

Travertenlerdeki Gözenek Geometrisinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yardımıyla Belirlenmesi

Determination of Pore Geometry in Travertines by Geographical Information System (GIS)

Mutluhan AKIN¹, Aydın ÖZSAN²

¹İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara (mutluhanakin@gmail.com)
²Ankara Üniversitesi Mühendislik Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZ

Gözeneklilik, kayaçların en önemli fiziksel özelliklerindedir. Bu parametre, dayanım ve deformasyon gibi parametreleri kontrol etmesinin yanı sıra, kayaçlardaki bozunmanın etkisini ve derecesini de doğrudan belirlemektedir (Tuğrul, 2004; Sousa vd., 2005). Bu nedenle, gözenek boyutlarının ve şekillerinin belirlenmesi, kayaçlardaki bozunma ile ilgili değerlendirmelerin yapılmasına yardımcı olur. Gözenek geometrisinin belirlenmesinde kullanılan yaklaşımlardan biri “stereoloji tekniği”dir. Matematiksel bir yöntem olan stereolojinin esası üç boyutlu katı maddelerin iki boyutlu bir düzlem üzerinde analiz edilmesine dayanmaktadır. Tokashiki ve Aydan (2003), stereoloji yöntemini kullanarak kireçtaşlarındaki gözenek şekillerini incelemiştir. Bu çalışmada gözenek geometrisi, “şekil parametresi (F)” eşitliği ile ifade edilmiştir.

$$F = A / L^2 \quad (1)$$

Burada (F) şekil parametresini, (A) gözenek alanını, (L) ise gözenek çevre uzunluğunu belirtmektedir. Şekil parametresi kavramı, iki boyutlu bir yüzey üzerindeki makro gözeneklerin geometrilerinin ortaya konmasında kullanılan bir yöntemdir. Gözeneklerin elipsoidal bir şekil alması ile şekil parametresi değeri 0.02’ye yaklaşmaktayken, dairesel kesitli gözeneklerde bu değer 0.08 civarlarına yükselmektedir. Bu çalışmada, Anıtkabir’de kullanılan travertenlerdeki gözenek geometrisinin belirlenmesinde “şekil parametresi” yaklaşımından yararlanılmıştır. Travertenler oldukça gözenekli ve makro gözeneklere sahip bir kayaç türü olduğundan, bu yaklaşımın uygun sonuçlar verebileceği düşünülmüştür. Öte yandan Anıtkabir’deki travertenlerden örnek alınmasına izin verilmemesi, bu yöntemin tercih edilmesinde başlıca etken olmuştur. Çalışmalar Anıtkabir’de kaplama taşı olarak kullanılmış travertenler ile bunların alındıkları taş ocaklarındaki taze yüzeylerde gerçekleştirilmiştir.

Travertenlerin gözenek geometrilerinin belirlenmesi için gerçekleştirilen çalışmaların ilk aşamasında, Anıtkabir tören alanını çevreleyen kolonlardaki traverten yüzeylerinde ve taş ocaklarındaki taze aynalarda ölçekli bir çerçeve yardımıyla fotoğraf çekimi işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, fotoğraflanan yüzeyler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Gözenek boyutlarının (alan ve çevre) belirlenmesi için “Coğrafi Bilgi Sistemi”nden (CBS) yararlanılmıştır. Bir CBS programı olan ILWIS 3.3’e koordinatlı olarak aktarılan yüzeylerdeki seçilen tüm gözenekler bu program yardımıyla dikkatli bir şekilde sayısallaştırılmış ve her bir gözenek segmenti, alansal bir nesne olarak kabul edildiğinden çevre uzunluğu (L) ile alan (A) değerleri hesaplatılmıştır. Bu yöntemle Anıtkabir’deki traverten yüzeylerinden 2860 adet ve aynı travertenlerin taş ocaklarındaki taze yüzeylerinden 1148 adet olmak üzere toplam 4008 adet makro gözenek boyutları ve şekil parametresi değerleri belirlenmiştir.

Anıtkabir’deki traverten yüzeylerindeki gözeneklerin istatistiksel değerlendirmesine göre ortalama gözenek çevre uzunluğunun 0.46 cm, gözenek alanının 0.016 cm², şekil parametresinin 0.054 olduğu belirlenmiştir. Şekil parametresi değeri baz alındığında bu yüzeylerdeki gözeneklerin elips-yuvarlak geçişinde ve istatistiksel dağılıma göre de daha çok yuvarlağımsı olduğu belirlenmiştir. Taş

ocaklarındaki taze traverten yüzeylerinde ortalama gözenek çevre uzunluğu 0.75 cm, gözenek alanı 0.04 cm², şekil parametresi 0.047 olarak saptanmıştır. Buna göre taze yüzeylerdeki gözenekler daha çok elips şeklindedir. Analiz edilen yüzeylerin yanı sıra, arazide alanları 5 cm²'nin üzerinde olan gözenekleri gözlemek mümkündür.

