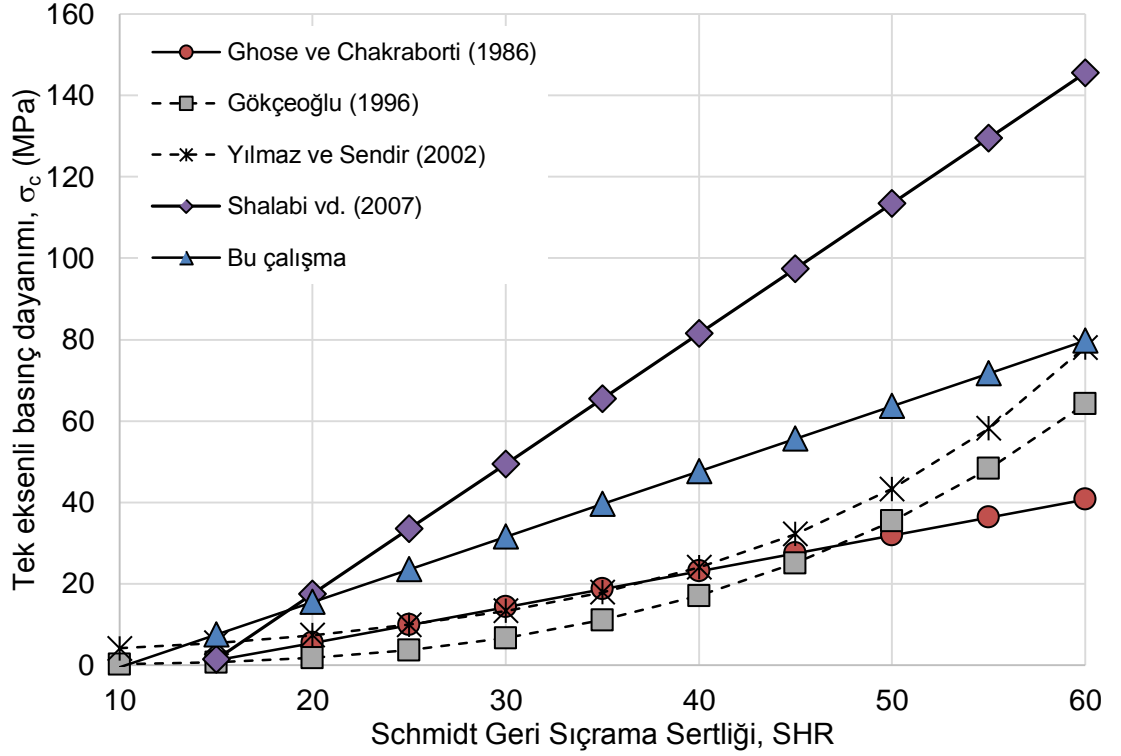
Tek eksenli basınç dayanımı ÖLÇÜLEN-HESAPLANAN



Şekil 4.27. İncelenen ignimbirit örnekleri için ölçülen ve hesaplanan tek eksenli basınç dayanımı değerlerinin karşılaştırma grafiği

Şekil 4.28’de sunulan grafik incelendiğinde bu çalışma kapsamında elde edilen eşitliğin Shalabi vd. [35] eşitliği haricinde, diğer eşitliklere göre bir miktar daha yüksek değerler sunduğu gözle çarpılmaktadır. Schmidt geri sıçrama değerlerinin 20’nin altına düşmesi durumunda ise eşitliklerden elde edilen dayanım değerlerinin yakınlığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen ignimbiritlerin Schmidt geri sıçrama değerlerinin kuru ve doymun koşullar için en düşük 12 (kırmızı ignimbirit, doymun koşul) en yüksek 31 (gri ignimbirit, kuru koşul) arasında değiştiği dikkate alındığında, çalışma kapsamında elde edilen eşitliğin diğer ilişkilere göre daha anlamlı sonuçlar sunduğu düşünülmektedir. Örneğin bu tez çalışması kapsamında ignimbiritleri çin belirlenen en yüksek Schmidt geri sıçrama sertliği değeri olan 31 dikkate alındığında, bu değer için bu çalışmaya ait eşitlikten tahmin edilecek tek eksenli basınç dayanımı 32 MPa mertebesindedir. Söz konusu en yüksek geri sıçrama değerinin elde edildiği örnek grubu (gri ignimbirit) için laboratuvarında saptanan en yüksek dayanım da 27 MPa dolayındadır. Oysaki, [26], [29] ve [33] tarafından önerilen eşitlikler Schmidt değerinin

