

KIZILKAYA İGİNİMBİRİTLERİNDE GÖRÜLEN SÜREKSİZLİKLERİN İNCELENMESİ VE KAYA KÜTLESİNİN TANIMLANMASI

Mehmet SARI¹ ve Fuat ÇÖMLEKÇİLER²

¹Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Müh. Böl. Konya Yolu Üzeri, 68100 AKSARAY

²Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl. Konya Yolu Üzeri, 68100 AKSARAY

ÖZET: Ülkemizin önemli doğal ve tarihi anıtlarından biri olan İhlara Vadisi, İç Anadolu Bölgesi'nin Aksaray İli sınırları içerisinde yaklaşık 52 km²'lik bir alanı kaplar. Jeomorfolojik yapı, volkanizma, hidrotermal etkinlik, tarihi ve kültürel çeşitlilik bakımından dünyada çok ender görülen bir özelliğe sahiptir. Bu bölgede, Melendiz çayı drenaj sisteminin sert ignimbirit kalkanını ve bunun altında yer alan yumuşak tüfleri kesmesi ve atmosferik şartlara bağlı olarak gelişen aşınma sonucunda kanyonumsu akarsu vadileri meydana gelmiştir. Kızılıkaya ignimbiritleri, Kızılıkaya köyünün kuzeyinde daha güzel görünümlü olup, ilk defa Beekman (1966) tarafından bu isimle adlandırılmıştır. Genelde beyazımsı gri renkli olup bozunmuş yüzeyleri pembe görünümlüdür. Masa tepelikler şeklinde ve sütunsu görünüm sunan Kızılıkaya ignimbiritlerinde, belirgin bir şekilde gelişmiş olan soğuma çatlakları ile diğer sistemlerde gelişmiş olan kırık ve çatlakların atmosferik etkenlerle daha da gelişmesi sonucunda bloklar halinde kopmalar meydana gelmektedir. Kaya kütlelerinin tanımlanması; jeolojik, fiziksel ve mekanik özelliklerinin tanımlanmasıyla ilgili verilere ait bir modelin oluşturulmasıdır. Bu işlemde en önemli aşama, süreksizliklere ait özelliklerin belirlenmesidir. Bu çalışmada, Kızılıkaya ignimbiritlerinde yapılan 75 adet süreksizlik ölçümünden faydalanarak, kayacın mühendislik özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikler, süreksizliklerin (çatlak, fisür, kırık vs.) eğimi ve yönelimi, süreksizlik aralığı ve açıklığı, süreksizlik devamlılığı ile yüzey pürüzlülüğü ve dalgalılığı dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Ortalama değerlere göre, süreksizliklerin doğrultu yönleri KD-GB, eğim değerleri 87.5° GD, süreksizlik açıklığı 4.5 cm., süreksizlik devamlılığı 23.6 m. ve süreksizlik aralığı 3.44 metredir. İnceleme alanında yapılan Schmidt çekici sertlik tayininde Kızılıkaya ignimbiritlerinde sağlam kayacın için 46.8, bozunmuş kayacın ise 39.3 değerlerine ulaşılmış ve bu değerlere göre ignimbiritlerin az bozunmuş kayacın sınıfına girdikleri belirlenmiştir. İgnimbiritlerde süreksizlik yüzeyi dayanımı (JCS) 50.3 MPa olarak hesaplanmıştır. Kaya Kütle Sınıflaması (RMR) (Bieniawski, 1989) sistemine göre yapılan sınıflamada ignimbirit kaya kütleleri iyi kayactır.

Anahtar Kelimeler: İhlara Vadisi, Kızılıkaya İgnimbiriti, Schmidt Sertliği, Süreksizlik Yüzeyi Dayanımı, RMR Sınıflaması.

Investigation Of Discontinuities Observed In Kızılıkaya Ignimbrite And Description Of The Rock Mass

ABSTRACT: İhlara valley, which is one of the important natural and historical monuments of our country, covers 52 km² areas on the central Anatolia region of Aksaray city. It is unique in the world in terms of geomorphology, volcanism, hydrothermal activity, history and culture. In this region, the canyon like valleys have been formed since millions of years activities of drainage system of Melendiz river by cutting the above hard ignimbrite shield and the below soft tuff formation and ongoing erosion by atmospheric factors. Kızılıkaya ignimbrite has well seen at the north of Kızılıkaya village and it was named first time after Beekman (1966). It is usually whitish gray in color, but the weathered surfaces may appear as orange to purple. It has been observed that the table like and columnar structure of Kızılıkaya ignimbrite are facing the problems of splitting and fallen blocks on the cliffs due to systematically developed cooling joints and other joints and fractures formed as a result of effective atmospheric conditions. Description of a rock mass is developing a representative model for the

geologic, physical and mechanical properties of the rock mass. The most important phase in this process is to quantitatively describe the discontinuity parameters observed in the rock mass in question. In this study, it is aimed to success engineering description of Kızılıkaya ignimbrite by taking into account of parameters collected from 75 discontinuity measurements. These parameters include orientation and slope, aperture, persistence, spacing, roughness and wall strength of discontinuities. On the average, discontinuities have a dominant direction of NE-SW with a slope of 87.5° SE, 4.5 cm aperture, 23.6 m persistence and 3.44 m spacing. Schmidt hammer tests were conducted on the field and it was found that Kızılıkaya ignimbrite is slightly weathered with a rebound value of 46.8 on fresh surfaces and 39.3 on weathered surfaces. Joint-wall compressive strength was calculated as 50.3 MPa. According to Rock Mass Rating (RMR) classification system (Bieniawski, 1989), the ignimbrite rock mass is finally described as good.