Travertenlerin oluşum süreçlerinin bir ürünü olan bu gözeneklerin boyutları geniş bir aralık sergilemektedir. Taze yüzeylerdeki gözenek boyutları Anıtkabir'deki travertenlerde bulunan gözeneklere oranla daha büyüktür. Anıtkabir resmi arşivlerinde, inşaat sırasında kullanılan travertenlerin mümkün olduğunca gözeneksiz olmasına özen gösterildiği belirtilmektedir. Bu durum, Anıtkabir örneklerindeki iri gözeneklerin azlığının bir nedenidir. Öte yandan, Anıtkabir'deki traverten yüzeylerinde gözenek şekillerinin daha yuvarlağımsı ve gözenek boyutlarının daha küçük olması dikkat çekicidir. Atmosferik koşulların etkisinde kalan travertenlerde normal koşullarda gözenek hacimlerinin artması beklenmektedir. Ancak, taze örneklerdeki gözenek boyutlarının Anıtkabir örneklerine ait boyutlardan daha büyük olduğu dikkate alındığında böyle bir durumdan söz etmek mümkün değildir. Bu nedenle, Anıtkabir'deki traverten yüzeylerinde bulunan küçük ve yuvarlak şekilli gözeneklerin atmosferik etkilere bağlı olarak yeni oluşmuş gözenekler olabileceği düşünülmektedir. Anıtkabir'de kullanılan sözkonusu traverten kaplamalarının yapımı sırasında tamamen taş işçiliğinden yararlanılmıştır. Bu sırada, tam olarak düzgün ve cilalı yüzeyler oluşturulmadığından, travertenlerin yağış sularıyla temas oranı artırılmıştır. Böylece meteorolojik etkilerin traverten bünyesinde yeni gözeneklerin oluşmasına neden olduğu sonucuna varılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Traverten, Gözenek geometrisi, Bozunma, Coğrafi Bilgi Sistemi, Anıtkabir.

ABSTRACT

Porosity is one of the most important physical properties of the rocks. This parameter not only controls the strength and deformation, but also directly determines the effect and degree of weathering in rocks (Tuğrul, 2004; Sousa et al., 2005). Therefore, identification of pore size and shape helps the evaluation of rock weathering. One of the approaches used for pore geometry determination is the "stereology technique". The principle of the stereology is based on the analysis of three-dimensional solid materials on a two-dimensional surface. Tokashiki and Aydan (2003) investigated the pore shapes of limestones by using stereology method. Pore geometry is expressed as "shape parameter (F)" formula in their study.

$$F = A / L^2 \quad (1)$$

In this formula, (F) stands for shape parameter; (A) for pore area and (L) for pore perimeter. Shape parameter concept is used for explanation of the geometry of macro pores on a two-dimensional surface. Shape parameter values approach 0.02 in ellipsoidal shaped pores while these values are almost 0.08 in circular shaped pores. In this study, shape parameter concept is used for the determination of pore geometry in Anıtkabir travertines. It is considered that the shape parameter can give appropriate results for travertines since they have higher porosity and macro pores. On the other hand, since sampling from the travertines of Anıtkabir is not permitted, this method was preferred to be used. Studies were performed on travertine slabs in Anıtkabir and the fresh surfaces of the same rock at the travertine quarries.

In the first stage of the study for determination of pore geometry in travertines, photographs were taken from the travertine surfaces at the columns of ceremony area in Anıtkabir and the fresh surfaces at travertine quarries by the help of a scaled frame. Photographed surfaces were then converted to digital environment. Subsequently, Geographical Information System (GIS) was used for the determination of pore sizes (area and perimeter). All the selected pores on coordinated surfaces were carefully digitised by the help of a GIS programme called ILWIS 3.3 as well as perimeter (L) and area (A) values of the pores were also calculated since each pore segment is accepted as a polygonal object. 2860 pores from the travertine slabs in Anıtkabir, 1148 pores from the fresh surfaces of the same travertine in the quarries and a total of 4008 macro pores were analysed, and pore size-shape parameter values were determined by this method.

Average pore perimeter, pore area and shape parameter values of the pores of the travertine surfaces from Anıtkabir were calculated as 0.46 cm, 0.016 cm² and 0.054, respectively. On the basis of shape parameter values, these pores are generally just in the border of ellipsoidal-circular shape and mostly accepted as circular according to the statistical distribution. Average pore perimeter, pore area and shape parameter values of fresh travertine surfaces in stone quarries were established as 0.75 cm, 0.04 cm² and 0.047, respectively. Thus, the pores in fresh surfaces are generally ellipsoidal shaped. Besides the analysed surfaces, it is sometimes possible to explore the pores having areas larger than 5 cm² at the site.

The pores, which have formed as a result of travertine formation process, exhibit a wide range of pore size distribution. The determined pore sizes of fresh surfaces are bigger than those of travertines in the Anıtkabir. It is stated in the official archives of Anıtkabir that care was paid during construction to use poreless travertine slabs as much as possible. This is the explanation of fewer amounts of large pores in Anıtkabir travertine slabs. The circular shape and the smaller pore size in Anıtkabir travertine surfaces are provoking. Normally, expansion of pore volumes is expected in travertines under atmospheric conditions. Nevertheless, when the fact that the pore sizes in fresh travertines are larger than those in the Anıtkabir samples is considered, the former statement is not valid. Therefore, it is considered that the smaller and circular pores in Anıtkabir travertine slabs are newly formed pores by the effect of atmospheric conditions. Travertine slabs used during the construction of Anıtkabir have been entirely formed by stonework. The contact ratio between precipitation and travertine was amplified since smooth and polished surfaces could not be produced at the time of construction. Finally, it is concluded that the formation of new pores in travertine depends on meteorological effects.

Keywords: Travertine, Pore geometry, Weathering, Geographical Information System, Anıtkabir.

Değınilen Belgeler

- Sousa, L.M.O., Del Rio, L.M.S., Calleja, L., De Argandona, V.G.R., Rey, A.R., 2005. Influence of microfractures and porosity on the physico-mechanical properties and weathering of ornamental granites, *Engineering Geology*, Vol: 77, pp. 153-168.
- Tokashiki, N. and Aydan, Ö., 2003. Characteristics of Ryukyu limestone and its utilization as a building stone in historical and modern structures, *Proceedings of Industrial Minerals and Building Stones, IMBS 2003*, pp. 311-318.
- Tuğrul, A., 2004. The effect of weathering on pore geometry and compressive strength of selected rock types from Turkey, *Engineering Geology*, 75, pp. 215-227.