

ISSN 1019 - 1003



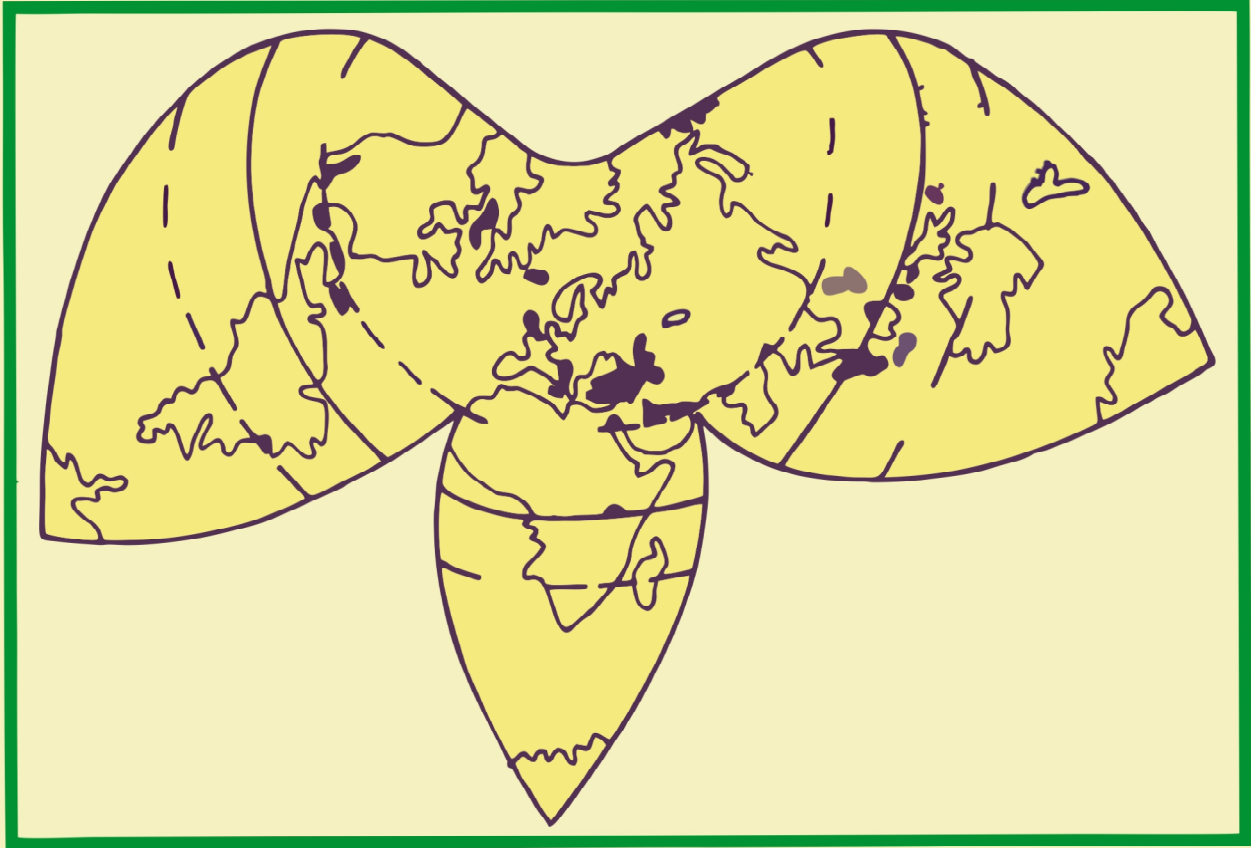
**GEOSOUND**



# YERBİLİMLERİ

**Science and Technology**

**Online Bulletin on Earth Science**



SAYI  
NUMBER **55**

HAZİRAN  
JUN  
2022

## **Baş Editör**

Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

## **Editörler**

Dr. Ahmet Can AKINCI

Doç. Dr. Nusret NURLU

## **Bölüm Editörleri**

Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

Prof. Dr. Kemal GÜRBÜZ

Prof. Dr. Ümit ŞAFAK

Prof. Dr. Ayşegül GÜNEY

Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN

Prof. Dr. Semir ÖVER

Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Dr. Öğr. Üyesi Nil YAPICI

Doç. Dr. Mahmut ALTINER

Dr. Ahmet Can AKINCI

Dr. Nusret NURLU

## **Yayın Kurulu**

Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ

Prof. Dr. Orhan TATAR

Prof. Dr. Kemal GÜRBÜZ

Prof. Dr. Ümit ŞAFAK

Prof. Dr. Atike NAZİK

Prof. Dr. Erol ÖZER

Prof. Dr. Kemal TASLI

Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN

Prof. Dr. Ayşegül GÜNEY

Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK

Prof. Semir ÖVER

Prof. Dr. İsmail DİNÇER

Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ

Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU

Doç. Dr. Feyza DİNÇER

Doç. Dr. Hayati KOÇ

Doç. Dr. Ali ÖZVAN

Dr. Öğr. Üyesi. Erkan YILMAZER

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin LEVENTELİ

Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK

Dr. Öğr. Üyesi Nil YAPICI

Dr. Ahmet Can AKINCI

Doç. Dr. Nusret NURLU

Öğr. Gör. Mustafa AFŞİN

Dr. Öğr. Üyesi Deniz İBİLİOĞLU

## ÖNSÖZ

### Prof. Dr. ALTAY ACAR ANISINA!

*Dergimizin 55. sayısını hazırlamaya başladığımız bir dönemde çok kıymetli meslektaşımız, bilim insanı, değerli arkadaşımız olan merhum Prof. Dr. Altay Acar'ı kaybetmenin derin üzüntüsü içerisinde bu sayımızı hocamızın değerli hatırasına atfediyoruz...*

*Bir Yerbilimci olarak ölümün yaşam gibi döngünün bir parçası olduğunu bilsek de; bilinmezliğe açılan her kapı insana hüznü ve korkutucu gelir. Hâlbuki Altay Acar, sigarasından derin bir nefes alıp, gülümseyerek meydan okuyacaklar arasında idi ölüme. Bunu, onu tanıyan herkes kolaylıkla söyler... Çünkü Altay Acar'ın kısa ve derin hayatında bol kahkaha, bol eğlence ve yüksek enerji hiç eksik olmamıştır... Yalnız kaldığını hiç anımsamayız. Çevresinde özellikle öğrenci ve dostlarından kurulu koca bir ordu vardır. Yaşamaktan zevk alan, sonuna kadar yaşayan ve sevdikleriyle paylaşan bir adam... Pek çok öğrencisinin hayatında bir ağabey, bir dost, bir sırdaş.. Hatta, öğrencilerinin çocuklarına müşfik bir dede, hayvan dostu bir insan, bir kedi sever.. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne geldiği 1990'lı yıllardan, 2021 yılının sonuna kadar renkli yaşamı hiç değişmedi. Sayısız lisans ve lisansüstü derslerine girdi, onlarca yüksek lisans öğrencisi mezun etti, bugün ülkemizin saygın akademisyenleri arasında yerlerini alan doktora öğrencileri yetiştirdi. Ülke içinde ve dışında pek çok projede yer aldı. Aramızdan apansız ayrılmasaydı, daha pek çoğuna da imzasını atacaktı.*

*Derler ki; bir insan "O'nu hatırlayan kimse kalmadığında ölür... O halde, aramızdan erken ayrılan pek çok dostumuz gibi, Altay Acar da hala hayatta... Bölüm koridorunda yürürken odasının önünde kapısına kulak kesildiğinizde, kahkahasını rahatlıkla duyabileceğiniz kadar anısı dipdiri hala... Bir yerlerde Erkin Koray şarkısı duyduğunuzda da öyle.. Yani öyle kolay çıkmıyor insanlar hayatlarımızdan; sizden bir şeyler alarak, size kendilerinden bir şeyler bırakarak gidiyorlar... Şair Baki'nin dediği gibi "Baki kalan kubbede hoş bir sada imiş" ... Ne mutlu hatırlandığında yüzü güldürecek bir iz bırakana...*

*Şili'li yazar ve şair Pablo Neruda'ya atfedilen bir cümle vardır: "Yaşam" sadece yaşandığı kadar vardır, gerisi ya hafızalardaki hatıralar ya da hayallerdeki umutlardır. Hüsranı ise bir tek yerde tanıyorum; o da yaşanması mümkün olduğu halde gerektiği gibi yaşayamamakta" ... Altay Acar, hayatını dolu dolu yaşadı. Sorsanız herkesin "keşkeleri" vardır... Büyük olasılıkla O'nun da vardı. Ne yazık ki zamanı geri almak mümkün değil... Ama şu mümkün, sevdiklerimize ve hayata her fırsatta sıkıca sarılmak...*

*Sana tüm meslektaş ve mesai arkadaşların adına onlarca kırmızı karanfil demetleri yolluyoruz bulutlarla.. İyi ki hayatımızdan geçmişsin... Yıldızlar yoldaşın olsun...*

# İÇİNDEKİLER

<b>Mars'ta Hiperspektral CRISM Verileri Yardımıyla Mineralojik Haritalama</b>	<b>1</b>
Mehmet Ali Akgül, Suphi Ural	
<b>Agrega Aşınma ve Dayanım Özelliklerinin Kaya Malzeme Deneyleriyle Tanımlanması ve Değerlendirilmesi</b>	<b>20</b>
İbrahim Çobanoğlu, Sefer Beran Çelik	
<b>Kaleköy-Hombur (Çağlayancerit-Kahramanmaraş) Civarının Tektono-Stratigrafik Özellikleri</b>	<b>37</b>
Cihan Yalçın, Alican Kop	
<b>Regression Analysis and Correlation of REE Contents of Malatya Fluorites</b>	<b>61</b>
Yusuf Uras, Cihan Yalçın	
<b>Prediction of the Rapid Hardening Property of Calcium Aluminate Cement Based on Mineralogical Composition by Neural Network</b>	<b>71</b>
Suphi Ural, Murat Aydın	
<b>İgnimbiritlerde Pomza Şekli ile Fiziksel-Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi</b>	<b>80</b>
Mutluhan Akın, Tamer Topal, İsmail Dinçer, Müge K. Akın, Ali Özvan, Ayşe Orhan, Ahmet Orhan	
<b>Çağlayan (Suçatı-Kahramanmaraş) Trafo Merkezi Kazı Şevlerinin Duraylılık Analizi</b>	<b>105</b>
Ahmet Özbek, Ozan Natur, M. Salih Keskin	
<b>Kuvaterner Yaşlı Kaliçi Çökellerin Fiziko-Mekanik Özellikleri</b>	<b>132</b>
İsmail Dinçer, Altay Acar	
<b>Statistical Analysis of REE Contents in Felahiye (Kayseri) Fluorite Deposit</b>	<b>152</b>
Cihan Yalçın, Yusuf Uras	
<b>Depremler Kayada Yıkılmaz ve Ovalar Stratejik Ürün Kaynağıdır</b>	<b>165</b>
İlyas Yılmaz, Özgür Yılmaz, Yasemin Leventeli	