31 olduğu durumlar için 20 MPa'nın çok altında değerler sunmaktadır. [35] tarafından önerilen ilişkidten tahmin edilecek dayanım ise ignimbiritlerin kabul edilebilir dayanımından çok yüksektir.



Şekil 4.28. Bu çalışma kapsamında ignimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımının kestiriminde kullanılan eşitliğin diğer çalışmalarla karşılaştırılması

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında, Nevşehir ve yakın çevresinde farklı dönemlerdeki volkanizmanın ürünleri olarak oluşmuş olan bazı ignimbirit kayalarının fiziksel ve mekanik özellikleri ile mühendislik uygulamalarında tahribatsız bir deney yöntemi olması sebebiyle geniş bir kullanım alanına sahip olan Schmidt çekici geri sıçrama sertlik değerleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Nevşehir (Merkez) ve Tomarza (Kayseri) bölgelerinden alınmış olan farklı dokusal özelliklerdeki ignimbirit örnekleri deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Schmidt çekici olarak, kaya mekaniği uygulamalarında daha yaygın bir kullanım alanına sahip olan L tipi çekiç kullanılmıştır.

Bilindiği üzere, ignimbiritler piroklastik bir kayaç türü olup, oluşumları sırasındaki sıcaklık derecesi farklı kaynaklaşma oranlarına sahip olmalarına neden olmaktadır. Öte yandan, oluşumları esnasında volkan yamaçlarından akarlar bünyelerine aldıkları pomza ve diğer kayaç parçaları gibi litik malzemeler ignimbiritlerin heterojen bir yapı kazanmasına yol açmaktadır. Bu çalışma kapsamında değerlendirilen Nevşehir kırmızı renkli ignimbiritleri ile Tomarza gri renkli ignimbiritlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri incelendiğinde, her iki ignimbirit grubuna ait örneklerin düşük birim hacim ağırlıklı ve yüksek gözenekli kayaç grubuna girdikleri belirlenmiştir. İncelenen gri ve kırmızı renkli ignimbiritlerde gözeneklilik oranının % 30'lar civarında olduğu göz önüne alındığında, kayaçların su ile teması halinde bünyelerine önemli miktarda su alacağı açıktır. Bunun bir göstergesi olarak, deneysel çalışmalar sonucunda, kütlece su emme oranları da % 20 mertebesindedir.

İgnimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımları kuru ve doymuş koşullar için incelenmiş olup, her iki örnek grubu arasında önemli dayanım farklılıkları olduğu tespit edilmiştir. Gri renkli Tomarza ignimbiritlerinin kuru koşullardaki ortalama tek eksenli basınç dayanımı 23 MPa dolayında iken, kırmızı renkli Nevşehir ignimbiritlerinde ortalama tek eksenli basınç dayanımı 13 MPa'dır. Diğer bir ifadeyle kırmızı renkli ignimbiritlerin dayanımı, gri renkli ignimbiritlerin neredeyse yarısı kadardır. Diğer bir çarpıcı sonuç da doymuş koşullardaki dayanım değerleri için elde edilmiştir. Gri renkli ignimbiritler suya doyurulduğunda dayanımları % 50 civarında azalırken (~ 13 MPa), kırmızı renkli

Nevşehir ignimbiritlerinin doygun koşullardaki ortalama dayanımı 2 MPa'ın bile altındadır. Bu değer kırmızı renkli ignimbiritlerin su ile \rightarrow halinde önemli dayanım kayıpları yaşayacağıının bir işaretidir. Benzer olarak kırmızı renkli Nevşehir ignimbiritlerinin ortalama çekme dayanımı da (0,77 MPa), gri renkli Tomarza ignimbiritlerinin çekme dayanımından (2,37 MPa) daha düşüktür.