Keywords: Ihlara valley, Kızılıkaya ignimbrite, Schmidt hardness, Joint-wall strength, RMR classification.

GİRİŞ

Yurdumuzun önemli doğa güzelliklerinden olan Aksaray-Ihlara Vadisi (Kapadokya) milyonlarca yıllık jeolojik olaylar ve binlerce yıllık kültür birikimi sonucunda oluşmuştur. Jeomorfolojik yapı, volkanizma, hidrotermal etkinlik, tarihi ve kültürel çeşitlilik bakımından dünyada çok ender görülen bir özelliğe sahip olan bu bölge, 22.10.1990 tarih ve 90/1117 sayılı Bakanlar Kurulu'nun 21.11.1990 tarih ve 20702 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren kararı ile Ihlara (Kapadokya) Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiştir. Bu vadi içerisinde tarihi öneme sahip, kayalar içerisinde oyulmuş 105 adet taş kilise ve yaklaşık 5000 adet oyma antik ev bulunmaktadır (Ötüken, 1990). Her yıl bölgeyi ortalama 250 bin civarında yerli ve yabancı turist ziyaret etmekte, bu sayının gelecek yıllarda artarak devam etmesi beklenmektedir. Turizm sektöründen elde edilen gelirin il ekonomisine önemli bir katkısı bulunmaktadır (Aksaray Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2005).

Ihlara Vadisi'nde bulunan iki farklı Neogen yaşlı volkano-sedimanter birim, vadinin içinden geçen Melendiz çayının milyonlarca yıllık aşındırması sonucunda Şekil 1'de görüldüğü gibi her iki yanında dik falezler şeklinde uzanan morfolojik bir yapının oluşmasına neden olmuştur. Vadide yüzeylenen ve bloklu yapı gösteren Kızılıkaya ignimbritlerinde belirgin bir

biçimde gelişmiş olan soğuma çatlakları ile diğer sistemlerde gelişmiş olan kırık ve çatlakların atmosferik etmenler ve meteorik kökenli sulara bağlı olarak daha da gelişmesi sonucunda falezlerden kopmalar meydana gelmektedir. Kızılıkaya ignimbritinin altında yer alan, az kaynaklanmış ve gözenekli bir yapıya sahip yumuşak Selime tüfü içerisine oyularak yapılmış olan, özellikle yabancı turistlerin ilgisini çeken vadi içerisindeki kilise ve benzeri antik yapılar bu blokların kopmasından dolayı orijinal özelliklerini kaybetmekte, buraların girişleri kapanmakta ve hatta bu oyma yapılar tamamen yok olmaktadır.

Bölge, doğal, tarihi ve turistik öneminden dolayı birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Vadi içinde yer alan çeşitli dönemlere ait dini yapıların (kilise, manastır) mimari gelişimi, durumları, kitabeleri, araştırmacılara göre tarihi, freskoları ile ilgili çalışmalar Konyalı (1975) ve Ötüken (1990) tarafından detaylı bir şekilde sunulmuştur. Vadi içerisinde bulunan yerleşim yerlerinde (Yaprakhisar, Belisirma, Ihlara ve Selime) gözlemlenen kaya düşmeleri Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM) tarafından incelenerek 128 adet konutun afete maruz kaldığı ve bu konutların Bakanlıkça uygun yerleşim yerlerine naklinin yapıldığı belirtilmiştir (AİGM, 1999). Winkler (1954), vadi içerisinde ve çevresinde bulunan yerleşim yerlerinde gözlemlenen kaya yuvarlanmalarının sebeplerini jeolojik açıdan değerlendirmeye çalışmıştır.

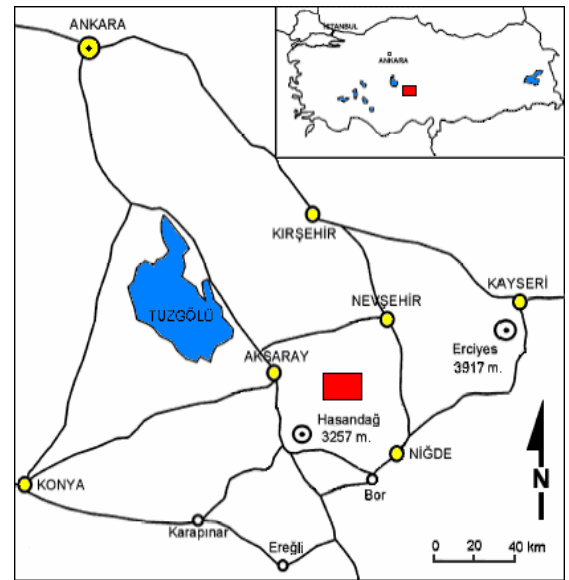


Şekil 1. Vadibaşı giriş noktasından Ihlara Vadisi'nin genel bir görünümü.

Figure 1. A general view of Ihlara Valley from Vadibaşı entrance.