## İgnimbiritlerde Pomza Şekli ile Fiziksel-Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

*Investigation of the Relationships Between Pumice Shape and the Physical-Mechanical Properties of Ignimbrites*

MUTLUHAN AKIN<sup>1</sup> ORCID 0000-0002-5752-6949

TAMER TOPAL<sup>2</sup> ORCID 0000-0003-1646-7249

İSMAİL DİNÇER<sup>1</sup> ORCID 0000-0001-9734-7040

MÜGE K. AKIN<sup>3</sup> ORCID 0000-0001-8873-5287

ALİ ÖZVAN<sup>4</sup> ORCID 0000-0001-5459-3989

AYŞE ORHAN<sup>1</sup> ORCID 0000-0001-8103-5376

AHMET ORHAN<sup>1</sup> ORCID 0000-0001-8119-2216

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Kapadokya Jeolojik Miras ve Kaya Oyma Yapıları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Nevşehir

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>3</sup>Abdullah Gül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kayseri

<sup>4</sup>Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş (Received): 11/03/2022

Kabul (Accepted): 20/04/2022

### ÖZ

Bu çalışma kapsamında Kayseri, Nevşehir ve Ahlat yerleşimlerinden elde edilen farklı renk ve doku özellikleri sunan 16 ignimbirit türüne ait örneklerde fiziksel ve mekanik özellikler ortaya konulmuştur. Aynı ignimbirit örneklerindeki pomza tanelerinin uzun ve kısa eksen uzunlukları mikroskop altında ölçülmüş ve farklı şekil parametresi değerlendirme yöntemleri kullanılarak şekil oranları ortaya konmuştur. Tek eksenli basınç deneyleri sonucunda en yüksek dayanıma (36.84 MPa) Kayseri bölgesine ait ignimbiritlerin, en düşük dayanıma (6.3 MPa) ise Nevşehir ignimbiritlerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, Kayseri ve Ahlat ignimbiritlerinde pomza taneleri daha mercekli bir yapı kazanmışken, Nevşehir ignimbiritlerinde pomza taneleri yuvarlağa daha yakındır. Basit regresyon analizleri sonucunda ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile pomza tane şekli arasında en

<sup>1</sup>Mutluhan Akın, mutluhanakin@nevsehir.edu.tr

anlamli iliskinin en-boy ve basiklik oranı Şekil parametreleri ile tek eksenli basınc dayanimi arasında olduğu belirlenmiştir. Bu iliskiilerdeki belirleme katsayilari sirasiyla 0.61 ve 0.59 olarak bulunmuştur. Bu iliskiye göre, ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin basiklik oranı arttikça, en-boy oranı azaldıkça malzeme dayanimi yükselmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İgnimbirit, pomza, fiyam yapısı, kaynaşma, dayanim

### **ABSTRACT**

*Within the scope of this study, the physical and mechanical properties of 16 ignimbrites obtained from Kayseri, Nevşehir and Ahlat settlements, offering different color and texture properties were revealed. On the other hand, the long and short axis lengths of the pumice grains found in the same ignimbrite samples were measured under the microscope, and shape ratios were revealed with different shape parameter evaluation methods. As a result of the uniaxial compressive strength tests, it was determined that the ignimbrites belonging to the Kayseri region have the highest (36.84 MPa) and the Nevşehir ignimbrites have the lowest (6.3 MPa) strength. In addition, while the pumice grains present a more lenticular structure in the Kayseri and Ahlat ignimbrites, the pumice grains in the Nevşehir ignimbrites are closer to round. As a result of simple regression analysis, it was determined that the most significant relationship between the physical and mechanical properties of the ignimbrites and the pumice grain shape is between the shape parameters of the aspect-length and oblateness ratio, and the uniaxial compressive strength. The coefficients of determination in these relationships were determined to be 0.61 and 0.59, respectively. According to this relationship, the material strength increases as the oblateness ratio of the pumice grains in the ignimbrites increases as well as the aspect ratio decreases.*

**Keywords:** Ignimbrite, pumice, fiamme structure, welding, strength

### **GİRİŐ**

Piroklastik bir kaya türü olan ignimbirit yüksek derecede gözenekli olmasından dolayı ısı ve ses yalıtımı özelliğine sahiptir. Ayrıca oluşumları esnasında kazandıkları estetik doku özellikleri ve hafif oluŐları sebebiyle yapıtaşı sektöründe yoğun Şekilde tercih edilmektedirler. İgnimbiritlerin oluşum ortamındaki sıcaklık (>500°C) ve basınç koşulları bu kayaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde doğrudan etkilidir. İgnimbiritlerde kaynaŐmayı kontrol eden en önemli faktörler olan yzeyeye çıkan piroklastik malzemenin sıcaklığı ve depolanma ortamındaki örtü yükü kalınlığı arttikça ignimbiritlerdeki kaynaşma derecesi de yükselmektedir. Yüksek sıcaklıklarda ignimbiritlerde meydana gelen plastik deformasyon

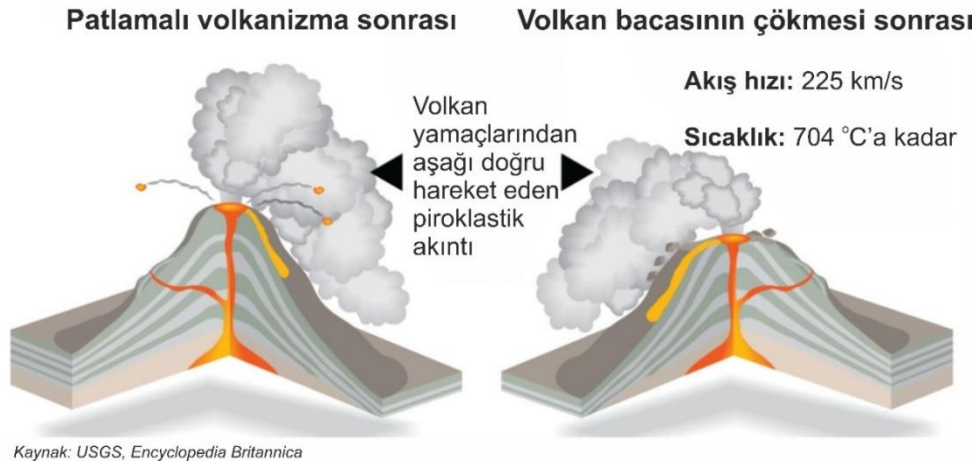
sonucu camsı minerallerde kaynaşma gözlenir. Bununla birlikte, piroklastik akıntının birikimiyle, alt seviyelerde yer alan ignimbiritlerdeki kül hamuru ve pomza taneleri deformasyona uğrar. Bu deformasyon sonucu pomza taneleri farklı oranlarda yassılaştırmış bir şekil alır, yüksek deformasyon etkisiyle merceksi bir yapı kazanır. Bu süreçler ile kayacın kaynaşma derecesi artarken aynı zamanda fiziksel ve mekanik özelliklerinde de iyileşmeler oluşabilmektedir.

Volkanik kökenli olan ve zayıf kaya özelliğindeki ignimbiritler, ülkemizde başta Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege Bölgesi olmak üzere birçok alanda yüzlek vermektedir. Isı ve ses yalıtımı, hafiflik, kolay işlenebilirlik ve estetik görünümü nedeniyle geçmişte çok sayıda tarihi eserde kullanılmış ignimbirit malzemesi, bu özelliklerinden dolayı günümüzde doğal yapıtaşı sektöründe yaygın olarak tercih edilmektedir (Öner vd., 2006; Korkanç, 2007; Akın vd., 2016). Düşük dayanımı sebebiyle zayıf kaya grubunda yer alan ignimbirit, özellikle ıslanma-kuruma, donma-çözülme ve tuz kristallenmesi gibi çevrimsel atmosferik etkilere karşı oldukça hassas bir malzemedir. Bu nedenle ignimbiritlerin kullanım alanlarının doğru seçimi ve görece iyi fiziko-mekanik özelliklere sahip malzemenin tercih edilmesi, malzemenin bozunmaya karşı dayanımı ve uzun ömürlü olması açısından oldukça önemlidir (Akın vd., 2017).

İgnimbiritler, volkanik patlama sırasında volkan bacasından çıkan ve yaklaşık 500-700 °C sıcaklığa sahip piroklastik malzemenin volkan bacası eteklerinde depolanmasıyla oluşur (Şekil 1). Birikimleri sırasındaki sıcaklık koşulları ve depolanma ortamındaki örtü yükü basınçları ignimbiritlerin kaynaşma derecesi üzerinde doğrudan rol oynamaktadır (Moon, 1993). Yüksek sıcaklık (>500°C) ve kalın örtü yükü basınçları altında oluşan ignimbiritler göreceli olarak daha iyi fiziko-mekanik özellik sergilemektedir. Bu nedenle ignimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri geniş bir aralıkta dağılım gösterebilmektedir.

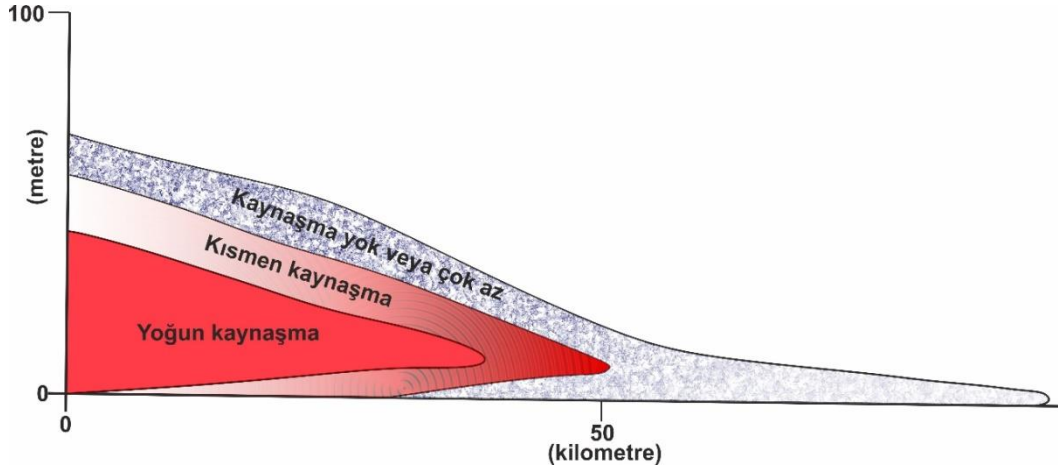
İgnimbiritlerin oluşumu sırasında çıkış bacasından yüzeye ulaşarak yamaç boyunca akan sıcak piroklastik malzemenin içeriğinde daha önceden oluşmuş volkanik kökenli sert kayaç parçalarının yanı sıra, gözenekli pomza taneleri de bulunabilmektedir. Yüksek dayanıma sahip litolojilere ait litik malzemeler ignimbiritlerin oluşum sıcaklıklarından çok fazla etkilenmemekte, ancak piroklastik akıntı içerisindeki pomza taneleri yüksek sıcaklığın etkisi ile yassılaşmakta ve ignimbirit öteksitik bir doku kazanarak kaynaşma derecesi artmaktadır (Şekil 2). İgnimbiritler içerisinde yassılaşarak merceksi bir yapı kazanan pomza taneleri fiyam olarak adlandırılmaktadır (Bull ve McPhie, 2007).