Gri ve kırmızı renkli ignimbiritler üzerinde laboratuvarıda gerçekleştirilen Schmidt çekici deneyleri sonucunda, örnek yüzeylerine dik şekilde uygulanan deney sonucunda kuru ve doygun koşullardaki Schmidt geri sıçrama değerleri (SHR) elde edilmiştir. Buna göre gri renkli Tomarza ignimbiritlerinde kuru örneklerdeki Schmidt geri sıçrama sertliği değerleri 22 ile 31 arasında değişmekte olup, ortalama SHR değeri 26'dır. Öte yandan, gri renkli ignimbiritlere oranla çok daha düşük dayanıma sahip kırmızı renkli ignimbiritlerde SHR değerleri 16 ve 25 arasında dağılım göstermektedir ve ortalama SHR 20 olarak bulunmuştur. İgnimbirit örnekleri su ile doyurulduğunda gri renkli ignimbiritlerin ortalama SHR değeri 22'ye düşerken, bu değer kırmızı ignimbiritler için 16 civarındadır. Diğer bir deyişle doygun koşullarda tek eksenli basınç deneyinin tersine, her iki örnek grubunda da SHR değeri değişim oranı benzerdir (Doygun koşullarda gri örneklerde % 15, kırmızı örneklerde % 20 oranında SHR değişimi).

İgnimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile Schmidt geri sıçrama değerleri arasındaki istatiksels ilişkiler incelendiğinde, heterojen yapıya sahip örnek gruplarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Öncelikle kırmızı renkli Nevşehir ignimbiritlerinde doygun koşullardaki Schmidt çekici geri sıçrama sertliği (SHR) ile doygun birim hacim ağırlığı arasındaki belirleme katsayısı (R^2) 0.61 olarak bulunmuştur. Bu değer iki parametre arasında orta derecede bir istatiksels ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan aynı ignimbiritlerde SHR_{doygun} ile doygun tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) arasında daha anlamlı bir istatiksels ilişki (R^2) 0.79 bulunmuştur. Bu örnek grubu için kuru koşullardaki SHR ile kuru σ_c arasında istatiksels bir ilişki belirlenememiştir.

Gri renkli Tomarza ignimbiritlerinin fiziko-mekanik özellikleri ile SHR değerleri arasında, kırmızı renkli örneklere oranla daha anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Örneğin gri ignimbiritlerin kuru SHR değerleri ile gözeneklilik (n) arasındaki belirleme katsayısı 0.80'dir. Doygun koşullarda ise SHR-n arasındaki katsayı değeri 0.75'tir. Benzer bir

ilişki doygun şartlardaki SHR değeri ile doygun birim hacim ağırlık değerleri arasında da belirlenmiştir ($R^2 = 0.69$).

Gri ignimbiritlerin kuru ve doygun koşullardaki tek eksenli basınç dayanımı ile SHR değeri arasındaki belirleme katsayısı 0.51 ve 0.54'tür. Buna göre gri renkli ignimbiritler için dayanım ile SHR değeri arasında çok da anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ancak gri ile kırmızı renkli örnekler için kuru ve doygun SHR değerleri ile tek eksenli basınç dayanımı değerleri birlikte değerlendirildiğinde oldukça anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Buna göre, tüm örneklerin kuru koşullardaki SHR değeri ile kuru σ_c arasındaki belirleme katsayısı 0.80 iken, doygun koşullarda bu katsayı 0.98'e kadar yükselebilmektedir. Bu sonuç her ne kadar literatürde, Schmidt çekici deneyinin düşük dayanıma sahip kayaçlarda anlamlı sonuçlar vermeyeceği ifade edilse de incelenen ignimbirit örnekleri için SHR değerleri ve σ_c arasında anlamlı ilişkiler olduğunu ve SHR değerinin ignimbiritlerin dayanımını tahminde kullanılabileceğini işaret etmektedir.