Göçmez (1997), bölgede bulunan Ziga kaplıcalarını da içerecek şekilde Aksaray ilinin güneydoğusunda yer alan sıcak ve mineralli suların hidrojeolojik incelemesini yapmıştır. Şimşek (1997), Ihlara Vadisi'ni oluşturan jeolojik formasyonların litolojik özelliklerini belirleyerek, koruma alanı içerisinde yer alan termal kaynakların hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal analizlerini yapmıştır. Bölgede korunması gereken üç ana oluşum belirlemiş, bunları jeolojik yapıların oluşturduğu doğal yapılar, yerüstü ve yeraltı soğuk suları ve termal kaynaklar olarak sıralamıştır. Doğdu (1995) havzada yer alan sıcak ve soğuk su kaynaklarının hidrojeolojisini ve yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesine çalışmıştır. Binal (1996), Ihlara Vadisi'nin belirli bir kesiminde Kızılkaya İgnimbiritlerinde görülen olası blok devrilmeleri ile ilgili kinematik analizler yaparak, tabanı aşınmış tek bloklarda ve blok sistemlerinde devrilme türü yenilme mekanizmaları belirlemiştir. Binal ve Kasapoğlu (2002), Selime tüfleri üzerinde donma-çözülme deneyleri yaparak fiziksel ayrışmanın blokların duraylılığı üzerindeki etkilerini laboratuvar ölçeğinde araştırmıştır. Aksaray ve çevresinin (Niğde, Kırşehir, Nevşehir) jeolojik açıdan çeşitliliği buranın genel jeolojisi, volkanizması, tektoniği, yapıların duraylılığı hakkında farklı çalışmalar yapılmasına neden olmuştur (Beekman, 1966; Batum, 1978; Seymen, 1981; Ayhan ve Papak, 1988; Pasquare vd., 1988; Temel, 1992, Topal ve Doyuran, 1997; Aydan ve Ulusay, 2003).

Bu çalışmada, Kızılkaya İgnimbiritlerinin mostra vermiş yüzeylerinde hat etüdü çalışmaları ile 75 adet süreksizlik ölçümü yapılmış ve değerlendirilmiştir. Çatlak, fisür ve kırıkların eğimi ve yönelimi, süreksizlik aralığı ve açıklığı, devamlılığı ile yüzey pürüzlülüğü dikkate alınarak kaya kütlelerinin tanımlanmasına esas bilgiler elde edilmiştir.



Şekil 2. Çalışma sahası yer bulduru haritası.

Figure 2. Location map of the study area.

ÇALIŞMA SAHASI VE JEOLJİSİ

Bu çalışmaya konu olan Ihlara Vadisi, Aksaray ili sınırları içerisinde olup şehir merkezinin güney-doğusuna düşmekte ve

yaklaşık 35 km mesafede yer almaktadır (Şekil 2). Vadi, 14 km uzunluğu boyunca yaklaşık 52 km²'lik bir alanı kaplamaktadır (Şimşek, 1997). Hasan-Melendiz dağ sırası, D-B istikametinde uzanan bir silsile meydana getirmekte olup, en yüksek kısımlar Hasandağı'nda yer almaktadır (3257 m). Dağlık bölge, ortalama yüksekliği 1100–1400 metre arasında değişen düz ovalarla çevrilmiştir. Rölyefi etkileyen en önemli hususlardan biri de Hasandağı'nın kuzeyindeki Melendiz çayı drenaj sistemidir. Bu sistem, sert ignimbirit kalkanını ve bu kalkanın altında yer alan yumuşak tüfleri ve tüfitleri kesmektedir. Sonuç olarak kanyonumsu akarsu vadileri meydana gelmiştir. Ayrıca, Yaprahisar-Gelveri hattının kuzeyinde gözlenen ve çeşitli masa ve engebeli tüf veya tüfit ovalarına sahip geniş erozyon vadilerinin de meydana geldiği görülmektedir. Plato-tepeler veya masalar, koruyucu ignimbirit veya kalker tabakalarından meydana gelmişlerdir. Batıdaki Tuz gölü ovası ise erozyon malzemesinin taşındığı bölge konumundadır.

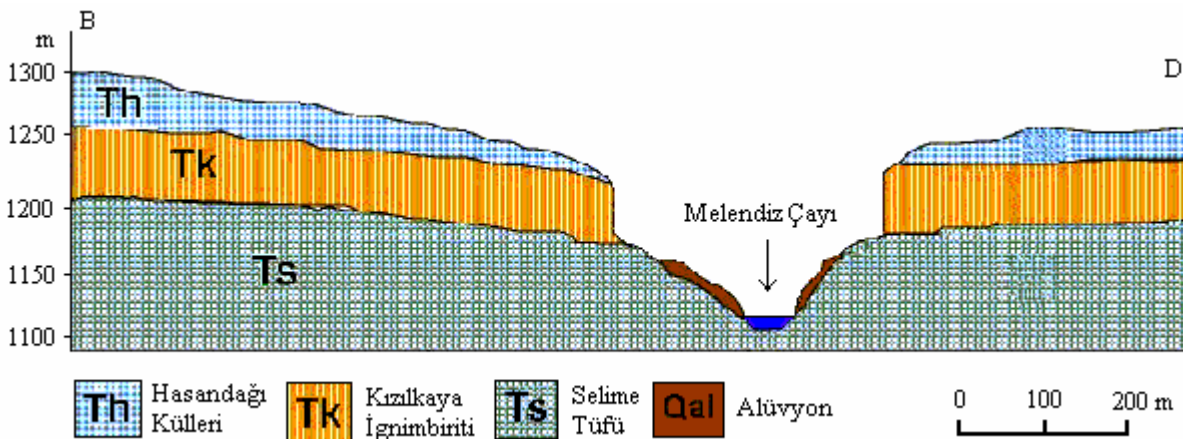
Çiftlik ovası, Melendiz çayının kaynak suyu bölgesi için bir alıcı havza niteliğindedir. Kuzey sınırındaki önemli bir kolda Karasu Nehri olup, bu nehir, doğudan batıya doğru, geniş ve alçak bir tüf vadisi içinden akmaktadır. Bir diğer önemli morfolojik özellik Tuz gölü fay zonudur. Fayın çökmüş tarafı, söz konusu Tuz gölünün geniş alüvyon ovasını meydana getirir. Güneyde yer alan Aksaray'dan Hasandağı'na doğru bu fay