Braney ve Kokelaar (1992), ignimbritlerin depolanma koşullarına bağlı olarak doku açısından düşey ve yatay yönlerde oldukça değişken özellikler gösterebildiğini ve dokunun kaynaşmamış, öteksitik, reomorfik (yönlenmiş) ve lav tipinde olabileceğini ifade etmişlerdir. İyi derecede kaynaşmış ignimbritlerde fiyam yapısının en-boy oranı depolanma karakteri ile ilgilidir. Bununla birlikte ignimbritlerdeki dokusal yapı piroklastik akıntı sırasındaki taşınım rejiminden ziyade depolanma koşulunu yansıtmaktadır (Braney ve Kokelaar, 1992). Kaynaşmamış ignimbritlerde pomza taneleri ve volkanik cam kıymıklarında herhangi bir deformasyon yoktur ve taneler arasında bağlayıcı bir kuvvet bulunmamaktadır. Kaynaşmaya başlayan ignimbritlerde ise litik malzemelerinde herhangi bir yönlenme veya deformasyon olmamasına rağmen, cam kıymıkları arasında bir miktar bağlayıcılık söz konusudur. İgnimbritlerde sıcaklığa bağlı olarak kaynaşmanın artmasıyla pomzalar camsı fiyam yapılarına dönüşebilmektedir.



Şekil 1. İgnimbritlerin oluşum mekanizması  
Figure 1. Formation mechanism of the ignimbrites





Şekil 2. İgnimbiritlerin depolanma ortamında kaynaşma zonlarının düşey ve yanal yönde şematik gösterimi (Smith, 1960'dan değiştirilerek)

*Figure 2. A schematic presentation of welding zones in vertical and lateral direction at the depositional environment of the ignimbrites*

İyi kaynaşmış ignimbiritlerde, vitrofirik, obsidyen görümlü ve gözenek yapısı içermeyen bir görüntü hakimdir. Öteksitik doku yoğun kaynaşmayla birlikte kaybolmaktadır (Streck ve Grunder, 1995). Pomzaların şekil değiştirmesi ile oluşan fiyamlar, kaynaşmış ignimbiritlerdeki öteksitik yapıyı yansıtan deformasyon yapılarıdır. Fakat, fiyam yapıları ve öteksitik doku kaynaşmamış, pomza açısından zengin piroklastiklerde de görülebilmektedir. Bu tip piroklastiklerde fiyam yapılarında gelişigüzel yönlenme ve deforme olmamış yassılaşıma oranı çok düşük olan yuvarlak pomza taneleri mevcuttur (Gifkins vd., 2005). Fiyam yapıları çok çeşitli şekillerde (alevsi, dallı, papyon, kama vb.) olabilmekte, boyları 0.5 mm ile 1 m arasında, boy-yükseklik oranının 3:1 – 40:1 aralığında değişebilmektedir (Gifkins, 2001; Gifkins vd., 2005). İgnimbirit gibi piroklastik kayaçlarda kaynaşma sırasında sıkışma etkisi yaratan örtü yüküne ve cama geçiş sıcaklığının üstündeki sıcaklıklara bağlı olarak camsı taneler yassılaşmaktadır. Artan kaynaşma derecesi ile birlikte pomza tanelerinin yassılaşması ve mikro-dokudaki yönlenme gibi kayacın petrografik özelliklerinde değişimler olmaktadır. Quane ve Russell (2005) tarafından ignimbiritler üzerinde gerçekleştirilen araştırmada, düşük kaynaşma derecesine sahip olan örneklerde yassılaşıma oranı 0.4 civarında ölçülmüşken, sıkışmanın artması ve ignimbiritlerin vitrofirik bir doku kazanmasıyla bu değer 0.987'ye kadar yükselmiştir. Öte yandan aynı çalışmada, ignimbiritlerdeki yassılaşıma oranı ile birim hacim ağırlık arasında 0.90 gibi yüksek bir belirleme katsayısı elde edilmiştir.

İgnimbiritler üzerinde gerçekleştirilen petrografik incelemeler, opak mineral, ince taneli kayaç parçası içeriği ile matriks oranı-tane oranı yüksek olan örneklerin gözenekliliğinin daha düşük, yoğunluklarının ve basınç dayanımlarının da nispeten daha yüksek değerler gösterdiğini ortaya koymuştur (Korkanç, 2007; Korkanç ve Solak, 2016).

Mundula vd. (2009), fiyam yapısının şekil oranına (AR), volkanik cam kıymıklarının yönlenmesine (VC) ve hamur kristallenmesinin şekline bağlı olarak önerdikleri kaynaşma sınıflamasında pomza tanelerinin AR değerlerinin 1'e yaklaşması ile tanelerin dairesele yakın bir şekil aldığı, AR oranının artması ile ignimbiritlerin bünyesindeki pomzaların elips şeklinde bir yapı kazandığını vurgulamıştır (Şekil 3). Buna göre, artan kaynaşma ile birlikte pomzalar daha merceksi bir yapı kazanmaktadır.

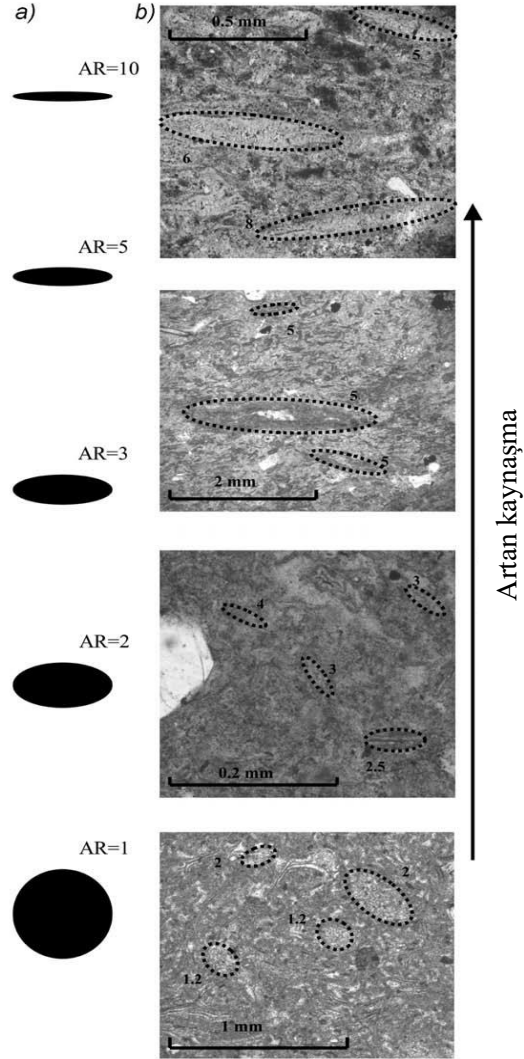
Bu araştırma kapsamında ülkemizdeki farklı özelliklere sahip 16 ayrı ignimbirit malzemesi kullanılarak ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin şekilsel özellikleri ile ignimbiritlerin bazı fiziksel ve mekanik parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir. Bu çalışma ile ignimbiritlerdeki pomza malzemesinin yassılık oranı ile ignimbiritlerin fiziko-mekanik özellikleri arasında herhangi bir ilişki olup olmadığının ortaya konması amaçlanmıştır. Bu kapsamda Türkiye'de ignimbiritlerin en yaygın olarak gözlendiği bölgelerden olan Nevşehir, Kayseri ve Bitlis (Ahlat) illerinden temin edilen örnekler araştırma kapsamında kullanılmıştır. Bu bölgelerin seçilmesindeki en önemli amaç, yüksek derecede değişkenlik gösteren ignimbiritlere ait farklı fiziko-mekanik özelliklere sahip örnekler elde edebilmektir. Bu çalışmadan elde edilen bulguların, yapıtaş sektöründe yaygın şekilde kullanım alanı olan ignimbiritlerin seçimine ve doğru kullanımına ışık tutacağı düşünülmektedir.

## **METOT VE BULGULAR**

### **Çalışma Yöntemi**

Bu çalışma kapsamında İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yaygın şekilde gözlenen ignimbiritlerden örneklemeler yapılmıştır. Nevşehir, Kayseri ve Ahlat (Bitlis) il sınırları içerisinde yer alan ignimbirit ocaklarından alınan ignimbiritlerden hazırlanan 7x7x7 cm boyutlarındaki küp örnekler ile araziden alınan blok örneklerden elde edilen silindirik örnekler üzerinde deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Buna göre, Kayseri yöresinden 6, Nevşehir

yöresinden 7 ve Ahlat yöresinden 3 olmak üzere toplam 16 farklı ignimbirit türü incelenmiştir (Çizelge 1).



Şekil 3. Artan kaynaşma derecesine bağlı olarak ignimbiritlerdeki pomza tanelerindeki şekil oranının (AR) değişimi (Mundula vd., 2009)

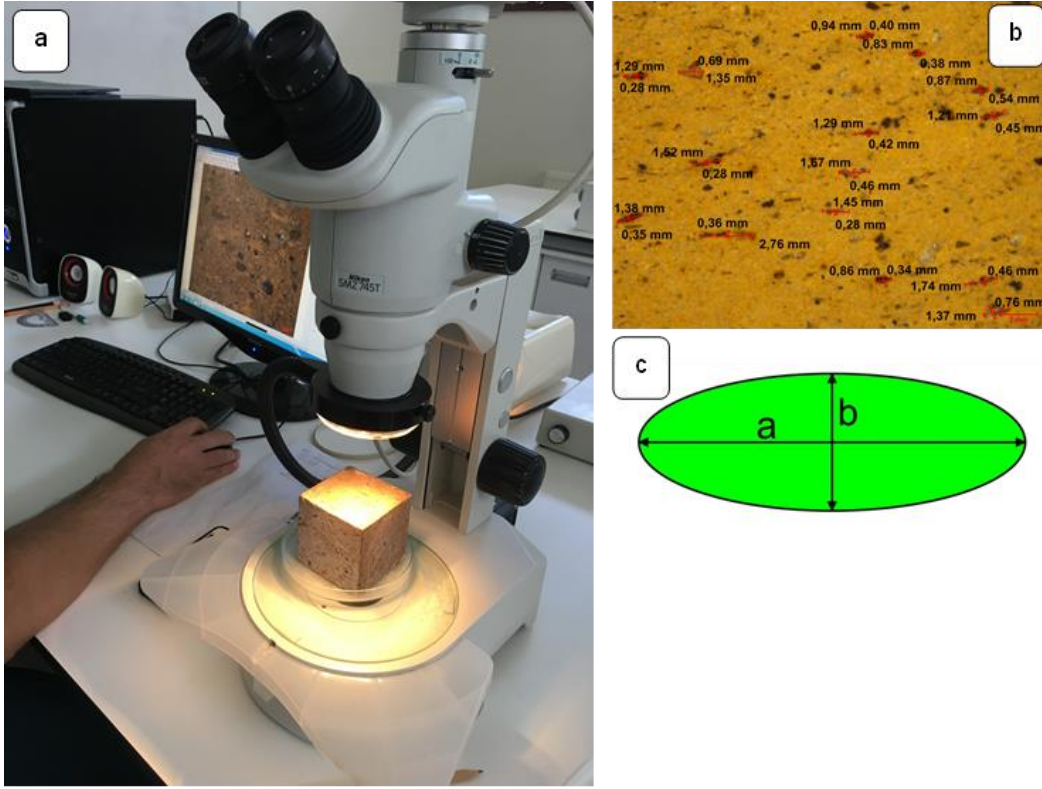
*Figure 3. Variation of aspect ratio (AR) of pumice fragments in the ignimbrites with respect to increasing welding degree (Mundula et al., 2009)*