Bu amaçla, bu tez çalışması kapsamında incelenen ignimbirit örneklerinin σ_c değerinin kestiriminde önerilen eşitlik diğer araştırmacılara ait ilişkilerle karşılaştırılmış ve bu çalışmaya ait ilişkinin incelenen ignimbirit örneklerinin dayanım tahmininde anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. İgnimbiritlerin heterojen yapısı göz önüne alındığında, ilerleyen dönemlerde daha fazla sayıda örnek ve daha farklı doku ve fiziksel özellikler sunan ignimbirit çeşitleri ile deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Topal, T. and Doyuran, V., “Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff.”, *Engineering Geology*, 47, 175-187, 1997.
2. Korkanç, M., “İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı.” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 31 (1),49-60, 2007.
3. Arş. Gör. Dr. Kıymet DENİZ “Magmatik Petrografi Ders Notları “ Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri
4. Ceylan “Nevşehir Yöresi İgnimbiritlerinin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi “ Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans. Tezi, 2016.
5. İnternet: Nevşehir Valiliği “İlimiz Rehberi”
<http://www.nevsehir.gov.tr/ilimizrehberi>.
6. Toprak, V., Keller, J., Schumacher, R., 1994. Volcano-tectonic features of the Cappadocian Volcanic Province. *International Volcanological Congress IAVCEI-Ankara, Excursion Guide*, 58p
7. Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G., Gourgaud, A., 1994. Neogene ignimbrites of the Nevşehir Plateau (Central Turkey), stratigraphy, distribution and source constraints. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 63, 59–87.
8. Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akin, L., Ersoy, O., Şen, E., Duncan, R.A., Atici, G., 2012. Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 213–214, 83–97.
9. Schumacher and Mues-Schumacher, 1996. The Kizilkaya ignimbrite—an unusual low-aspect-ratio ignimbrite from Cappadocia, Central Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 70, pp. 107–121
10. Druitt, T.H., Brenchley, P.J., Gökten, Y.E., Francaviglia, V., 1995. Late-Quaternary rhyolitic eruptions from the Acıgöl Complex, central Turkey. *Journal of the Geological Society (London, United Kingdom)* 152, 655–667.

11. Pasquarè, G., 1968. Geology of the Cenozoic volcanic area of central Anatolia. *Atti Accademia Nazionale dei Lincei*. 9, 55–204.
12. Yapıcı ve Altınır “Tomarza-Şayhbarak (Kayseri) Yöresi Manganez Rezervinin Jeolojik ve Zenginleştirilebilirlik Araştırması” Çukurova Üni. Müh. Mim. Fak. Dergisi 28(1)ss 1-9 Haziran, 2013.
13. MTA, Türkiye Jeoloji Haritaları, No:124, Kayseri L35 paftası, Ankara, 2001.
14. Schmidt, E., 1951. A non-destructive concrete tester. *Concrete* 59 (8), 34–35.
15. Yaşar “Kaya Sertliği Belirleme Deneyi” Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Dersi Laboratuvarı Ders Notları, 2016-2017.
16. Yabalak “Kayaçların Tek Eksenli Basınç dayanımının Dolaylı Olarak Belirlenmesinde Tek Eksenli Basınç dayanımı İle Schmidt Geri Sıçrama Değerleri Arasındaki Oranın Değerlendirilmesi” Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Enst. Jeoloji Müh. Anabilim Dalı Yük. Lisans Tezi, 2014.
17. Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., Binal, A. (2001) Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No: 58, 161 sayfa.
18. Deere D.V., Miller R.L. (1966) Engineering Classification and Index Properties of Intact Rock, Department of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana. pp. 90-101.
19. Selçuk ve Yabalak “Kaya Dayanımının Dolaylı Olarak Belirlenmesinde Schmidt Çakıcının Güvenilirliği ve Yeni Bir Yaklaşım Önerisi” Yüzüncü Yıl Üni. Jeoloji Müh. Böl. 68. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 06-10 Nisan 2015.
20. Aufmuth, R.E. (1973) A systematic determination of engineering criteria for rocks. *Bull Assoc Eng Geol.*;11: 235–245.
21. Beverly, B.E. (1979) Schoenwolf DA, Brierly GS. Correlations of rock index values with engineering properties and the classification of intact rock. Washington, DC: FHWA.
22. Kidybinski A. (1980) Method of investigation, estimation and classification of roofs in the USA for the selection of suitable mechanized support for long walls. Project no. 14-01-0001-1450 Katowice: Central Mining Institute.