zonu gölün doğusunda bulunan ve yüksekliği 300 metreyi aşan bir şev ile belirlenmektedir (Beekman, 1966).

İnceleme alanının tamamı, genç volkanizma ürünü olan çeşitli volkanik kayalar ile kaplıdır. Yatay veya yataya çok yakın eğimli olan bu birimler, çok yerde kesiksiz olarak devam etmektedir. Vadide yüzeylenen kayaların litolojik özellikleri, oluşum ortamları ve biçimleri, birbirleriyle olan ilişkilerine ait açıklamalar aşağıda verilmiştir ve vadiye ait temsili bir enine kesit Şekil 3'te sunulmuştur.

Selime Tüfü (Ts)

İnceleme alanının oldukça geniş bir kesiminde uçuk pembe ve sarımsı beyaz renkleriyle tanınan tüfler ilk kez Selime tüfleri olarak Beekman (1966) tarafından isimlendirilmiştir. Tüflerin en yaygın olduğu kesimler kuzeybatıda Kızılkaya çevresinden başlayarak doğuya doğru dar alanlarda gözlenir ve güneye doğru daha geniş alanlarda yüzeylenerek Selime köyüne doğru uzanır. Buradan da güneye doğru İhlara vadisi boyunca uzanır. Tüfler, Neojen yaşlı birimler içinde oluştukları peribacaları uçuk pembe ve sarımsı beyaz renkleriyle karakteristiktir. Oluşumları ve görünüşleri nedeniyle kılavuz seviye konumundadır. Bunlar üzerine gelen Kızılkaya ignimbiritleri ile birlikte aşındıklarından masa şekilli tepeler meydana gelmiştir.



Şekil 3. İhlara Vadisi'nin D-B yönünde alınmış temsili enine kesiti.
Figure 3. E-W directional cross-section of Ihlara Valley.

Selime tüfleri bazalt, spilit, obsidiyen, tüfit, pomza ve andezit parçalarınca zengin olup yer yer fasiyes değişimi şeklinde uçuk pembeden beyazımsı sarıya değişen farklılıklar gösterir. Bu geçişlerin gözlemlendiği yerlerde tüfler içerisinde yer alan pomza tanelerinin çapları da büyümektedir. Kızılkaya ignimbiritlerinin eklem düzlemleri ve soğuma çatlaklarından sızan yağmur suları nedeniyle, aşınma sonucu oluşan piramit şekilli bloklar ve bunu takiben aşınan malzemenin, oluşan piramit bloklarının yüzeylerindeki piramit ve boşlukları doldurarak koruyucu etki meydana getirmesi, bazı noktalarda peribacalarının dayanımlı kalmasını sağlamıştır.

Kızılkaya İgnimbiritleri (Tk)

Yörede masa tepeler şeklindeki görünümüyle kılavuz seviye durumunda olan ignimbiritlerin çeşitli büyüklükteki mostraları en geniş olanlarıdır. Bu birimin masa kaya tepe görünümlü örneği ve altındaki Selime tüfleri ile olan dokanak ilişkisinin en güzel görüldüğü yer Kızılkaya köyü kuzeyidir. Beekman (1966) buraya izafeten ignimbiritleri Kızılkaya ignimbiriti olarak adlandırmıştır. Genelde beyazımsı gri renkli olup, az bozunmuş yüzeyleri pembemsi bir renk almıştır. Düz görünümlü bir topografyaya sahip olan ignimbirit Melendiz çayı ve yan kollarınca parçalara ayrılarak çeşitli yükseklikte masalar oluşturmuştur. İhlara vadisi olarak bilinen ve dar bir kanyon durumundaki vadide ignimbiritlerin kalınlığı yaklaşık 60 m'yi bulurken düşey yönde oluşmuş çatlaklar nedeniyle sütunsu bir yapı gösterirler. Üst seviyelerde zayıf dokulu, alta doğru sık dokulu en altta ise daha sık dokulu, pürüzlü, iriliği yaklaşık 30cm'ye varan süngertaşı parçaları içerir. İgnimbiritlerle altındaki tüfler arasında ve inceleme alanının hemen her yerinde gözlenebilen kırmızı renkli pişme zonu izlenir. Birimin kalınlığı 2-75 m arasında değişmektedir. Kızılkaya ignimbiritlerinin yaşı biyotitlerde yapılan K/Ar yöntemiyle 4,9-5,5 milyon yıl olarak bulunmuştur (Ayhan ve Papak, 1988).