Çizelge 1. Çalışma kapsamında kullanılan örnekleme lokasyonları ve örnek kodları  
*Table 1. Sampling locations and codes used in this study*

Örnekleme Yeri		Projedeki Örnek Kodu
İl	Lokasyon	
Kayseri	Tomarza	Sh
Kayseri	Tomarza	Kh
Kayseri	Tomarza	Kr
Kayseri	Pınarbaşı	S
Kayseri	Turan	G
Kayseri	Pınarbaşı	B
Nevşehir	Avanos	SB
Nevşehir	Avanos	GK
Nevşehir	Ortahisar	OH
Nevşehir	Kavak	KV
Nevşehir	Demirtaş	DT
Nevşehir	Avanos	BJ
Nevşehir	Başdere	BD
Bitlis	Ahlat	N-1
Bitlis	Ahlat	N-2
Bitlis	Ahlat	N-3-4

Farklı bölgelerden elde edilen ignimbirit örnekleri üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik kaya mekaniği deneyleri ISRM (1981) ve ISRM (2007)'de belirtilen öneriler doğrultusunda yapılmıştır. Bu kapsamda ignimbiritlerin kuru ve doygun birim hacim ağırlık, kütlece su emme oranı, görünür gözeneklilik, kuru ve doygun koşullarda P-dalga hızı ve tek eksenli basınç dayanımı değerleri saptanmıştır. Laboratuvar deneyleri sonucunda 137 adet ignimbirit örneğine ait veri temin edilmiştir.

İgnimbiritlerdeki pomza tanelerinin şekli ile fiziko-mekanik parametreler arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla ignimbirit örneklerindeki pomza tanelerinin makro ölçekteki şekil faktörleri mikroskop ortamında üstten aydınlatma ile yapılan ölçümler sonucunda belirlenmiştir (Şekil 4-a). Bu amaçla mikroskop görüntüleri NIS ELEMENTS (NIKON) yazılımına aktarılmış ve bu yazılım yardımıyla ignimbirit örneklerinin yüzeylerinde gözlenen pomza tanelerinin uzun (a) ve kısa (b) eksen uzunlukları örneğin iki farklı yüzeyi üzerinde ölçülmüştür (Şekil 4-b ve 4-c).



Şekil 4. İgnimbiritlerdeki pomza tanelerinin mikroskop altında üstten aydınlatma ile incelenmesi (a), eksenel uzunlukların yazılım üzerinde ölçümü (b), uzun ve kısa eksen uzunlukları (c)

*Figure 4. Examination of pumice grains in the ignimbrites under the microscope with overhead illumination (a), measurement of axial lengths on the software (b), long and short axis lengths (c)*

İgnimbiritlerin düz yüzeyleri üzerinden pomzaların şekil faktörlerini belirlemek amacıyla uzun (a) ve kısa eksen (b) uzunlukları ölçülerek en-boy oranı ( $b/a$ ), eksenel oran ( $a/b$ ) ve basıklık oranı (OR) ( $1-b/a$ ) değerleri belirlenmiştir. En-boy oranı 0 ile 1 arasında, eksenel oran 1 ile sonsuz arasında değişmektedir. Benzer şekilde basıklık oranı da 0 ile 1 arasında değişen bir değerdir. Eksenel oranda, ( $a/b$ ) değeri yükseldikçe incelenen tanelerin şekli yassılaşırmaktayken,  $a/b$  değeri 1'e yaklaştıkça tane yuvarlağa yakın bir şekil almaktadır. En-boy ( $b/a$ ) şekil faktöründe ise sıfıra yaklaşan değerlerde incelenen pomza tanelerinin şekilleri daha yassı bir yapıya sahipken,  $b/a$  değeri 1'e yaklaştıkça bileşenler daha yuvarlak bir yapı sergilemektedir. Basıklık oranı (OR) şekil parametresinde (Quane ve Russell, 2005) ise  $b/a$  faktörünün tersi olarak 1'e yaklaşan değerler basıklık oranı fazla olan taneleri temsil ederken, OR değeri sıfıra yaklaştıkça taneler daha yuvarlak bir yapı kazanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin şekil parametreleri belirlenmiş ve aynı örnekteki fiziko-mekanik parametrelerle olan istatistiksel ilişkisi incelenmiştir. Buna göre, Kayseri bölgesinden alınan 6 farklı ignimbirit türünden toplam 998, Nevşehir yöresine ait 7 farklı ignimbirit örneğinden 762 ve Ahlat bölgesinden toplanan 3 farklı ignimbirit türünden ise toplam 235 adet şekil parametresi değeri elde edilmiştir.

### **İncelenen İgnimbiritlerin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri**

Kayseri, Nevşehir ve Ahlat çevresine ait farklı doku ve renk özelliklerine sahip ignimbirit örneklerine ait fiziko-mekanik özelliklere ortalama değerler Çizelge 2’de sunulmuştur. Kayseri bölgesine ait ignimbiritlerde ortalama kuru birim hacim ağırlık (KBHA) değerleri  $14.64 \text{ kN/m}^3$  ile  $17.84 \text{ kN/m}^3$  arasında değişmektedir. Gri renkli ignimbiritlerin (G kodlu) KBHA değeri en yüksek iken, kahverengi ignimbiritler (Kh) en düşük KBHA değerine sahiptir. Nevşehir ignimbiritlerindeki en yüksek KBHA  $15.00 \text{ kN/m}^3$  olup, diğer örnekleme bölgelerine göre KBHA belirgin şekilde daha düşüktür. Kavak ignimbiritlerinde (KV) KBHA  $13.45 \text{ kN/m}^3$ ’e kadar düşebilmektedir. Ahlat ignimbiritlerinde ise ortalama KBHA 15.13 ile  $16.82 \text{ kN/m}^3$  arasındadır (Çizelge 2). ANON (1979) sınıflamasına göre incelenen tüm ignimbiritler “çok düşük birim hacim ağırlıklı kaya” sınıfına girmektedir.

Yüksek derecede su emme kapasitesine sahip olan ignimbiritlerde kuru ve doymuş birim hacim ağırlıkları arasında önemli oranda değişim olabilmektedir. Kayseri yöresi ignimbiritlerinde ortalama doymuş birim hacim ağırlığının (DBHA) en yüksek  $19.73 \text{ kN/m}^3$  olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Siyah (Sh) ve kahverengi (Kh) ignimbiritlerdeki ortalama DBHA değeri ise  $16.73 \text{ kN/m}^3$ ’tür. Nevşehir ignimbiritlerinde en yüksek ortalama DBHA  $17.29 \text{ kN/m}^3$ ’tür. Ahlat ignimbiritlerinde DBHA değerlerinin  $17.89$  ile  $18.60 \text{ kN/m}^3$  gibi dar bir aralıkta değiştiği saptanmıştır. Kayseri ve Ahlat ignimbiritlerinin KBHA ve DBHA değerleri birbirine daha yakındır. Nevşehir ignimbiritlerinde ise birim hacim ağırlık değerleri daha düşüktür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kayseri, Nevşehir ve Ahlat yöresine ait ignimbritlerin ortalama fiziko-mekanik özellikleri

Table 2. Average physico-mechanical properties of the ignimbrites from Kayseri, Nevşehir and Ahlat regions

Lokasyon	Örnek Kodu	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m <sup>3</sup> )	Doygun Birim Hacim Ağırlık (kN/m <sup>3</sup> )	Görünür Gözeneklilik (%)	Ağırlıkça Su Emme (%)	P-dalga Hızı-Kuru (m/s)	P-dalga Hızı-Doygun (m/s)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı-Kuru (MPa)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı-Doygun (MPa)
KAYSERİ	Sh	15.71	16.73	26.32	18.29	2785	2487	21.05	14.01
	Kh	14.64	16.73	26.94	18.76	2710	2694	22.52	16.80
	Kr	17.42	19.24	22.18	12.75	2090	1897	20.65	18.86
	S	15.37	18.3	28.72	18.19	2045	1896	20.92	16.18
	G	17.84	19.73	15.99	8.63	1965	1695	36.84	32.8
	B	15.78	18.53	27.96	17.37	1936	1748	17.26	15.65
NEVŞEHİR	SB	14.08	17.04	28.22	29.68	1670	-	7.77	-
	GK	13.93	16.40	24.73	23.94	1642	-	11.78	-
	OH	13.71	-	24.80	18.90	2013	-	19.24	17.30
	KV	13.45	-	31.1	22.62	1759	-	11.3	6.30
	DT	15.00	-	32.41	21.33	1562	-	11.34	9.91
	BJ	13.86	17.29	36.67	33.8	692	-	6.64	-
	BD	14.44	-	35.12	24.11	1865	-	14.41	13.25
AHLAT	N-1	15.13	17.89	28.89	18.68	1709	1554	15.78	13.59
	N-2	15.77	18.60	27.40	16.92	2378	2257	12.10	12.17
	N-3-4	16.82	18.59	20.35	12.03	2623	2212	28.92	26.83

Kayseri iline ait ignimbritlerinin ortalama görünür gözeneklilik değerleri %15.99 ile %28.72 arasında değişmektedir. En düşük gözenekliliğe yüksek birim hacim ağırlığına sahip olan gri renkli ignimbritler (G) sahiptir. Beyaz renkli Kayseri ignimbritlerinin (B) gözenekliliğinin %28 civarında olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Nevşehir çevresinden temin edilen daha düşük birim hacim ağırlığına sahip olan ignimbritlerin görünür gözeneklilik değerlerinin ise %30'un üzerinde olduğu belirlenmiştir. Nevşehir ignimbritlerinde ortalama görünür gözeneklilik %24.73 ile %36.67 arasında değişim göstermektedir. Diğer taraftan, Ahlat ignimbritlerinde görünür gözeneklilik %20.35 ile %28.89 arasındadır. İncelenen ignimbritlerde ağırlıkça su emme değerleri de gözenekliliğe benzer bir eğilime sahiptir

