



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Nevşehir İğnimbiritlerinde Kapiler Su Emme Özelliğinin İncelenmesi

 Ogün Ozan VAROL ^{a,*}

^a Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Van, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ogunozanvarol@yyu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.1267036

Öz

Su, doğal yapı taşlarında meydana gelen bozunmalarda en önemli etkenlerden biridir. Doğal taşlar suyu bünyesine çeşitli yollarla alabilmektedir. Kapiler su emme potansiyeli ile doğal yapı taşlarının bozunması arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Doğal yapı taşlarının kapiler su emme potansiyeli arttıkça bünyesine suyu alma eğilimi artmakta ve neticede donma-çözülme, tuz kristalizasyonu gibi etmenlere maruz kalmaktadır. Tüm bu etmenler neticesinde doğal yapı taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Bunun neticesinde doğal yapı taşlarının servis ömrü azalmaktadır. Çalışma kapsamında Nevşehir bölgesinde yoğun olarak bulunan üç farklı tip iğnimbirit üzerinde araştırma yapılmıştır. Çalışma neticesinde sarı renkli iğnimbiritin (SR) saf suda kılcal su emme potansiyeli 114.03 g/m²s^{0.5}, güllurusu renkli iğnimbiritin (GK) saf suda kılcal su emme potansiyeli 87.39 g/m²s^{0.5}, bej renkli iğnimbiritin (BJ) saf suda kılcal su emme potansiyeli 115.71 g/m²s^{0.5} olarak belirlenmiştir. Kapiler su emme değerinin en düşük olduğu GK iğnimbiriti en yüksek tek eksenli sıkışma dayanımı değerine sahiptir. Bu bulgular, iğnimbirit numunelerini fiziksel ve mekanik özellikleri ile kapiler su emme özellikleri arasında anlamlı ilişkilerin olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İğnimbirit, Kılcal su emme, Nevşehir

Investigation of Capillary Water Absorption in Nevşehir Ignimbrites

ABSTRACT

Water is one of the most important factors in the decay of natural building stones. Natural stones can absorb water through various ways. There is a direct relationship between the capillary water absorption potential of natural building stones and their decay. As the capillary water absorption potential of natural building stones increases, they tend to absorb more water, which ultimately exposes them to factors such as freeze-thaw cycles and salt crystallization. As a result of all these factors, changes occur in the physical and mechanical properties of natural building stones, leading to a decrease in their service life. In this study, research was conducted on three different types of ignimbrite, which are abundantly found in the Nevşehir region. As a result of the study, the capillary water absorption potential of the yellow-colored ignimbrite (SR) in water was determined to be 114.03 g/m²s^{0.5}, the capillary water absorption potential of the rose-colored ignimbrite (GK) in water was determined to be 87.39 g/m²s^{0.5}, and the capillary water absorption potential of the beige-colored ignimbrite (BJ) in water was determined to be 115.71 g/m²s^{0.5}. The GK ignimbrite, which has the lowest capillary water absorption value, also has the highest uniaxial compressive strength value. These findings show that significant relationships between the physical and mechanical properties of the ignimbrite samples and their capillary water absorption characteristics.

Keywords: Ignimbrite, Capillary water absorption, Nevşehir

I. GİRİŞ

Doğal taşlar geçmişten günümüze çok geniş bir alanda yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yapılarda kullanılan doğal taşların bozunma mekanizmalarında su önemli bir role sahiptir [1]. Suyun doğal yapı taşları içerisindeki hareketinin bilinmesi, doğal taşlarda meydana gelebilecek olan bozunma yapısını anlayabilmek için büyük önem taşımaktadır. Çünkü su tek başına veya çevresel etmenlerle birleşerek doğal yapı taşlarının fiziko – mekanik özellikleri üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır [2]. Gözeneklilik oranı yüksek olan doğal taşlar su ile temas ettiğinde suyu gözeneklerinde tutma eğilimi gösterirler. Benzer şekilde yapı taşı olarak kullanılan doğal taşlar da yağmur suyu ve yüzey suyu gibi etmenlerle karşılaştıklarında kapilarite etkisiyle suyu bünyelerine alırlar. Kapiler su emme kinematığı üzerinde gözeneklerin geometrisi, gözeneklerin birbirleri ile bağlantısının olup olmaması gibi birçok faktör etkilidir [3]–[5]. Literatürde de araştırmacıların kapiler su emme hakkında yaptığı çalışmalar incelendiğinde, kapiler su emmenin doğal taşların petrografik özellikleri ve içerdiği gözenek yapısıyla sıkı bir ilişkisi olduğu ortaya konulmuştur [6]–[11]. Gözeneklilik oranı fazla olan doğal taşlarda oluşan kapiler su emme durumu doğal taşlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Özellikle kapiler su emmeye bağlı olarak emilen sular doğal taşın bünyesinde tutulmakta ve soğuk iklimlerde yer alan bölgelerde kış mevsimlerinde donarak buza dönüşmektedir. Buz kristallerinin artan hacmi nedeniyle boşluklarda basınç gerilmeleri meydana gelmekte ve doğal taşın dayanımı azalmaktadır. Benzer durum su ile beraber doğal taşların bünyesine giren tuzlar içinde geçerlidir [12].