Hasandağı Külleri (Th)

Hasandağı külleri, göl ortamında oluşmuş birimlere volkanik ürünü olan birimlerin aralanmasından oluşmuştur. Formasyonu oluşturan kayaç türleri bir biriyle düşey ve yanal geçişlidir. Bu formasyonun, genelde yatay ve az eğimli olduğu gözlenmiştir. Eski topografya çukurlarını doldurmuş olan Hasandağı külleri değişik kesimlerde farklı kalınlıklara sahiptir. Genelde gri beyaz renkli kül ve lapilliden oluşan formasyon, beyaz renkli vitrik kül matriksinin içinde kaba kum boyundan iriliği 5-6 cm'ye ulaşan obsidiyen, süngertaşı ve az miktarda lav parçaları içerir. Hasandağı külleri, Belisırma ve İhlara civarında Kızılkaya ignimbiritlerini örtmektedir.

Alüvyon Malzemeleri (Qal)

Çalışma sahasındaki akarsu ve derelerin vadilerinden, başta sular olmak üzere, çeşitli etkenlerle taşınarak vadi içerisinde depolanmış bulunan çakıl-kum-kil-mil mevcut olup, bunların hepsi birlikte Alüvyon olarak adlandırılmıştır. Alüvyon malzemeleri, inceleme alanındaki en genç oluşuklar olup, teşekkülleri günümüzde halen devam etmektedir (Ayhan ve Papak, 1988).

Süreksizlik Ölçümleri

Kaya kütleleri; sürekli, homojen ve izotrop malzemelerden olmayıp, çeşitli süreksizlikler tarafından kesilirler. Ayrıca farklı derecede bozunmaya uğramış kayaç türlerini de içerirler. Bu nedenle, dış yüklere maruz kalabilen söz konusu kütlelerin davranışı, içerdikleri süreksizliklerin özellikleri dikkate alınmadan gerçeğe yakın şekilde analiz veya önceden tahmin edilemez. Bu durum, kaya kütlelerinin özelliklerinin sağlıklı bir şekilde tanımlanmasına ve kaya mühendisliği uygulamalarında önem kazanmasına neden olur. Süreksizliklerin özellikleri aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olarak tayin edilir.

- a) Jeolojik yapının ortaya konulması,
- b) Kaya kütlelerinin mühendislik sınıflaması,
- c) Kaya kütlelerinin duraylılığı, deformasyonu, sıvı akışı, patlatma ve destek tasarımı gibi uygulamalarda

kullanılan kinematik, analitik, sayısal veya görgül yöntemler için veri sağlanması.

Süreksizliklerin özellikleri çıkmalarda (mostrada) veya sondaj karotlarında değişik ölçüm teknikleri uygulanarak tayin edilir. Kaya kütlelerinin tanımlanması amacıyla, süreksizliklerin aşağıda belirtilen fiziksel parametreleri belirlenir (ISRM, 1981):

- Süreksizliğin türü
- Süreksizlik aralığı
- Süreksizliğin devamlılığı
- Süreksizlik yüzeyinin pürüzlülüğü
- Süreksizlik yüzeyinin açıklığı
- Dolgu malzemesinin özellikleri
- Süreksizlik yüzeyinin dayanımı ve bozunmanın derecesi
- Süreksizlik yüzeyindeki su durumu
- Süreksizliğin yönelimi ve süreksizlik seti (takımı) sayısı

Süreksizlik devamlılığı

İdeal olarak kaya kütlesi kavramı, süreksizlik düzlemleri tarafından bloklara ayrılmış bir sistemi ifade eder. Süreksizliklerin iz uzunluğu bir kaya mostrasında gözlenebildiği için, bulunan devamlılıklarının ölçülmesi de çoğu kez üzerinde çalışılan mostranın yüzeyi ile sınırlanmaktadır. Dolayısıyla bu durum, devamlılık parametresinin ölçülmesini güçleştiren bir faktördür. Kızılkaya ignimbiritlerinin süreksizlik devamlılığı 40m'lik şerit metre ile Kızılkaya ignimbiritlerinin en üst noktasına çıkmak suretiyle şerit metreyi iki çatlak aralığından aşağıya doğru sarkıtarak ölçülmüştür. Süreksizlik devamlılıkları sabit olmayıp değişkenlik göstermektedir. Bu ölçümler birçok noktada yapılarak 75 tane süreksizlik devamlılığı ölçülmüştür. Bilgisayar ortamında Excel programında ölçüm değerleri değerlendirilerek, 8-45 m aralığında değişkenlik gösteren süreksizlik devamlılığı, ortalama 23.6 m olarak bulunmuştur.

Süreksizlik aralığı

Süreksizlik aralığı, kaya kütlelerinde komşu konumlu iki süreksizlik veya birbirine paralel eklemlerden oluşan bir süreksizlik setindeki iki süreksizliğin arasındaki dik mesafedir. Kızılkaya ignimbiritlerindeki süreksizlik (çatlak) aralığını ölçmek için, öncelikle 30m'lik şerit metre ile

ignimbiritin bir ölçüm hattı boyunca her iki süreksizlik arasındaki mesafe ölçülmüştür. Süreksizlik (çatlak) aralıkları ölçüm hattı boyunca sabit olmayıp değişkenlik göstermektedir. 75 adet süreksizlik aralığı ölçülmüş ve elde edilen veriler bilgisayar ortamında Excel programında değerlendirilerek, 1.0-8.9 m aralığında değişkenlik gösteren süreksizlik aralığı, ortalama 3.44 m olarak bulunmuştur.