(Çizelge 2). Buna göre, Kayseri ve Ahlat ignimbiritlerinin ANON (1979) sınıflamasına göre “yüksek”, Nevşehir ignimbiritlerinin ise “çok yüksek” gözenekliliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

P-dalga hızı ölçümlerine göre Kayseri ignimbiritlerinin kuru koşullardaki ortalama P-dalga hızı 2000 m/s civarında olup, Sh ve Kh kodlu ignimbiritlerde P-dalga hızı 2700 m/s'ye kadar yükselebilmektedir (Çizelge 2). Nevşehir ignimbiritlerinde kuru koşuldaki P-dalga hızı 2000 m/s'nin altına düşmektedir. Ahlat ignimbiritlerinde ise ortalama P-dalga hızı kuru örnekler için 1709 ile 2623 m/s arasında tespit edilmiştir. ANON (1979) sınıflamasına göre incelenen ignimbirit örnekleri; Sh, Kh (Kayseri) ve N-3-4 (Ahlat) kodlu örnekler hariç, P-dalga hızının 2500 m/s'nin altında olması sebebiyle “çok düşük” P-dalga hızına sahip kaya birimleri olarak sınıflandırılmıştır. Nevşehir ignimbiritlerinde doygun koşullarda P-dalga hızı değerleri tespit edilemediğinden, diğer ignimbirit örnekleri ile karşılaştırma yapılmamıştır. Ancak, Kayseri ve Ahlat ignimbiritlerinde doygun koşullarda P-dalga hızında bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri sonucunda Kayseri ignimbiritlerinin ortalama tek eksenli basınç dayanımları ( $\sigma_c$ ) 17.26 MPa ile 36.84 MPa arasında belirlenmiştir. Buna göre, Kayseri ignimbiritleri ANON (1979) sınıflamasına göre “orta dayanımlı” kaya sınıfına girmektedir (Çizelge 2). İncelenen ignimbiritler arasında en düşük tek eksenli basınç dayanımına Nevşehir ignimbiritleri sahiptir. Buna göre, Nevşehir ignimbiritlerinde kuru koşuldaki ortalama tek eksenli basınç dayanımı 10 MPa dolayındadır. SB ve BJ kodlu ignimbiritlerde dayanım 10 MPa'nın altına düşmektedir. Ahlat ignimbiritlerinde ise kuru durumdaki ortalama  $\sigma_c$  12.10 MPa ile 28.92 MPa aralığındadır (Çizelge 2). Buna göre, Nevşehir ve Ahlat ignimbiritlerinin OH, N-1 ve N-3-4 kodlu örnekler hariç, ANON (1979) sınıflamasına göre “zayıf dayanımlı” kaya olduğu görülmektedir.

Doygun koşullardaki tek eksenli basınç dayanımlarına bakıldığında Kayseri ignimbiritlerinin bazılarında suyun etkisi ile %30'un üzerinde dayanım kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Benzer şekilde, Nevşehir ignimbiritlerinde de özellikle KV kodlu örnekte olmak üzere doygun koşullarda  $\sigma_c$  önemli oranda azalmıştır. Ahlat ignimbiritlerinde ise kuru ve doygun koşullar altında dayanımda önemli bir değişim olmadığı görülmektedir. Bu sonuç, Kayseri ve Nevşehir



ignimbiritlerinin su ile temas halinde dayanımlarını önemli ölçüde kaybettiklerini göstermektedir.

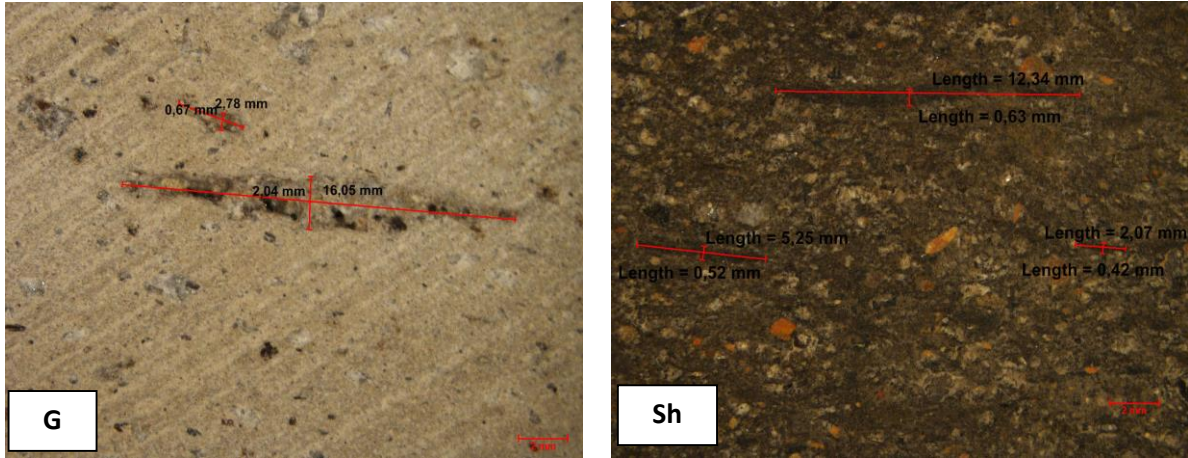
### **İncelenen İgnimbiritlerde Pomza Tanelerinin Şekil ve Boyutları**

Kayseri, Nevşehir ve Ahlat yerleşimlerinden alınan farklı renk ve doku özelliklerine sahip ignimbirit örneklerindeki pomza tanelerinin uzun ve kısa eksen uzunluk ölçümleri mikroskop altında gerçekleştirilerek bazı şekil oranları ortaya konmuş ve ignimbiritlerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri ile bu oranlar arasındaki istatistiksel ilişkiler basit regresyon analizleri ile irdelenmiştir. Buna göre, çalışma kapsamındaki 16 farklı ignimbirit türü için içerdikleri pomzalar için belirlenmiş olan en düşük, en yüksek ve ortalama uzun eksen (a), kısa eksen (b) uzunlukları ile bu uzunluklara göre hesaplanmış olan eksenel oran (a/b), en-boy oranı (b/a) ve basıklık oranı (OR)  $[1-(b/a)]$  değerleri Çizelge 3'te sunulmaktadır.

Çizelge 3 incelendiğinde farklı ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin şekil parametreleri değerleri arasında belirgin farklılıklar olduğu dikkati çekmektedir. Kayseri iline ait ignimbiritlerdeki eksenel oran (a/b) değerlerinin Sh (siyah) ve G (gri) kodlu örneklerde 5'in üzerine çıktığı görülmektedir. Bu değer, bu ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin oldukça merceksi bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 5). Kayseri ignimbiritlerinde en düşük eksenel oran değeri 1.62'dir (Kr kodlu kırmızı ignimbirit). Kayseri ignimbiritlerinde en-boy (b/a) oranı dağılımı eksenel orana oldukça benzerdir. En düşük en-boy oranı yine Sh ve G kodlu ignimbiritler için belirlenmiş olup, bu örneklerin ortalama en-boy oranı 0.24'tür. Kr kodlu ignimbiritlerde ise en-boy oranı değeri 0.66 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar gri (G) ve siyah (Sh) renkli Kayseri ignimbiritlerinde merceksi pomza tanelerinin yoğun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Pomza tanelerinin eksen uzunlukları ve farklı şekil parametresi değerleri  
 Table 3. Axial dimension and various shape parameter values of the pumice grains

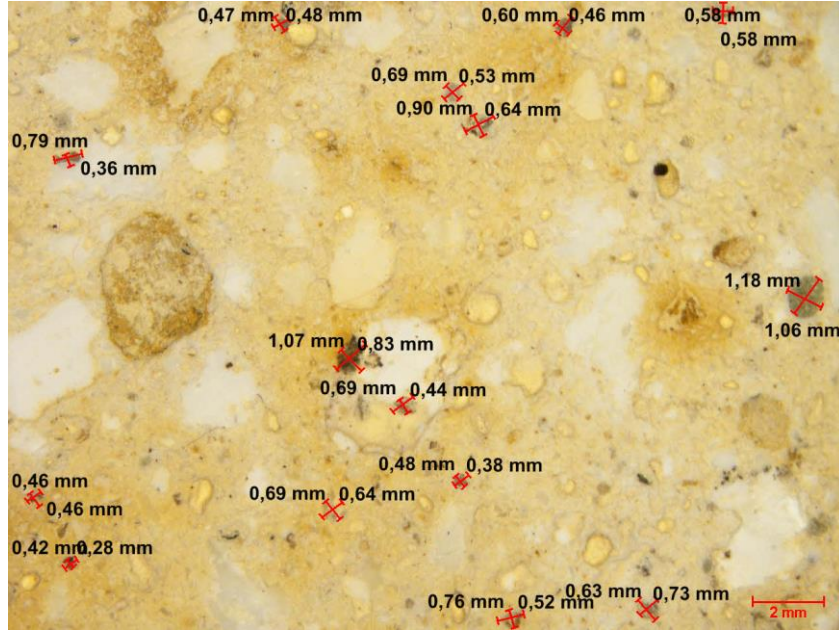
Lokasyon	Örnek Kodu		Pomza				
			Uzun eksen (mm) (a)	Kısa eksen (mm) (b)	a/b	b/a	OR
KAYSERİ	Sh	En düşük	1.27	0.31	1.05	0.05	0.05
		En yüksek	22.93	3.58	19.59	0.95	0.95
		Ortalama	4.39	0.90	5.35	0.24	0.76
		Std. Sapma	3.32	0.57	3.15	0.13	0.13
	Kh	En düşük	0.75	0.30	1.54	0.12	0.35
		En yüksek	50.00	7.00	8.63	0.65	0.88
		Ortalama	3.60	0.96	3.35	0.35	0.65
		Std. Sapma	6.18	0.97	1.45	0.13	0.13
	Kr	En düşük	0.58	0.49	1.00	0.33	0.00
		En yüksek	16.01	10.29	3.06	1.00	0.67
		Ortalama	3.35	2.15	1.62	0.66	0.34
		Std. Sapma	2.43	1.53	0.46	0.16	0.16
	S	En düşük	0.75	0.28	1.55	0.08	0.92
		En yüksek	13.89	6.94	12.32	0.65	0.35
		Ortalama	2.61	0.93	3.24	0.38	0.62
		Std. Sapma	2.45	1.06	2.00	0.14	0.14
	G	En düşük	1.43	0.36	1.77	0.05	0.95
		En yüksek	16.05	4.94	20.70	0.57	0.43
		Ortalama	5.75	1.21	5.29	0.24	0.76
		Std. Sapma	3.97	0.88	3.20	0.11	0.11
	B	En düşük	0.85	0.31	1.70	0.18	0.82
		En yüksek	8.67	2.58	5.69	0.59	0.41
		Ortalama	3.00	0.93	3.25	0.33	0.67
		Std. Sapma	1.71	0.44	0.89	0.09	0.09
NEŞEHİR	SB	En düşük	0.15	0.10	1.00	0.31	0.00
		En yüksek	7.36	3.63	3.23	1.00	0.69
		Ortalama	1.17	0.76	1.58	0.68	0.32
		Std. Sapma	1.10	0.65	0.45	0.17	0.17
	GK	En düşük	0.26	0.16	1.00	0.24	0.76
		En yüksek	7.52	3.59	4.20	1.00	0.00
		Ortalama	1.36	0.86	1.61	0.67	0.33
		Std. Sapma	1.13	0.66	0.54	0.17	0.17
	OH	En düşük	0.20	0.11	1.00	0.24	0.76
		En yüksek	1.19	0.96	4.13	1.00	0.00
		Ortalama	0.47	0.27	1.89	0.59	0.41
		Std. Sapma	0.24	0.16	0.70	0.19	0.19
	KV	En düşük	0.15	0.09	1.00	0.14	0.00
		En yüksek	1.75	0.66	7.09	1.00	0.86
		Ortalama	0.40	0.26	1.88	0.64	0.36
		Std. Sapma	0.24	0.13	1.06	0.23	0.23
	DT	En düşük	0.18	0.10	1.01	0.36	0.64
		En yüksek	2.39	1.24	2.77	0.99	0.01
		Ortalama	0.53	0.34	1.64	0.65	0.35
		Std. Sapma	0.45	0.29	0.42	0.15	0.15
	BJ	En düşük	0.15	0.12	1.00	0.24	0.76
		En yüksek	0.94	0.81	4.17	1.00	0.00
		Ortalama	0.41	0.30	1.47	0.73	0.27
		Std. Sapma	0.17	0.14	0.49	0.18	0.18
BD	En düşük	0.20	0.08	1.07	0.29	0.71	
	En yüksek	1.32	0.56	3.47	0.93	0.07	
	Ortalama	0.51	0.27	2.00	0.55	0.45	
	Std. Sapma	0.28	0.13	0.65	0.18	0.18	
AHLAT	N-1	En düşük	0.56	0.04	0.30	0.02	0.98
		En yüksek	34.17	5.00	45.00	1.00	0.00
		Ortalama	2.78	0.65	6.96	0.34	0.66
		Std. Sapma	4.66	0.74	8.57	0.46	0.46
	N-2	En düşük	0.63	0.33	1.00	0.06	0.94
		En yüksek	12.92	3.13	15.50	1.00	0.00
		Ortalama	3.42	1.05	4.55	0.50	0.50
		Std. Sapma	3.62	0.82	5.04	0.32	0.32
	N-3-4	En düşük	3.00	0.10	1.67	0.01	0.99
		En yüksek	120.00	25.00	80.00	0.60	0.40
		Ortalama	10.26	2.18	7.65	0.22	0.78
		Std. Sapma	13.32	2.84	10.74	0.12	0.12