Özellikle şehirlerin sanayileşmeye başlaması ile birlikte endüstriyel kirleticilerin, yağmur, nem, güneş ışığı, sıcaklık gibi atmosferik kirleticilerle beraber yapılarda kullanılan doğal yapı taşlarını farklı biçimlerde bozunmaya uğratmaya başlamıştır. Doğal yapı taşlarında meydana gelen bozunmalar; çevresel etmenler, atropojenik etmenler ve bitkisel organizmaların etkilerine göre farklılık göstermektedir. Çevresel koşullar bu bozunma etkileri arasında ilk sırada yer almaktadır. Doğal yapı taşlarında meydana gelen bozunmaların en önemli sebebi sudur. Su, özellikle yüksek gözeneklilik oranına sahip doğal yapı taşlarında kapiler etkiyle bünyeye girerek bozunmalara yol açmaktadır [12].

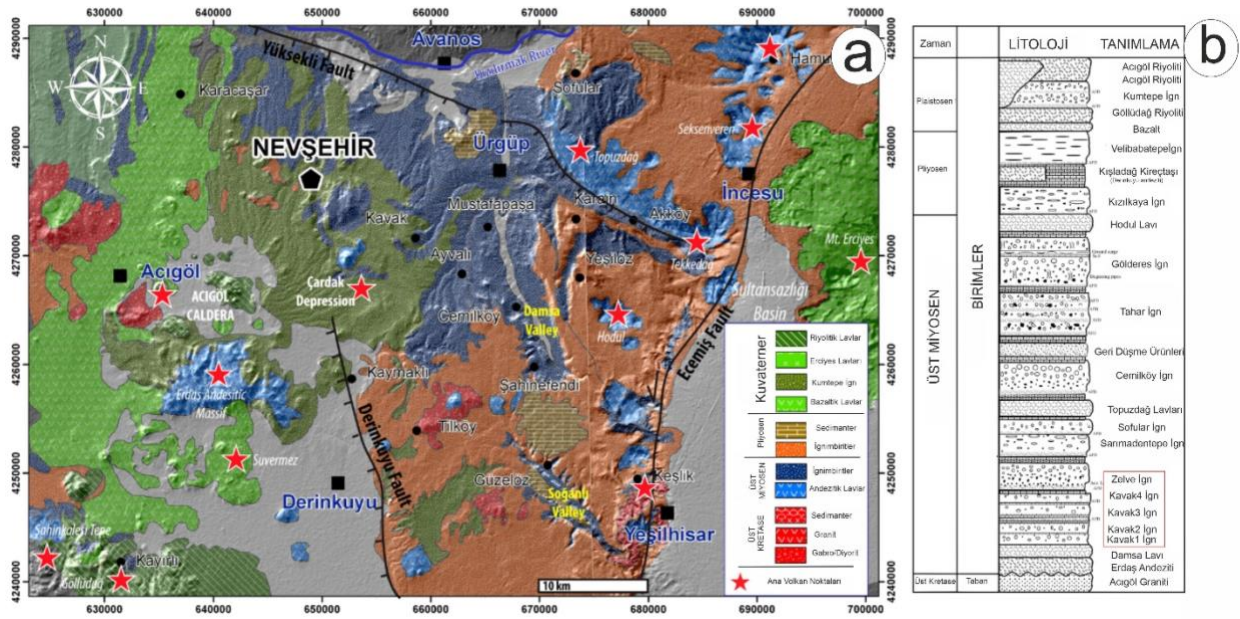
Gece ile gündüz arasında sıcaklık farklılıklarının çok olduğu bölgelerde mevsimsel farklılıklardan kaynaklanan döngülerden dolayı doğal taşın bünyesine giren tuz kristalleri büyüme eğilimi gösterebilmektedirler. Gözeneklerde büyüyen tuz kristalleri doğal taşlarda mikro çatlaklar oluşturabilmektedirler. Doğal taşlarda tuz kaynaklı meydana gelebilecek olan bozunmalar, tuz kristallerinin gözenekleri doldurma derecesine ve tuz kristallerinin yapmış olduğu basıncın derecesine bağlıdır [13], [14]. Özellikle tarihi ve sanat değeri yüksek yapılarda kullanılan doğal taşların kapilarite etkisiyle su ve nemden dolayı yüzeylerinin bozunduğu yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konulmuştur [2], [15], [16].

Geçmişten günümüze kadar kullanılan doğal yapı taşları gerek atmosferik şartlar gerekse de çevresel etmenlere bağlı olarak bozunmalara uğramaktadırlar. Özellikle tarihi yapılarda kullanılan doğal taşların su emme özelliğini azaltmak yapıda meydana gelebilecek bozunmaların önüne geçebilmek adına önemli bir durumdur.