23. Singh, R.N., Hassani, F.P., Elkington, P.A.S. (1983) The application of strength and deformation index testing to the stability assessment of coal measures excavations. Proceedings of 24th US Symposium on Rock Mechanics. Balkema: Texas A&M University, AEG., p. 599–609.
24. Sheorey, P.R., Barat, D., Das, M.N., Mukherjee, K.P., Singh, B. (1984) Schmidt hammer rebound data for estimation of large scale in situ coal strength. Int J Rock Mech Min Sci Geomech Abstr., 21:39–42.
25. Haramy, K.Y., De Marco, M.J. (1985) Use of Schmidt hammer for rock and coal testing. Use of Schmidt hammer for rock and coal testing. Proceedings of 26th US symposium on rock mechanics; 26–28 June; Rapid City, South Dakota. American Rock Mechanics Association. Balkema, Rotterdam, p. 549–555.
26. Ghose, A.K., Chakraborti, S. (1986) Empirical strength indices of Indian coals – an investigation. Proceedings of 27th US Symposium on Rock Mechanics. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration: Balkema, p. 59–61.
27. O'Rourke, J.E. (1989) Rock index properties for geo-engineering in underground development. Min Eng., 286: 106–110.
28. Sachpazis, C.I. (1990) Correlating Schmidt hardness with compressive strength and Young's modulus of carbonate rocks. Bull Int Assoc Eng Geol., 42:75–83.
29. Gökçeoğlu C. (1996) Schmidt sertlik çekici kullanılarak tahmin edilen tek eksenli basınç dayanımı verilerinin güvenilirliği üzerine bir değerlendirme. Jeoloji Mühendisliği Dergisi; 48:78–81.
30. Kahraman S. (1996) The reliability of Schmidt hammer and point load index for estimating compressive strength. In: Korkmaz ve S, Akcay M, editors. K.T.U Dept of Geol. Eng. Proceedings of 30th Anniversary geology Symposium, Trabzon-Turkey, p. 362–369.
31. Katz O, Reches Z, Roegiers JC. (2000) Evaluation of mechanical rock properties using a Schmidt hammer. Int J Rock Mech Min Sci., 37:723–728.
32. Kahraman, S. (2001) Evaluation of simple methods for assessing the uniaxial compressive strength of rock, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 38, 981-994.

33. Yılmaz, I., Sendir, H. (2002) Correlation of Schmidt hardness with unconfined compressive strength and Young's modulus in gypsum from Sivas, *Eng Geol*, 66:211–219.
34. Yaşar, E., Erdogan, Y. (2004) Estimation of rock physico-mechanical properties using hardness methods. *Eng Geol.*, 71:281–288.
35. Shalabi Faisal I, Cording Edward J, Al-Hattamleh OH. (2007) Estimation of rock engineering properties using hardness tests. *Eng Geol.*, 90(3–4):138–147.
36. Kılıc A, Teymen A. (2008) Determination of mechanical properties of rocks using simple methods. *Bull Eng Geol Environ.*, 67:237–244.
37. Misra, D.A., Basu, A. (2013) Estimation of uniaxial compressive strength of rock materials by index tests using regression analysis and fuzzy inference system. *Eng Geol.*, 160:54–68.
38. Innocenti, F., Mazzuoli, G., Pasquare, F., Radicati Di Brozolo, F. and Villari, L., “The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia; geochronological data on Kayseri-Niğde area”, *Geol. Mag.*, 112 (4), 349-360, 1975.
39. Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L. and Zanchi, A., “Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia”, *Turkey. Tectonophysics*, 146, 217–230, 1988.
40. Gevrek ve Kazancı “İgnimbirit Oluşumu ve Özellikleri” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* s.38, 39-42, 1991
41. Binal, A., Kasapoğlu, K.E., Gökçeoğlu, C., “Eskişehir-Yazılı kaya çevresinde yüzeylenen volkanosedimanter kayaların donma-çözülme etkisi altında bazı fiziksel ve mekanik parametrelerinin değişimi”, *Yerbilimleri*, 19, 41-52, 1997
42. Sarı ve Çömlekçiler “Kızılıkaya İgnimbiritlerinde Görülen Süreksizliklerin İncelenmesi ve Kaya Kütlelerinin Tanımlanması” *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg. C.23*, s.1-2, 2007
43. Le Pennec J.L, Temel, A., Froger, J.L., Sen, S., Gourgaud, A. and Bourdier, J.L., “Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic ,radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data.”, *Journal of Volcanology And Geothermal Research*, 141 (1-2), 45-64, 2005.
44. Büyüksaraç ve çalışma arkadaşları “Kapadokya İgnimbiritleri ve Volkanitlerinde