Şekil 5. G ve Sh kodlu Kayseri ignimbiritlerinde merceksi şekilli pomza taneleri  
*Figure 5. Lense-shaped pumice grains in G and Sh coded Kayseri ignimbrites*

Kayseri Kr kodlu ignimbirit örneklerinde basıklık oranı (OR) değeri 0.34 iken, diğer Kayseri ignimbiritlerinde basıklık oranının 0.62 ile 0.76 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek OR değerleri Sh ve G kodlu ignimbiritlerde olmakla birlikte, diğer ignimbiritlerin de (Kr hariç) OR değerleri 0.62'nin üzerindedir (Çizelge 3).

Nevşehir ignimbiritlerinin şekil parametresi değerleri, Kayseri ve Ahlat ignimbiritlerine göre farklıdır. Nevşehir ignimbiritlerindeki düşük şekil parametresi değerleri, pomza tanelerinin daha yuvarlak şekilli olduğunu göstermektedir (Şekil 6). Nevşehir ignimbiritlerinde ortalama aksenel oran değerlerinin 1.47 ile 2.0 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 3). Nevşehir ignimbiritlerinde pomza taneleri için en yüksek aksenel oran değeri BD kodlu örnekler için 2.0 olarak belirlenmiştir. Öte yandan, Nevşehir ignimbiritlerinde en-boy (b/a) oranı değerleri 0.55 ile 0.73 arasında dağılım göstermektedir. En yüksek en-boy oranına 0.73 ile BJ, en düşük orana ise 0.55 ile BD kodlu Nevşehir ignimbiritleri sahiptir. Bu değerlere göre Nevşehir ignimbiritlerindeki pomza tanelerinin yuvarlağa yakın şekilli olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Nevşehir ignimbiritlerindeki basıklık oranı (OR) değerlerinin 0.27 ile 0.45 arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Kayseri ignimbiritleri ile karşılaştırıldığında Nevşehir ignimbiritlerinin OR değerleri oldukça düşüktür. OR değerlerinin düşük olması tane şeklinin yuvarlağa yakın olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. SB kodlu Nevşehir ignimbritlerinde yuvarlak şekilli pomza taneleri  
*Figure 6. Round-shaped pumice grains in SB coded Nevşehir ignimbrites*

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen ignimbirit türleri arasında en merceksi pomza tanelerinin Ahlat ignimbritlerinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, pomza tanelerinin boyutları da diğer ignimbirit türlerine oranla oldukça iridir. Ahlat N-1 kodlu ignimbirit örneklerinde ortalama aksel oran (a/b), en-boy oranı ve basıklık oranı değerleri sırasıyla 6.96, 0.34 ve 0.66 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). N-2 ignimbritlerinde bu değerler 4.55, 0.50 ve 0.50 şeklindedir. En yüksek ortalama aksel oran değeri 7.65 ile N-3-4 örnek grubuna aittir. Bu örneklerde en-boy oranı 0.22, basıklık oranları ise 0.78'dir. Ahlat ignimbritleri için elde edilen şekil parametresi değerleri gözle de belirgin şekilde görülebilen merceksi yapılarının varlığını doğrulamaktadır. Aksel oran değerleri diğer iki bölgeden elde edilen ignimbritlere göre oldukça yüksektir.

Farklı şekil parametresi değerlerine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda en basık (merceksi) pomza tanelerinin Ahlat ignimbritlerinde olduğu tespit edilmiştir. Nevşehir ignimbritlerindeki pomza taneleri ise çoğunlukla yuvarlağa yakın şekillidir ve merceksi yapıdaki pomza tanesi miktarı yok denecek kadar azdır. Kayseri ignimbritlerindeki pomzalar ise genel olarak Ahlat ignimbritlerine benzer şekilde merceksi ve uzamış yapıdadır.

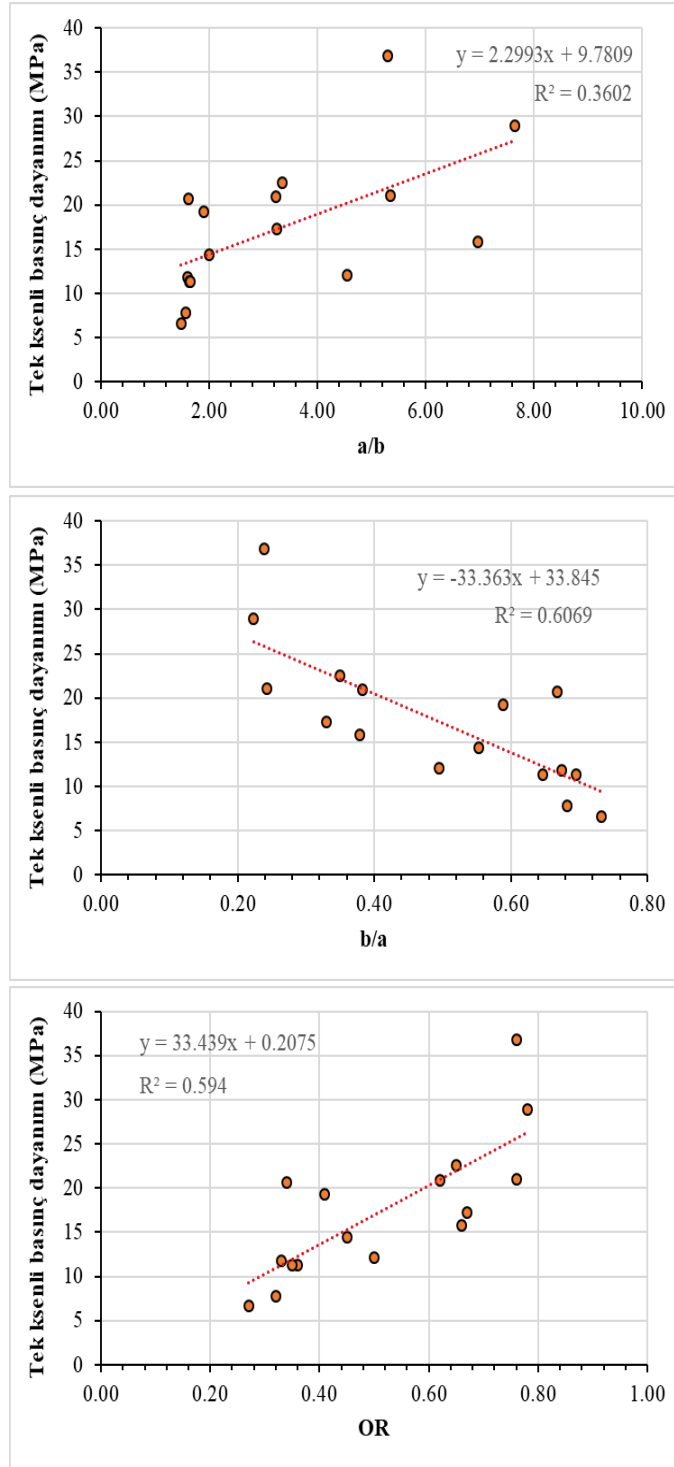
## İgnimbiritlerin Fiziko-Mekanik Özellikleri ile Pomza Tanelerinin Şekil Parametreleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Bu çalışmanın ana amaçlarından bir tanesi farklı renk ve dokusal özelliklere sahip ignimbirit örneklerindeki pomza tanelerinin şekil özellikleri ile fiziko-mekanik parametreler arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. İgnimbiritlerin kaynaşma derecesi üzerinde etkili olan başlıca etkenler yüzeye çıkan piroklastik malzemenin sıcaklığı ve depolanma ortamında üzerinde etkili olan örtü yükü basınçlarıdır. Depolanma aşamasında sıcaklık ve örtü yüküne maruz kalan piroklastik akıntı içerisindeki pomzalar fiyam olarak adlandırılan basık ve merceksi bir şekil kazanabilmektedir.