Bu çalışma kapsamında Nevşehir bölgesinde kullanılan üç farklı ignimbiritin fiziksel-mekanik özellikleri ve kapiler su emme özellikleri ortaya konulmuştur.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Orta Anadolu Volkanik Bölgesi (OAVB), Miyosen-Pliyosen dönemlerine ait geniş çapta yayılan ignimbiritlerin yaygın bir şekilde bulunduğu bir bölgedir. Le Pennec vd. (1994) yapılan çalışmada bu alanın yaklaşık 20.000 km²'lik bir alanı kapsadığı belirtilmiştir [17]. Kısmen erozyona uğramış olan bu ignimbiritlerin bazı bölgelerde derin bir şekilde oyulmuş kalıntılarının varlığını da içermektedir [18]. OAVB, güneyde Toros Dağları sınırları içinde yer alırken, kuzeyde Kırşehir masifi ile çevrelenmiştir. Batı ve doğuda ise Hasan Dağı ve Erciyes Dağı adlı iki büyük Kuaterner stratovolkanın varlığı bölgenin sınırlarını daha da belirginleştirmektedir. Yapısal olarak, plato batıda Tuz Gölü ve doğuda Ecemis fayları tarafından sınırlanmaktadır [19]. Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'nde bulunan Kapadokya bölgesi, piroklastik birikintiler, karasal tortullar ve yerel lav akıntılarından oluşan benzersiz bir yapıya sahiptir [18]. Bölge genellikle Pre-Nöjen temel kayalar (Kretase granitik ve gabroik kayalar), Nöjen sedimenter kayalar (kırmızı çamurtaşları, kumtaşları ve konglomeralar), Nöjen volkano-sedimenter birimler (tüf ve ignimbiritler) ve Kuaterner döneme ait volkanik kayalardan (ignimbiritler, andezitler ve bazaltlar) oluşmaktadır. Aydar ve ark. (2012), jeokronolojik verilere dayanarak OAVB'deki Miyosen-Holosen yaşındaki ignimbiritlerin stratigrafisini belirlemiştir [18]. Le Pennec ve ark. (1994) tarafından yapılan çalışmada [17], on ignimbirit üyesi tespit edilmiştir. İgnimbiritler, yaşça en eski olandan en genç olana doğru, Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe ve Kumtepe olarak sıralanmıştır (Şekil 1). Kavak ignimbiritleri, Şekil 1b'de gösterildiği gibi, Kapadokya Volkanik Bölgesi'ndeki en erken piroklastik birikintilerdir ve akarsu-göl tortulları ile birbirine geçmiş durumdadır, bu da çoklu patlayıcı olayları işaret etmektedir. İgnimbirit dört ayrı alt birime ayrılmıştır: Kavak-1, Kavak-2, Kavak-3 ve Kavak-4, ayrıca Şekil 1b'de gösterilmektedir. Kavak-1 alt birimi, ters düzenli, pomza açısından zengin akışlarıyla dikkat çeker ve üzerindeki Kavak-2 biriminden ayrılır, bu birim kül açısından zengin akış birikintileri ve litik parçacıklar içerir. Kavak-3 alt birimi, kül matrisi içinde konsolide edilmiş birkaç pomza açısından zengin tabakayı içerirken, onun üzerinde Kavak-4 birimi yer alır. İgnimbirit soluk pembe bir renge sahiptir ve kül açısından zengin bir matris içinde litik ve pomza taneleri içerir, bu da piroklastik akış birikintilerini gösterir [19]. Zelve ignimbiriti, Türkiye'nin Kapadokya bölgesinin belirgin jeolojik bir özelliğidir ve beyaz piroklastik yağışın taban tabakası ve pembe ignimbirit tabakasıyla karakterizedir. Bu oluşum genellikle Kavak ignimbiritle ilişkilidir ve bölgedeki doğal miras alanlarının önemli bir bileşenidir. Zelve biriminin yaklaşık alan genişliği 4200 km², toplam hacmi ise 120 km³ olup, Ürgüp, Avanos ve Nevşehir ilçelerini kapsamaktadır. Kompozisyonu ve yapısı benzersiz özelliklere sahip olması ve bölgesel jeoloji açısından önemli olması nedeniyle jeologlar ve volkanologlar tarafından kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Zelve ignimbiriti, erozyon ve hava etkisi gibi jeolojik süreçler yoluyla Kapadokya peyzajının şekillenmesinde kritik bir rol oynamış ve zaman içinde bölgenin sakinlerinin kültürel ve sanatsal ifadelerini etkilemiştir. Bilimsel önemi ve kültürel değeri, araştırmacılar ve turistler için büyük ilgi alanı oluşturmaktadır [17]. Kapiler su emme deneylerinde Nevşehir bölgesinde üretilen ve yapılarda kullanılan üç farklı renge sahip Nevşehir ignimbiriti kullanılmıştır (Şekil 2). Ocaklarda bloklar halinde üretilen ignimbiritlerden deneylerde kullanılmak üzere 5x5x5 cm boyutlu küp numuneler hazırlanmıştır.



Şekil 2. Kapiler su emme özellikleri belirlenen ignimbirit numuneleri.

İgnimbirit ocağında üretilen üç farklı renge sahip ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Numuneler üzerinde gerçekleştirilen deneyler ve kullanılan standartlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. İğnimbirit numunelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için yapılan deneylerde kullanılan standartlar.