Süreksizlik açıklığı

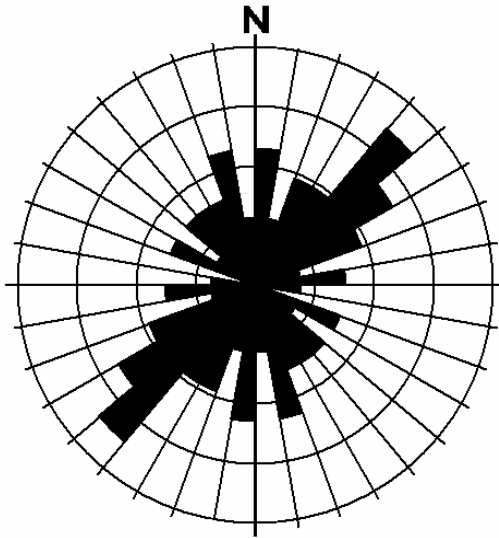
Açıklık, bir süreksizliğin karşılıklı iki yüzeyi arasındaki dik uzaklık olup, boş olabileceği gibi, su veya herhangi bir dolgu malzemesi tarafından doldurulmuş da olabilir. Kızılkaya ignimbiritlerinde 75 tane çatlak açıklığı Kumpas ile ölçülmüştür. Süreksizlik açıklıklarında çok az da olsa dolgu malzemesine rastlanmıştır. Elde edilen veriler bilgisayar ortamında Excel programında değerlendirilerek, 1.0-25 cm aralığında değerler alan Kızılkaya ignimbiritlerinin çatlak açıklığı ortalama 4.47 cm olarak ölçülmüştür.

Süreksizlik yönelimi ve eğimi

Süreksizliklerin uzaydaki konumları, eğim ve doğrultularıyla tanımlanır. Özellikle genel jeoloji çalışmalarında esas alınan bu iki parametre, jeolog pusulası ile ölçülmektedir. İnceleme alanındaki Kızılkaya ignimbiritlerindeki doğrultu ve eğim, jeolog pusulasını süreksizlik yüzeyine yaslayarak ya da pürüzlü olan yüzeylerde saha defterinin üzerine pusulanın yan kısmını yerleştirerek süreksizlik doğrultusu ve eğimi ölçülmüştür. Daha sonra doğrultuya dik bir şekilde eğim yönü belirlenerek 75 adet süreksizlik doğrultu ve eğimi (Azimut cinsinden) ölçülmüştür. Kızılkaya ignimbiritlerindeki ortalama süreksizlik eğim değeri 87.5 derece olarak dike yakın bulunmuştur.

Kızılkaya ignimbiritlerinden elde edilen doğrultu ve eğim değerleri Stereonet programına veri olarak girilmiş ve bu programdan, Kızılkaya ignimbiritlerinde ölçülen süreksizliklere ait doğrultuyu gösteren gül diyagramı elde edilmiştir (Şekil 4). Bölgede sütunsu bir yapıda gözlenen ignimbiritlerin kırık-çatlak düzlemleri boyunca alınan

ölçümlerde KB-GD ve KD-GB yöneliminde iki hâkim ana yön bulunmuştur. Buna göre, kayacımızın iki farklı eklem seti tarafından kesildiği söylenebilir. Birim içerisinde genel olarak her yönde kırık ve çatlakların varlığı, bu kırık ve çatlakların soğumaya bağlı olarak geliştiğinin göstergesidir (Güllü, 2003).



Şekil 4. Kızılkaya ignimbiritlerindeki süreksizliklere ait doğrultuyu gösteren gül diyagramı.

Figure 4. Rose diagram of discontinuity direction in Kızılkaya ignimbrite.

Süreksizlik yüzeyinin dayanımı ve bozunmanın derecesi

Schmidt sertliği, eklem yüzeylerinin sıkışma dayanımının, dolaylı da olsa, arazide tahmini açısından pratik bir yöntemdir. Çekiç, deney sırasında süreksizlik yüzeylerine dik yönde uygulanır. Belirlenen taze ve bozunmuş yüzeyler için ortalama geri sıçrama sertlik değeri Barton ve Choubey (1977) tarafından önerilen eşitlikte yerine konarak eklem yüzeyi dayanım değerleri şu şekilde belirlenmiştir;

Taze yüzey:

$$\text{LogJCS} = 0,00088 \cdot \gamma \cdot R + 1.01$$

$$\text{LogJCS} = 0,00088 \cdot 20 \cdot 46.8 + 1.01$$

$$= 1.834$$

$$\text{JCS} = 68.2 \text{ MPa}$$

Bozunmuş yüzey:

$$\text{LogJCS} = 0,00088 \cdot \gamma \cdot R + 1.01$$

$$\text{LogJCS} = 0,00088 \cdot 20 \cdot 39.3 + 1.01$$

$$= 1.702$$

$$\text{JCS} = 50.3 \text{ MPa}$$

burada,

$$\text{JCS} = \text{Süreksizlik yüzeyinin dayanımı (MPa)}$$

$$\gamma = \text{Kayacın birim hacim ağırlığı (kN/m}^3\text{)}$$

$$R = \text{Geri sıçrama sertlik değeri}$$

İnceleme alanındaki Kızılkaya ignimbiritlerinde süreksizlik yüzeylerinde kırmızımsı bir bozunma gözlenebilmektedir. Süreksizlik yüzeylerinin ve bu yüzeylere yakın konumdaki kaya malzemesinin bozunma derecesi, kaya kütlelerinin davranışı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. RMR Kaya Kütleli Sınıflama Sistemi'nin girdi parametrelerinden biri olan bozunma derecesi için, gözleme dayalı bir tanımlama yapmak bazı durumlarda subjektif değerlendirmelere neden olabilmekte ve aynı süreksizlik yüzeyi için farklı kişiler tarafından farklı bozunma dereceleri tanımlanabilmektedir. Bu nedenle, bozunmanın sayısal verilere veya indekslere göre belirlenmesi daha uygun bir değerlendirmedir. Söz konusu bu tür öznel değerlendirmeleri giderebilmek amacıyla Gökçeoğlu (1997) tarafından taze ve bozunmaya uğramış süreksizlik yüzeylerinin Schmidt geri sıçrama sertlik değerlerinin karşılaştırıldığı eşitlikten faydalanılmıştır.

$$W_c = R_f / R_w = 46.8 / 39.3 = 1.19$$

Burada; R_f taze, R_w ise bozunma sınıflaması yapılan süreksizlik yüzeyinin Schmidt geri sıçrama sertlik değerleridir. ISRM (1981) tarafından tanımlanan bozunma sınıflamaları esas alınarak yapılan değerlendirmede kayacımızın $W_c=1.19$ ile az bozunmuş kaya sınıfına girdiği belirlenmiştir.

KAYA KÜTLESİNİN TANIMLANMASI

Kaya Kütleli sınıflaması veya RMR Sınıflama Sistemi olarak bilinen ve kaya kütlelerinin tanımlanmasında sıklıkla kullanılan bu sistem ilk defa Bieniawski (1973) tarafından geliştirilmiştir. Sistem, 1973'ten 1989'a kadar derlenen yeni verilerle desteklenerek ve bazı değişikliklere uğrayarak en son şeklini almıştır (Bieniawski, 1989). RMR sistemine göre kaya kütlelerinin sınıflandırılmasında aşağıda belirtilen 5 parametre esas alınmaktadır.

1. Kayacın tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)

2. RQD
3. Süreksizlik aralığı
4. Süreksizliklerin durumu (devamlılık, pürüzlülük, dolgu, bozunma, açıklık)
5. Yer altı suyu durumu

RMR Sınıflama sistemi uygulanırken her parametre için verilen ölçütler veya değerler hazırlanan çizelge esas alınarak toplam 100 üzerinden puanlama yapılır. Bu çalışmada, Kızılkaya ignimbiritlerinin tek eksenli sıkışma dayanımı olarak Schmidt çekici geri sıçrama değerinden elde edilen ve az bozunmuş yüzey için hesaplanan eklem sıkışma dayanım (JCS) değeri olan 50.3 MPa alınmıştır. RQD değeri ise Priest ve Hudson (1976) tarafından önerilen eşitlik kullanılarak dolaylı yoldan hesaplanmıştır. Bu eşitlikte, bir metredeki eklem sıklığını ifade eden λ değeri, ortalama süreksizlik aralığının (3.44 m) tersi şeklindedir. Bu değer yerine konduğunda;

$$RQD = 100 * e^{-0.1\lambda} * (0.1\lambda + 1)$$

$$\lambda = 1 / \text{süreksizlik aralığı}$$

$$\lambda = 1 / 3.44 \text{ m}$$

$$RQD = 99.95 \%$$

olarak bulunmuştur. Süreksizlik açıklığı, 5 mm'den daha geniş olduğu (4.47cm), devamlılığı 23.6 m ile bir süreklilik arz ettiğinden ve az bozunmuş yüzeylerden dolayı süreksizlik durumu parametresi için 0 puanlama yapılmıştır. Arazide yapılan gözlemlerde genelde çatlaklarda herhangi bir su izine rastlanmamıştır ve çatlaklar kuru olarak kabul edilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda her bir parametre için belirlenen puanlama sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Kızılkaya ignimbiriti kayaç kütlelerinin, beş parametre için hesaplanan toplam 62 RMR puanı ile II.sınıf (iyi kaya) grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Kızılkaya ignimbiritinin mühendislik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Mostradan yapılan süreksizlik ölçümleri sonucunda, ISRM (1981) standartlarına göre yapılan sınıflamaya göre, süreksizlik iz uzunluğunun çok yüksek devamlılık gösterdiği (23.6 m), iki süreksizlik arası mesafenin çok geniş aralıklı olduğu (3.44 m), süreksizlik yüzeylerinin çok geniş açıklıkta bulunduğu (4.47 cm), süreksizlik yüzeylerinin Schmidt çekiciden elde edilen geri sıçrama değerleri ile hesaplanan bozunma indeksine göre ($W_c=1.19$) az bozunmuş olduğu ve JCS dayanımına göre sağlam kaya sınıfına (50.3 MPa) girdiği tespit edilmiştir. Çok dik (87.6°) bir eğim gösteren soğuma çatlakları ve iki farklı eklem takımı tarafından kesilen Kızılkaya ignimbiritlerinde süreksizlik kontrollü bloklulara devrilmeler gözlenmiştir.