Bu bölümde pomza tanelerinin farklı şekil parametreleri ile ignimbiritlerin bazı fiziko-mekanik özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler sunulacaktır. Şekil 7’de ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin kuru koşuldaki tek eksenli basınç dayanımı ile farklı şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler gösterilmiştir. Buna göre 16 adet ignimbirit türünün ortalama değerlerine göre yapılan basit regresyon analizleri sonucunda ignimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımı (TEBD) ile eksenel oran (a/b) değerleri arasındaki belirleme katsayısı ( $R^2$ ) 0.36 olarak tespit edilmiş olup, bu değer TEBD ile pomzaların eksenel oran değerleri arasında bir ilişki olmadığını işaret etmektedir. Bununla birlikte, ignimbiritlerin TEBD ile pomzalardaki en-boy oranı (b/a) parametresi arasındaki belirleme katsayısı 0.61’dir. Buna göre, ignimbiritlerin TEBD ile içerdikleri pomza tanelerinin b/a oranları arasında anlamlı negatif bir ilişkiden bahsedilebilir. Pomza tanelerinin b/a oranı azaldıkça, ignimbiritin TEBD artmaktadır. Belirleme katsayısı 0.59 olan anlamlı bir ilişki pomza tanelerindeki basıklık oranı (OR) ile TEBD arasında da bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda ignimbiritlerdeki pomzaların en-boy oranı (EBO) ve basıklık oranı (OR) değerleri ile TEBD ( $\sigma_c$ ) arasında aşağıdaki eşitlikler önerilmektedir. Eşitliklerde  $\sigma_c$  ignimbiritin tek eksenli basınç dayanımını (MPa), EBO pomza tanelerinin ortalama en-boy oranı (b/a) ve OR basıklık oranı parametrelerini ifade etmektedir.

$$\sigma_c = (-33.4 \cdot EBO) + 33.9$$

$$\sigma_c = (33.4 \cdot OR) + 0.21$$



Şekil 7. İgnimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımı (kuru) ile pomza tanelerinin farklı şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler

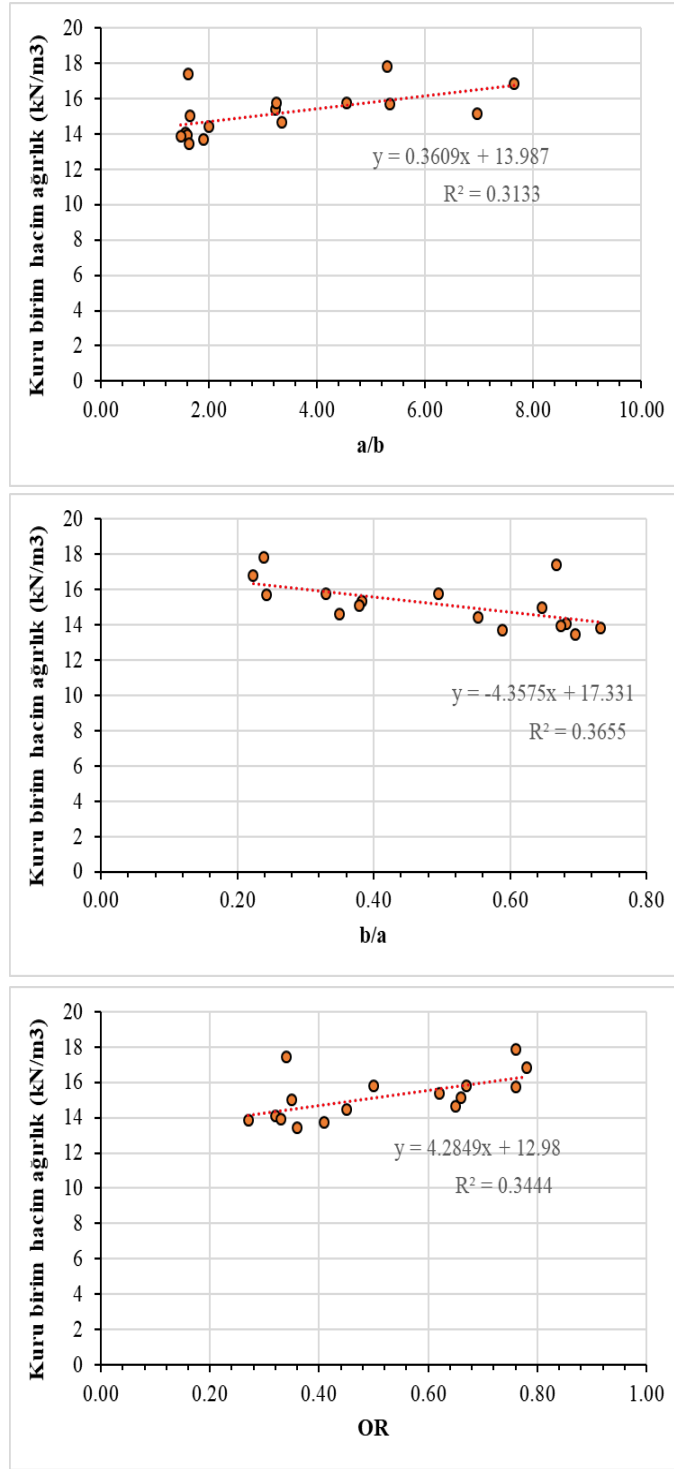
*Figure 7. Statistical relationships between uniaxial compressive strength (dry) of the ignimbrites and different shape parameters of the pumice grains*

Şekil 8’de ignimbiritlerin kuru birim hacim ağırlığı ile pomza tanelerinin şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler sunulmaktadır. Buna göre, ignimbiritlerin kuru birim hacim ağırlığı ile  $a/b$ ,  $b/a$  ve OR değerleri arasındaki belirleme katsayılarının 0.31 ile 0.37 arasında değiştiği saptanmıştır. Bu sonuç, kuru birim hacim ağırlığı ile pomza şekil parametreleri arasında anlamlı bir istatistiksel ilişki olmadığını göstermektedir. İgnimbiritlerin düşük birim hacim ağırlığına sahip bir kaya türü olduğu göz önüne alındığında, pomza tanelerinin şekil parametreleri ile ignimbiritlerin birim hacim ağırlığı arasında istatistiksel bir ilişki olmaması doğal görünmektedir.

Benzer sonuçlar ignimbiritlerin görünür gözenekliliği ile pomza tanelerinin şekil parametre değerleri arasında da bulunmuştur. Şekil 9’dan görüleceği üzere, ignimbiritlerin görünür gözenekliliği ile pomza şekil parametreleri arasındaki belirleme katsayıları 0.27’nin altındadır. İgnimbiritlerde gözeneklilik değerleri genellikle %20’nin üzerindedir ve gözeneklilikteki azalma ile pomza tanelerinde bir yassılaşıma olduğundan söz etmek mümkün değildir.

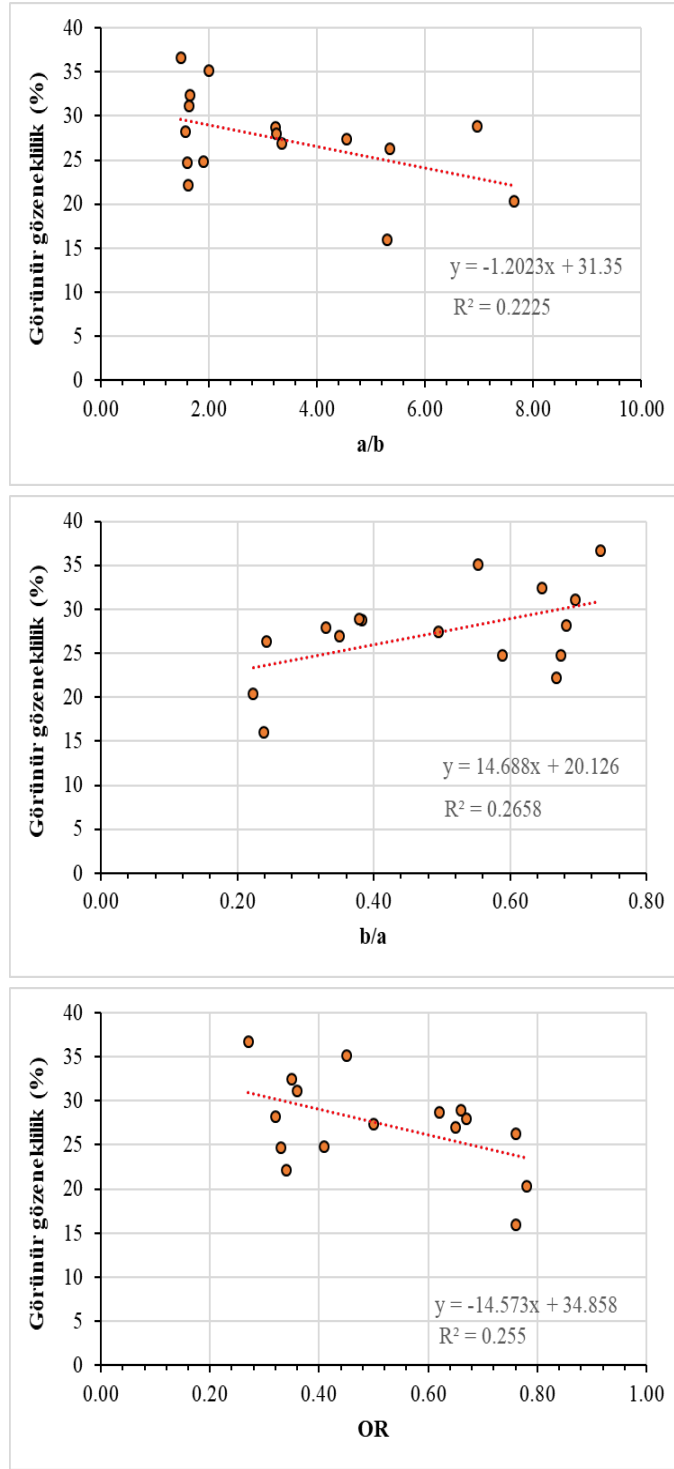
İgnimbiritlerde kuru koşuldaki P-dalga hızı ile pomza şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 3.10’da sunulmaktadır. İgnimbiritlerinin P-dalga hızı ile pomza tanelerinin eksenel oranları ( $a/b$ ) arasındaki belirleme katsayısı 0.30 gibi düşük bir değerdedir. Bunun yanı sıra,  $b/a$  ve OR oranları ile P-dalga hızı arasındaki belirleme katsayıları 0.47 ve 0.45 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, tam olarak anlamlı bir istatistiksel ilişkiyi işaret etmemekle birlikte, P-dalga hızının kuru birim hacim ağırlık ve gözenekliliğe oranla daha yüksek bir ilişki sunduğu söylenebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, gerçekleştirilen basit regresyon analizleri sonucunda ignimbiritlerin fiziko-mekanik özellikleri ile pomza tanelerinin şekil parametreleri arasındaki en anlamlı ilişkilerin tek eksenli basınç dayanımı ( $\sigma_c$ ) ile en-boy oranı (EBO) ve basıklık oranı (OR) değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, P-dalga hızı ile şekil parametresi değerleri arasında ise düşük derecede bir ilişkidir söz edilebilir. Öte yandan, ignimbirit malzemesinin kuru birim hacim ağırlık ve görünür gözeneklilik değerleri ile ignimbiritlerin içindeki pomza tanelerinin şekil parametreleri arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır.