Deneyleler	Kullanılan Standart
Yoğunluk (kg/m ³)	TS EN 1936 [20]
Tek eksenli sıkışma dayanımı (MPa)	TS EN 1926 [21]
Ultrasonik dalga hızı (m/sn)	TS EN 14579 [22]
Ağırlıkça su emme (%)	TS EN 13755[23]
Gözeneklilik (%)	TS EN 1936 [20]
Kılcal su emme (kg/m ² s ^{0.5})	TS EN 1925 [24]

Su ile temas eden ortamlarda kullanılacak olan yapı taşlarının kapiler su emme özelliklerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla ülkemizde TS EN 1925 [24] standardı kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada da TS EN 1925 [24] standardında önerildiği üzere kenar uzunlukları 50±5 mm olan küp numuneler kullanılmıştır. Kapiler su emme deneyleri her bir kayaç ve her bir çözelti için 6 adet numune üzerinde yürütülmüştür. Etüv kurusu ağırlıkları tartılan iğnimbirit numunelerinin taban alanları ölçülmüş ve 3±1 mm derinliğinde suya temas edecek şekilde deney kabı içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 3). İğnimbirit örnekleri 1, 3,5, 10, 15, 30, 60, 180, 480, 1440, 2880 ve 4320 dakika boyunca su içerisinde bekletilmiştir. Belirlenen sürenin sonunda sudan çıkarılan numunenin yüzeyi kurulanmış ve 0.01 g hassasiyete sahip tartı ile tartılmıştır ve su emme miktarı belirlenmiştir. Deney neticesinde kılcal su emme katsayısı “C” Eşitlik 1’de verilen formül ile belirlenmiştir.

$$C = \frac{m_i - m_d}{A \cdot \sqrt{t_i}} \quad (1)$$

Burada; m_i ; su emen numunenin ağırlığı (g), m_d ; kuru numune ağırlığı (g), A; suya temas eden numunenin yüzey alanı (m²), t_i ; numunenin deney çözeltisi içerisinde kaldığı süre (s)



Şekil 3. Kapiler su emme deneyine tabi tutulan iğnimbirit numuneleri.

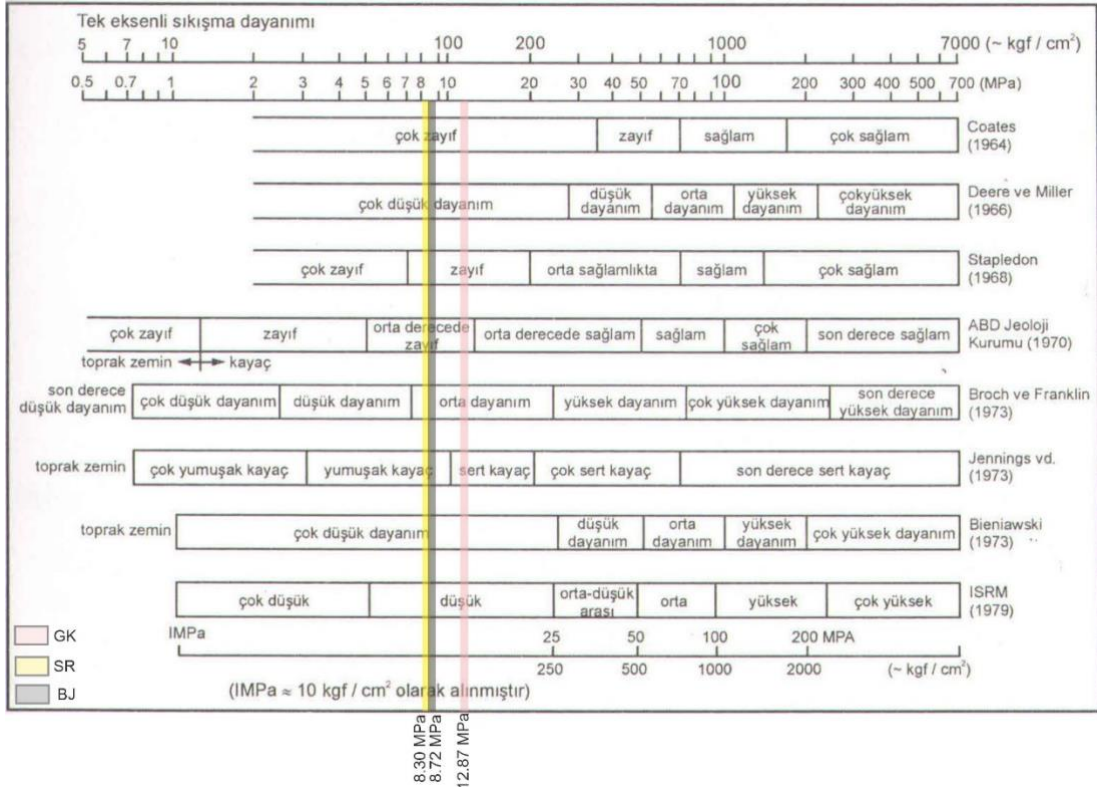
III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneylerde kullanılan iğnimbiritlerin fiziko-mekanik özellikleri Türk Standartları Enstitüsünün önerdiği şekillerde belirlenmiştir. Deneyler neticesinde elde edilen sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. Deney sonuçlarına göre; tek eksenli sıkışma dayanımı en yüksek olan iğnimbirit GK numune kodlu iğnimbirit olurken tek eksenli sıkışma dayanımı en düşük olan iğnimbirit SR numune kodlu iğnimbirit olmuştur. 3 farklı iğnimbirit içerisinde gözeneklilik oranı en yüksek iğnimbirit BJ numune kodlu

İgnimbirit, en düşük gözeneklilik oranına sahip İgnimbirit ise SR numune kodlu İgnimbirit olarak tespit edilmiştir. Laboratuvarında elde edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri göz önüne alındığında, İgnimbirit numunelerinin tek eksenli basınç değerleri SR İgnimbiriti için 8.30 MPa, GK İgnimbiriti için 12.87 MPa, BJ İgnimbiriti için İgnimbiriti için 8.72 MPa olarak hesaplanmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlara göre, inceleme sahasındaki İgnimbiritlerin farklı araştırmacılara göre “düşük” dayanıma sahip olduğu sonucuna varılmaktadır (Şekil 4).