Kaya Kütleli Puanlama (RMR) sistemine göre yapılan değerlendirmede, Kızılkaya ignimbiritinin 5 parametreden elde edilen toplam 62 puan ile iyi kaya (II.sınıf) sınıfına girdiği belirlenmiştir. Bu kaya kütleleri içerisinde yapılacak herhangi bir mühendislik girişimi durumunda gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra destek basıncı, desteksiz kalma süresi, kohezyon ve içsel sürtünme açısı, yerinde deformasyon modülü, kaya kütleli dayanımı vb. tasarım programlarında kullanılacak girdi parametreleri yaklaşık hesaplanabilecektir. Bu çalışma ile Kızılkaya ignimbiritlerinin duraylılığı, deformasyonu, sıvı akışı, patlatma ve destek tasarımına yönelik ileride yapılabilecek uygulamalarda yararlanılacak kinematik, analitik, sayısal veya ampirik çalışmalar için veri altyapısı sağlanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan RMR sınıflama sistemi için gerekli değerler ve puanlaması.

Table 1. RMR classification parameters and their grading for the study.

Sınıflama parametresi	Parametre değeri	Puan
1. Tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c)	50.3 Mpa	7
2. RQD (%)	99.95	20
3. Süreksizlik aralığı	3.44 m	20
4. Süreksizliklerin durumu	Az bozunmuş, açıklık 4.47 cm, devamlılık 23.6 m	0
5. Su durumu	Kuru	15
Toplam RMR puanı		62

KAYNAKLAR

- AİGM, 1999, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Raporları, Bayındırlık ve İskan İl Müdürlüğü, Aksaray.
- Aksaray Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2005, Aksaray İli Ören Yerleri Gelir ve Ziyaretçi İstatistiği
- Aydan, Ö. ve Ulusay, R., 2003, Geotechnical and geoenvironmental characteristics of man-made underground structures in Cappadocia, Turkey. *Engineering Geology*, 69:245-272.
- Ayhan, A. ve Papak, İ., 1988, Aksaray-Taşpınar-Altınhisar-Çiftlik-Delihebil (Niğde) Civarının Jeolojisi, MTA Raporu.
- Barton, N. ve Choubey, V., 1977, The shear strength of rock and rock joints. *Int. J. Rock Mechanics and Mining Science*, 13:255-279.
- Batum, İ., 1978, Nevşehir Güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl Yöresi Volkanitlerinin Jeoloji ve Petrografisi, H.Ü. Yerbilimleri, 4:50-69.
- Beekman, P.H., 1966, Aksaray-Gelveri-Çınarlı Bölgesinin Jeoloji Raporu, MTA Raporu.
- Bieniawski, Z.T., 1973, Engineering classification of jointed rock masses. *Trans. South African Inst. Civil Engineering*, 15:335-344.
- Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Classifications*, John Wiley, New York, 237 s.
- Binal, A., 1996, Aksaray-Ihlara Vadisindeki Volkanosedimenter Kayaçlarda Görülen Duraysızlık Mekanizmalarının Araştırılması. Y.Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 97 s.
- Binal, A., Kasapoğlu, K.E., 2002, Donma-çözülme sürecinin Aksaray-Ihlara Vadisi'nde yüzeylenen Selime ignimbiritinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi. VI. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Konya, 189-196.
- Doğdu, M.Ş., 1995, Melendiz Havzası (Aksaray) Hidrojeoloji İncelemesi, Y.Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 102 s.
- Güllü, B., 2003, Mamasun yöresi (Aksaray) magmatik kayalarının jeolojik, petrografik ve jeokimyasal incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, 85 s.
- Göçmez, G., 1997, Aksaray Sıcak ve Mineralli Su Kaynaklarının Hidrojeolojik İncelenmesi. Aksaray Valiliği, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü.
- Gökçeoğlu, C., 1997, Killi, yoğun süreksizlik içeren ve zayıf kaya kütlelerinin mühendislik sınıflamasında karşılaşılan güçlüklerin giderilmesine yönelik yaklaşımlar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 214 s.
- ISRM, International Society for Rock Mechanics, 1981, *Rock Characterization, Testing and Monitoring_ ISRM Suggested Methods*, ET Brown (ed.), Pergamon Press, Oxford.
- Konyalı, İ.H., 1975, Abideleri ve Kitabeleri ile Niğde Aksaray Tarihi, I-III, İstanbul.
- Ötüken, S.Y., 1990, Ihlara Vadisi, Kültür Bakanlığı Yayınları/1126, Ankara.
- Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, C., Zanchi, A., 1988, Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics* 146: 217– 230.
- Priest, S.D. ve Hudson, J.A, 1976, Discontinuity spacings in rock. *Int. J. Rock Mechanics and Mining Science*, 13:135-148.
- Seymen, İ., 1981, Kaman çevresinde Kırşehir Masifi'nin metamorfizması. Orta Anadolu' nun Jeolojisi Sempozyumu, Ankara, 12-16.
- Şimşek, Ş., 1997, Ihlara (Kapadokya) Özel Çevre Koruma Bölgesinin Jeolojisi ve Bölgede Yer Alan Termal Kaynakların Hidrojeolojik ve Hidrokimyasal Araştırması ve Korumaya İlişkin Öneriler. Aksaray Valiliği, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü.
- Temel, A., 1992, Kapadokya eksplozif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 195 s.
- Topal, T., Doyuran, V., 1997, Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff. *Engineering Geology*, 47: 175-187.
- Ulusay, R. ve Sönmez, H., 2002, Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 243 s.

Winkler, H., 1954, Niğde Vilayetinde Ihlara, Yaprahisar, Selime, Kızılkaya, Göstük, ve Akhisar Bölgelerindeki Kaya Yuvarlanmalarının Jeolojik Sebepleri, MTA Raporu.