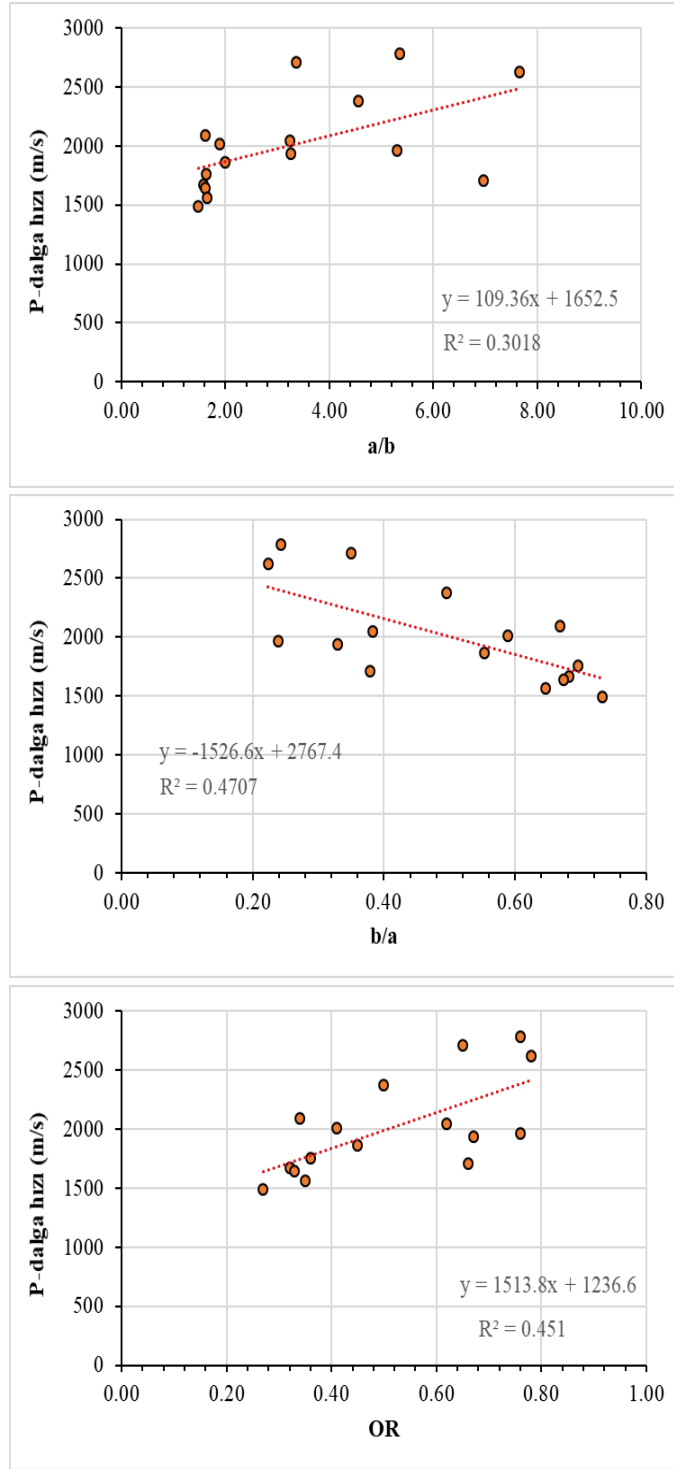
Şekil 8. İgnimbiritlerin kuru birim hacim ağırlığı ile pomza tanelerinin farklı şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler  
 Figure 8. Statistical relationships between dry unit weight of the ignimbrites and different shape parameters of the pumice grains





Şekil 9. İgnimbiritlerin görünür gözenekliliği ile pomza tanelerinin farklı şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler

Figure 9. Statistical relationships between apparent porosity of the ignimbrites and different shape parameters of the pumice grains



Şekil 10. İgnimbiritlerin kuru koşuldaki P-dalga hızı ile pomza tanelerinin farklı şekil parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler  
 Figure 10. Statistical relationships between P-wave velocity (dry) of the ignimbrites and different shape parameters of the pumice grains

## SONUÇLAR

İgnimbiritlerin bileşiminde yer alan makro ölçekteki pomza tanelerinin sahip olduğu şekilsel özellikler oluşum süreçleri ile ilgili bazı koşulları yansıtabilmektedir. İgnimbiritlerin oluşumları sırasında maruz kaldıkları yüksek örtü yükü basınçlarına ve sıcaklığa bağlı olarak özellikle pomza gibi düşük dayanıma sahip bileşenlerde yassılaşıma ve uzama yapıları (fiyam) gözlenmektedir. Bu yapılar piroklastik kayalarda dayanımı kontrol eden kaynaşma derecesinin en önemli göstergelerinden biridir. Bu yapıların gözlendiği piroklastik kayaların görece yüksek dayanıma sahip olduğu düşünülebilir.

Bu çalışma kapsamında incelenen ignimbiritler içindeki pomza tanelerinin şekil parametresi değerleri dikkate alındığında, en basık (merceksi) pomza tanelerinin Ahlat ignimbiritlerinde olduğu belirlenmiştir. Ahlat ignimbiritlerinde en yüksek ortalama a/b oranı değeri 7.65 ile N-3-4 örnek grubundan elde edilmiştir. Aynı örneklerin b/a oranı 0.22, OR oranı ise 0.78'dir. Ahlat ignimbiritlerine ait şekil parametresi değerleri görsel olarak da kolaylıkla fark edilebilen iri merceksi fiyam yapılarının varlığını doğrulamaktadır. Öte yandan, Nevşehir ignimbiritlerindeki pomza taneleri genellikle yuvarlağa yakın şekildedir. Nevşehir ignimbiritlerinde ortalama a/b oranı 1.47 ile 2.0; b/a oranı 0.55 ile 0.73; OR oranı ise 0.27 ile 0.45 arasında değişmektedir. Ahlat ve Kayseri ignimbiritleri ile karşılaştırıldığında Nevşehir ignimbiritlerinin şekil parametresi değerleri oldukça farklıdır ve yuvarlağımsı taneleri işaret etmektedir. Kayseri ignimbiritlerindeki pomzaların ise genel olarak Ahlat ignimbiritlerine benzer şekilde merceksi ve uzamış yapıda oldukları saptanmıştır. Kayseri ignimbiritlerinde ortalama a/b oranı 1.62 ile 5.35; b/a oranı 0.24 ile 0.66; OR oranı ise 0.34 ile 0.76 arasında değişmektedir.

Pomza tanelerinin farklı şekil parametreleri ile ignimbiritlerin bazı fiziko-mekanik özellikleri arasında gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmeler sonucunda en anlamlı ilişkiler ignimbiritlerin kuru koşullardaki tek eksenli basınç dayanımı ile pomzaların b/a ve OR şekil parametreleri arasında elde edilmiştir. Bu ilişkilerdeki belirleme katsayıları sırasıyla 0.61 ve 0.59 olarak bulunmuştur. Buna göre, pomza tanelerinin b/a oranı yaklaşık olarak %50 oranında azaldığında, malzemenin tek eksenli basınç dayanımı %30 oranında artmaktadır. Bununla birlikte, TEBD ile OR parametresi arasında da anlamlı pozitif bir ilişki mevcuttur.

Benzer şekilde pomzaların OR değerlerindeki %50 oranındaki bir yükselme, ignimbirit malzemesinin dayanımında yaklaşık %90'a yakın bir iyileşmeyi işaret etmektedir. Öte yandan, ignimbiritlerdeki kuru birim hacim ağırlığı ve görünür gözeneklilik değerleri ile pomza tanelerinin şekil parametreleri arasında anlamlı ilişkiler elde edilememiştir.

## **KATKI BELİRTME**

Bu çalışma, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nın BAP18F25 nolu projesi ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

## **KAYNAKLAR**

- Akın, M., Dinçer, İ., Özvan, A., Oyan, V., Tapan, M., 2016. İgnimbiritlerdeki kılcal su emme özelliğinin Ahlat Selçuklu mezar taşlarının bozunmasındaki rolü. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 40(2): 149-165.
- Akın, M., Özvan, A., Dinçer, İ., Topal, T., 2017. Evaluation of the physico-mechanical parameters affecting the deterioration rate of Ahlat ignimbrites (Bitlis, Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 76: 827. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-7175-7>.
- ANON, 1979. Classification of rocks and soils for engineering geological mapping part 1: Rock and soil materials. *Bulletin of International Association of Engineering Geology* 19, pp. 355-371.
- Braney, M.J, Kokelaar, P., 1992. A reappraisal of ignimbrite emplacement: progressive aggradation and changes from particulate to non-particulate flow during emplacement of high-grade ignimbrite. *Bulletin of Volcanology*, 54: 504-520.
- Bull, K., McPhie, J., 2007. Fiamme textures in volcanic successions: Flaming issues of definition and interpretation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 164: 205-216.
- Gifkins, C.C., 2001. Submarine volcanism and alteration in the Cambrian, northern Central Volcanic Complex, western Tasmania. University of Tasmania PhD thesis, 239 pp.

- Gifkins, C.C., Allen, R.L., McPhie, J., 2005. Apparent welding textures in altered pumice-rich rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 142: 29–47.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1981. *Rock Characterization, Testing and Monitoring. International Society of Rock Mechanics Suggested Methods*, Pergamon Press, Oxford, 211 p.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 2007. *The complete ISRM suggested methods for rock characterization*. In: Ulusay, R., Hudson, J.A. (Eds.), *Testing and Monitoring: 1974-2006*, 628 p.
- Korkanç, M., 2007. İgnimbiritlerin Jeomekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Olarak Kullanımına Etkisi: Nevşehir Taşı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 31(1): 49-60.
- Korkanç, M., Solak, B., 2016. Estimation of engineering properties of selected tuffs by using grain/matrix ratio. *Journal of African Earth Sciences*, 120:160-172.
- Moon, V.G., 1993. Microstructural controls on the geomechanical behaviour of ignimbirite. *Engineering Geology*, 35: 19-31.
- Mundula, F., Cioni, R., Rizzo, R., 2009. A simplified scheme for the description of textural features in Welded İgnimbirites: the example of San Pietro Island (Sardinia, Italy). *Ital.J.Geosci. (Boll.Soc.Geol.It.)*, 128(3): 615-627.
- Öner, F., Türkmen, S., Özbek, A., Karakaya, T., 2006. Engineering properties of HInIs ignimbrites and their usability as a building stone (Erzurum, Turkey). *Environmental Geology*, 50: 275–284.
- Smith, R.L., 1960. Zones and Zonal variations in welded ash flows. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper*, 354-f, 149-159.
- Streck, M.J., Grunder, A.L., 1995. Crystallization and welding variations in a widespread ignimbirite sheet: the Rattlesnake Tuff, eastern Oregon, USA. *Bulletin of Volcanology*, 57: 151-169.
- Quane, S.L., Russell, J.K., 2005. Ranking welding intensity in pyroclastic deposits. *Bull Volcanol*, 67: 129–143.