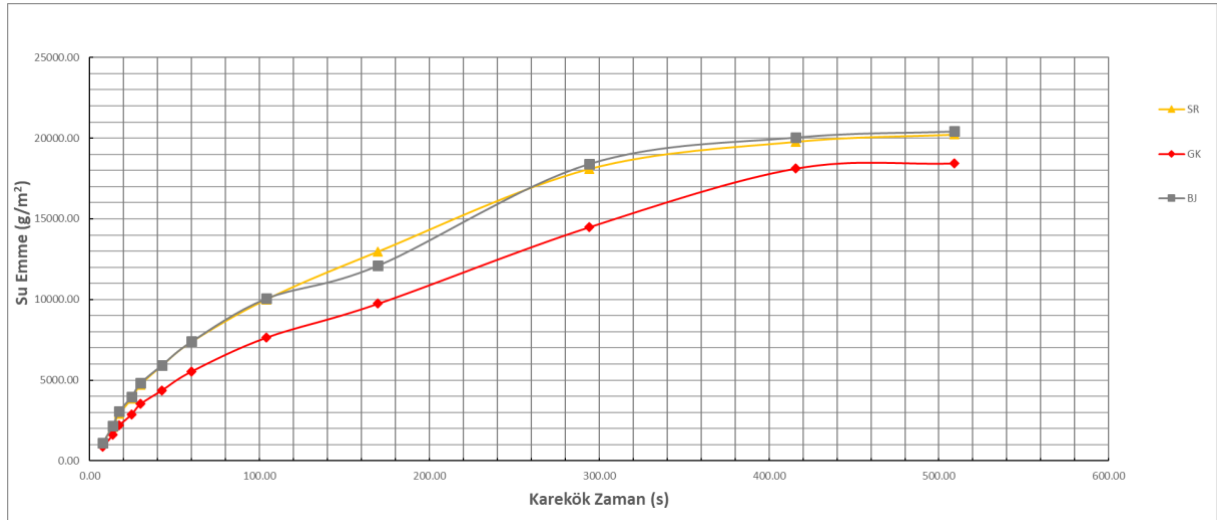
Tablo 2. İgnimbirit numunelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri.

Deneyler	SR			GK			BJ		
	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Kuru birim hacim ağırlık (kN/m ³)	14.34	15.12	14.68	15.95	16.02	15.98	15.10	15.38	15.26
Doymun birim hacim ağırlık (kN/m ³)	16.55	17.62	17.08	18.62	18.71	18.67	17.73	18.08	17.92
Gözeneklilik (%)	22.52	25.48	24.45	27.23	27.85	27.45	24.77	30.36	27.14
Kütlece su emme (%)	15.40	17.05	16.32	22.52	25.48	24.45	15.88	19.72	17.45
Ultra ses dalga hızı (m/s)	2115	2208	2154	2108	2365	2229	1913	2251	2126
Tek eksenli sıkışma dayanımı (MPa)	7.43	9.98	8.30	12.19	13.67	12.87	7.55	9.32	8.72