- Paleomanyetik Çalışma – Manyetik Anomalililerin Yorumuna Bir Yaklaşım’’
İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi C. 18, S. 2, SS.199-218, 2005.
45. Bostancı ‘‘İgnimbiritlerin (Nevşehir Bölgesi) Kapiler Su Emme Davranışlarının İncelenmesi’’ Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans Tezi, 2016.
46. Ceylan ‘‘Nevşehir Yöresi İgnimbiritlerinin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi’’ Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans Tezi, 2016.
47. Başarır ve Kumral ‘‘Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımının Basit Deney Yöntemleriyle Tahmini’’ Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu Kayamek, 2004.
48. Kuşçu ve Demiray ‘‘Mermer ve Yapıtaşı Olarak Kullanılan Farklı Jeolojik Kökenli Kayaçların Porozite, P-Dalga Hızı ve Basınç Dayanımı İlişkisinin İncelenmesi’’ Süleyman Demirel Üniv. Müh. Fak. Jeoloji Müh., 2015.
49. Karaman ve arkadaşları ‘‘Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tahmininde Schmidt Çekici Yöntemlerinin İncelenmesi’’ Karadeniz Üniversitesi Maden Müh., Türkiye 22. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, 11-13 Mayıs 2011.
50. Yaşar ve arkadaşları ‘‘Schmidt Sertliği İle Kesilebilirlik Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi’’ Madencilik Cilt 53 Sayı 1-2, Sayfa 31-38, Mart-Haziran 2014.
51. Nar ‘‘Kayaların Tek Eksenli Basınç dayanımının Tahmininde Birleşik Yöntemin (Sonreb) Değerlendirilmesi’’ Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yük. Lisans Tezi, 2016.
52. Özdoğan ‘‘Schmidt Çekici Test Yönteminin Tarihi Yığıma Yapılarda Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılmasının Araştırılması : Erzurum Kadana Camii Uygulaması’’ Erzurum Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enst. Yük. Lisans Tezi, 2018.
53. Üzgün ‘‘Tek Eksenli Basınç dayanımının Farklı Boy/Çap Oranlarındaki Örneklerden Belirlenmesi Yaklaşımının Değerlendirilmesi’’ Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Anabilim Dalı Yük. Lisans Tezi, 2017.
54. Topal, T. 1995. Formation and deterioration of fairy chimneys of the Kavak tuff in

Ürgüp - Göreme area, (Nevşehir-Turkey), Ph.D. thesis (unpublished), 250 p., Ankara.

55. Küçük, Ö.F., 2006 Ultrasonik yüzey dalgaları-Schmidt yöntemi yardımıyla beton dayanımının bulunması, Yüksek lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.



ÖZGEÇMİŞ

Süleyman GÜRBÜZ 1992 yılında Nevşehir Sulusaray Kasabasında doğdu. İlköğretimini Kasabada orta ve lise öğretimini Nevşehir’de tamamladı. Lisans öğrenimini Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde tamamladı. Nevşehir İl Özel İdaresi Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Adres: Nevşehir İl Özel İdaresi

Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü

e-posta: suleymangurbuz01@gmail.com