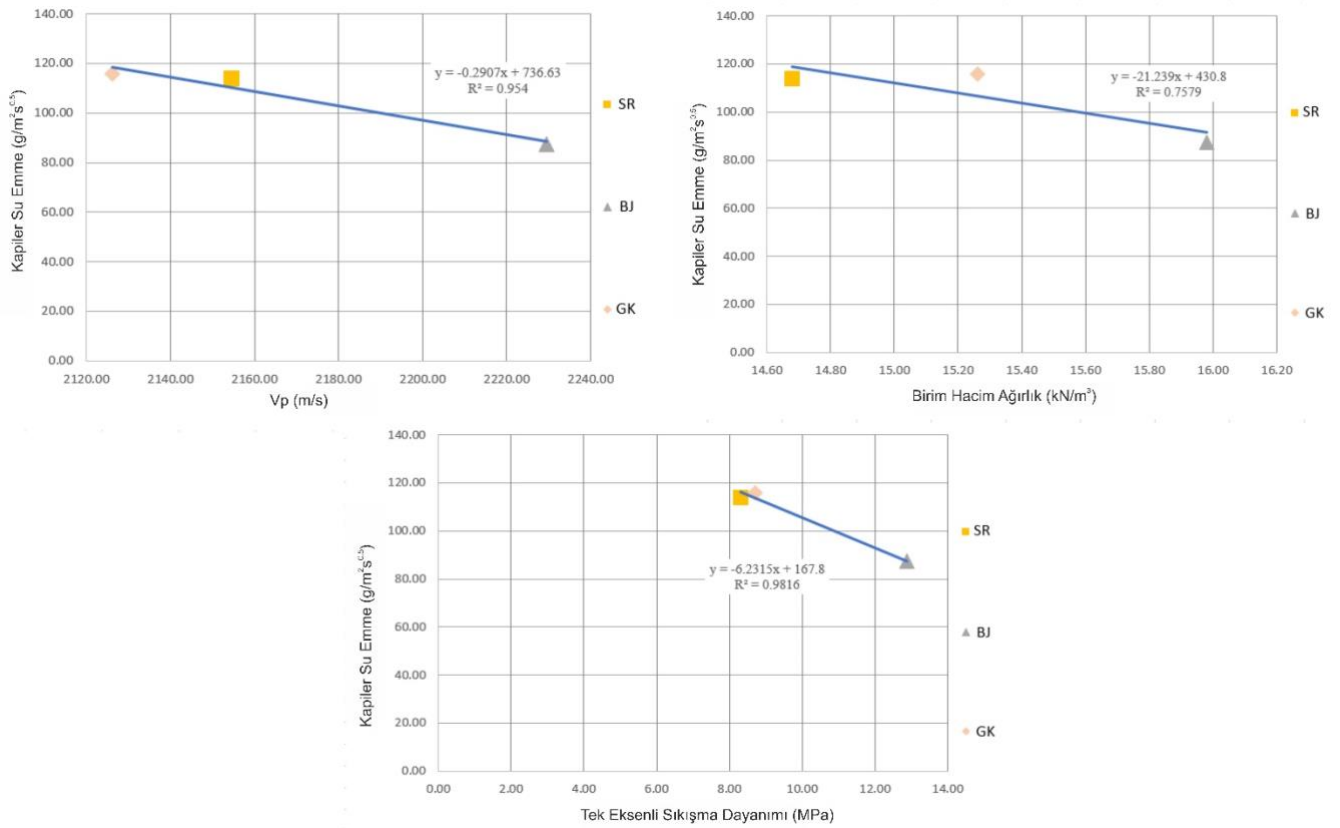


Şekil 4. İgnimbiritlerin sağlam kaya dayanımı açısından farklı araştırmacılara göre değerlendirilmesi [25].

Doğal yapı taşlarının kılcal su emme kapasiteleri ile gözenek boyutu ve gözenek geometrisi doğrudan ilişkilidir. Kapiler su emme katsayısı, yüzey alanı belirli olan bir malzemenin su emme oranının zamanın karekökü ile doğru orantılıdır [26], [27]. Graue vd. (2011) yaptıkları çalışmada doğal taşları kılcal su emme katsayılarına göre sınıflamışlardır [28]. Bu sınıflandırmaya göre kılcal su emme kapasitesi $<0.5 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0.5}$ olan doğal taşlar düşük, kılcal su emme kapasitesi $0.5-3 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0.5}$ arasında olan doğal taşlar orta, kılcal su emme kapasitesi $>3 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0.5}$ olan doğal taşlar ise yüksek su emme kapasitesine sahip doğal taşlar olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen ignimbirit örneklerinin ortalama kapiler su emme potansiyelleri Şekil 5'te sunulmuştur. Şekil 4'te de görüldüğü gibi grafik iki ayrı eğime sahiptir. Birinci bölüm daha dik bir eğim sunarken ikinci bölüm daha düşük bir eğime sahiptir. Kapiler su emme deneyi sonuçlarına göre SR kodlu ignimbirit için $9.09 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0.5}$, GK kodlu ignimbirit için $7.45 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0.5}$, BJ kodlu ignimbirit için $9.12 \text{ kg/m}^2\text{s}^{0.5}$ kapiler su emme değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler literatürde benzer özelliklerdeki doğal yapı taşlarının kapiler su emme değerleriyle karşılaştırıldığında uyumlu sonuçlar gösterdiği görülmüştür [2], [16], [19], [29]. Öte yandan Graue vd. (2011) yapılan sınıflandırmaya göre incelemeye konu olan Nevşehir ignimbiritlerinin yüksek kapiler su emme kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma kapsamında ignimbiritlerin kapiler su emme değerleri ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır (Şekil 6). İncelemeye konu olan ignimbiritlerin kapiler su emme özelliği ile tek eksenli basınç dayanımı arasında belirleme katsayısı 0.98 olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. İgnimbiritlerin kapiler su emme – karekök zaman arasındaki ilişki.



Şekil 6. İgnimbiritlerin kapiler su emme özellikleri ile mühendislik parametreleri arasındaki ilişki.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada, Nevşehir bölgesinde geçmişten günümüze kadar kullanılan, üç farklı renge sahip ignimbirit numunelerinin kapiler su emme özellikleri belirlenmiştir. Ulusay ve Aydan (2018), yapılan çalışmada Kapadokya ignimbiritlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin detaylı bir karşılaştırmasını sunarak, kısa ve uzun vadeli malzeme karakteristiklerine ilişkin tanımlamalar yapmışlardır [30]. Bu çalışmada da Zelve ve Kavak ignimbiritlerinin fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada

incelenen ignimbiritlerin kuru birim ağırlığı 14.34 kN/m³ ile 16.02 kN/m³ arasında değişmektedir. Benzer değişimler ignimbiritler üzerinde yapılan çoğu çalışmada da bildirilmiştir [19], [31], [32] NBG'ye (1985) göre [33], tüm ignimbirit örnekleri yüksek - çok yüksek gözenekli kaya olarak sınıflandırılabilir. P-dalga hızı 1913 m/s ile 2365 m/s arasında değişirken, tek eksenli basınç dayanım değerleri 7.43 MPa ile 13.67 MPa arasında değişmektedir. Deere ve Miller'a (1966) göre [25], ignimbiritler düşük dayanıklılığa sahip olarak kabul edilmektedir. ISRM (1981) [34] tarafından geliştirilen sınıflandırma sistemine göre, incelenen ignimbirit örnekleri "az bozunmuş" olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, örneklerde gözlenen bozunmalara bağlı olarak yapılanmakta ve kaya malzemelerinin fiziksel özelliklerini ve davranışını değerlendirmede önemli bir faktördür. Bozunma derecesi, mineralojiyi, gözenekliliği ve diğer fiziksel özellikleri değiştirebilir ve bu nedenle dayanıklılık, dayanım ve diğer mekanik özelliklerini etkileyebilmektedir. İgnimbiritlerin kapiler su emme katsayısı (C) SR kodlu ignimbirit için 114.03 g/m²s^{0.5}, BJ kodlu ignimbirit için 115.71 g/m²s^{0.5}, GK kodlu ignimbirit için 87.39 g/m²s^{0.5} olarak hesaplanmıştır. Graue vd. (2011) [28] tarafından ortaya konulan sınıflandırmaya göre çalışma kapsamında kullanılan tüm ignimbirit numuneleri yüksek emici kaya grubunda yer almaktadır. Nevşehir bölgesindeki yapılarda sıklıkla kullanılan ignimbirit numuneleri yüksek su emme potansiyeline sahiptir. Yüksek gözeneklilik oranına sahip ignimbirit numunelerinin bünyesine suyu çok kolay bir şekilde almaktadır. Su ile ignimbirit bünyesine giren sular buharlaştıktan sonra ignimbiritlerin bünyesinde tuz bırakmakta ve bu tuzlar zamanla ignimbirit numunelerinin bozunmasına neden olmaktadır. Öte yandan ignimbiritlerin bünyesine giren su mevsimler sıcaklık farklılıklarından dolayı donma-çözölmeye maruz kalmakta ve bu donma-çözölmeye döngüsü ignimbiritlerin bünyesinde bulunan mikro çatlakların zamanla makro boyutlara ulaşmasına ve bütünlüğünün bozulmasına neden olmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan ignimbirit numunelerinin kapiler su emme özellikleri ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: FHD-2022-10257).

V. KAYNAKLAR

- [1] M. J. Mosquera, T. Rivas, B. Prieto, ve B. Silva, "Capillary Rise in Granitic Rocks: Interpretation of Kinetics on the Basis of Pore Structure", *J. Colloid Interface Sci.*, c. 222, sy 1, ss. 41-45, Şub. 2000, doi: 10.1006/jcis.1999.6612.
- [2] İ. Dinçer, A. Özvan, M. Akin, M. Tapan, ve V. Oyan, "İgnimbiritlerin Kapiler Su Emme Potansiyellerinin Değerlendirilmesi: Ahlat Taşı Örneği", *Üzüncü İl Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, c. 17, sy 2, Art. sy 2, Ara. 2012.
- [3] D. Benavente, P. Lock, M. Ángeles García Del Cura, ve S. Ordóñez, "Predicting the Capillary Imbibition of Porous Rocks from Microstructure", *Transp. Porous Media*, c. 49, sy 1, ss. 59-76, Eki. 2002, doi: 10.1023/A:1016047122877.
- [4] C. David, M. Darot, ve D. Jeannette, "Pore structures and transport properties of sandstone", *Transp. Porous Media*, c. 11, sy 2, ss. 161-177, May. 1993, doi: 10.1007/BF01059632.
- [5] A. Leventis, D. A. Verganelakis, M. R. Halse, J. B. Webber, ve J. H. Strange, "Capillary Imbibition and Pore Characterisation in Cement Pastes", *Transp. Porous Media*, c. 39, sy 2, ss. 143-157, May. 2000, doi: 10.1023/A:1006687114424.

- [6] N. Cueto, D. Benavente, J. Martínez-Martínez, ve M. A. García-del-Cura, “Rock fabric, pore geometry and mineralogy effects on water transport in fractured dolostones”, *Eng. Geol.*, c. 107, sy 1, ss. 1-15, Tem. 2009, doi: 10.1016/j.enggeo.2009.03.009.
- [7] M. Y. Çelik ve A. U. Kaçmaz, “The investigation of static and dynamic capillary by water absorption in porous building stones under normal and salty water conditions”, *Environ. Earth Sci.*, c. 75, sy 4, s. 307, Şub. 2016, doi: 10.1007/s12665-015-5132-x.
- [8] M. Y. Çelik ve S. Yılmaz, “Statik, tuzlu ve asidik sulu ortamların poroziteli yapıtaşlarının kapiler su emme potansiyeline etkisi”, *Gazi Üniversitesi Mühendis.-Mimar. Fakültesi Derg.*, c. 2018, sy 2018, Nis. 2018, doi: 10.17341/gazimmfd.416369.
- [9] N. Karagiannis, M. Karoglou, A. Bakolas, ve A. Moropoulou, “Effect of temperature on water capillary rise coefficient of building materials”, *Build. Environ.*, c. 106, ss. 402-408, Eyl. 2016, doi: 10.1016/j.buildenv.2016.07.008.
- [10] D. T. Nicholson, “Pore properties as indicators of breakdown mechanisms in experimentally weathered limestones”, *Earth Surf. Process. Landf.*, c. 26, sy 8, ss. 819-838, 2001, doi: 10.1002/esp.228.
- [11] P. Vázquez, F. J. Alonso, R. M. Esbert, ve J. Ordaz, “Ornamental granites: Relationships between p-waves velocity, water capillary absorption and the crack network”, *Constr. Build. Mater.*, c. 24, sy 12, ss. 2536-2541, Ara. 2010, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.06.002.
- [12] M. Y. Çelik, M. Sert, ve Z. Arsoy, “Yüzey Koruyucu Reçinenin Döğer Tüfü ve İscehisar Andezitinin Kılcal Su Emme Potansiyeli Üzerine Etkisinin İncelenmesi”, *Uludağ Üniversitesi Mühendis. Fakültesi Derg.*, c. 24, sy 3, Art. sy 3, Ara. 2019, doi: 10.17482/uumfd.476527.
- [13] H. Derluyn, P. Moonen, ve J. Carmeliet, “Deformation and damage due to drying-induced salt crystallization in porous limestone”, *J. Mech. Phys. Solids*, c. 63, ss. 242-255, Şub. 2014, doi: 10.1016/j.jmps.2013.09.005.
- [14] N. Thaulow ve S. Sahu, “Mechanism of concrete deterioration due to salt crystallization”, *Mater. Charact.*, c. 53, sy 2, ss. 123-127, Kas. 2004, doi: 10.1016/j.matchar.2004.08.013.
- [15] Z. A. Erguler, “Field-based experimental determination of the weathering rates of the Cappadocian tuffs”, *Eng. Geol.*, c. 105, sy 3-4, ss. 186-199, 2009.
- [16] A. Özdemir, “Capillary water absorption potential of some building materials”, *Geol. Eng.*, c. 26, sy 1, ss. 19-32, 2002.
- [17] J.-L. Le Pennec, J.-L. Bourdier, J.-L. Froger, A. Temel, G. Camus, ve A. Gourgaud, “Neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints”, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, c. 63, sy 1-2, ss. 59-87, 1994.
- [18] E. Aydar vd., “Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions”, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, c. 213, ss. 83-97, 2012.
- [19] İ. Dinçer ve M. Bostancı, “Capillary water absorption characteristics of some Cappadocian ignimbrites and the role of capillarity on their deterioration”, *Environ. Earth Sci.*, c. 78, sy 1, s. 7, Ara. 2018, doi: 10.1007/s12665-018-7993-2.
- [20] TS EN 1936, “Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Porozitelilik Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, 2010.

- [21] TS EN 1926, “Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, 2013.
- [22] TS EN 14579, “Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Ses Hızı İlerlemesinin Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, 2006.
- [23] TS EN 13755, “Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, 2014.
- [24] TS EN 1925, “Doğal Taşlar- Deney metotları-Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, 2000.
- [25] D. U. Deere ve R. P. Miller, “Engineering classification and index properties for intact rock”, Illinois Univ At Urbana Dept Of Civil Engineering, 1966.
- [26] J.-D. Mertz, *Structures de porosité et propriétés de transport dans les grès*, c. 90, sy 1. Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, 1991.
- [27] S. Siegesmund ve H. Dürrast, “Physical and mechanical properties of rocks”, içinde *Stone in architecture*, Springer, 2011, ss. 97-225.
- [28] B. Graue, S. Siegesmund, ve B. Middendorf, “Quality assessment of replacement stones for the Cologne Cathedral: mineralogical and petrophysical requirements”, *Environ. Earth Sci.*, c. 63, sy 7, ss. 1799-1822, 2011.
- [29] O. Şimşek, “Nevşehir (Kavak) Yöresi Vişne Renkli İgnimbiritin Duvar Kaplamasında Kullanılabilirliğinin Araştırılması”, *Politek. Derg.*, c. 25, sy 1, ss. 281-289, 2022.
- [30] R. Ulusay ve Ö. Aydan, “The 2016 Hans Cloos Lecture: geo-engineering aspects on the structural stability and protection of historical man-made rock structures: an overview of Cappadocia Region (Turkey) in the UNESCO’s World Heritage List”, *Bull. Eng. Geol. Environ.*, c. 77, ss. 457-488, 2018.
- [31] Ö. Aydan ve R. Ulusay, “Geomechanical evaluation of Derinkuyu antique underground city and its implications in geoenvironment”, *Rock Mech. Rock Eng.*, c. 46, ss. 731-754, 2013.
- [32] O. Kasmer ve R. Ulusay, “Effects of Geo-Engineering Characteristics of the Soft Tuffs and Environmental Conditions on the Rock-Hewn Historical Structures at Zelve Open Air Museum, Cappadocia, Turkey”, *Environ. Eng. Geosci.*, c. 19, sy 2, ss. 149-171, May. 2013, doi: 10.2113/gseegeosci.19.2.149.
- [33] NGB, *Norwegian rock mechanics group: handbook in engineering geology—rock (in Norwegian)*. Tapir, Trondheim, 1985.
- [34] E. ISRM, “Rock characterization, testing and monitoring—ISRM suggested methods”, *Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*. Pergamon Oxford, ss. 3-52, 1981.