

GÖRGÜL YÖNTEMLERİN ÖNERDİĞİ DESTEK SİSTEMLERİNİN SAYISAL ANALİZİ: KAPIKAYA BARAJI ÇEVİRME TÜNELİ ÖRNEĞİ, MALATYA

Zülfü Gürocak¹ ve Selçuk Alemdağ²

¹Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, 23119, Elazığ, Türkiye, zgurocak@firat.edu.tr,

²Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane Üniversitesi, 29100, Gümüşhane, Türkiye.

En güvenli ve ekonomik destek sisteminin belirlenmesi yeraltı yapıları için önemlidir. Tünel desteklerinin tasarımında RMR, RMi ve Q kaya kütle sınıflama sistemleri gibi görgül yöntemler birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Bu görgül yöntemler pratik olmaları nedeniyle mühendisler tarafından genellikle tercih edilirler. Ancak, bu görgül yöntemler tünel çevresindeki gerilme dağılımı ve deformasyonları vermezler. Bu nedenle, görgül yöntemlerden elde edilen destek sistemleri sayısal analizlerle kontrol edilmelidir. Bu çalışmada, Kapıkaya baraj yerindeki diyabazların mühendislik özellikleri ve çevirme tünelinin destek tasarımı incelenmiştir. Arazi çalışmalarında, diyabazların içerdiği süreksizliklerin yönelim, devamlılık, aralık, açıklık, pürüzlülük, bozunma derecesi ve dolgusu vb. mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Diyabazların tek eksenli sıkışma dayanımı (σ_c), Young Modülü (E), Poisson oranı (ν) ve birim hacim ağırlığı (γ) gibi fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri kaya örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Baraj yerinin kaya kütle özellikleri ve destek gereksinimleri RMR ve RMi kaya kütle sınıflama sistemleri kullanılarak belirlenmiştir. RMR ve RMi sistemlerinden belirlenen destekler Phase² programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak RMi sisteminden elde edilen kaya bulonları daha gerçekçidir. RMR sistemi gerekenden daha uzun kaya bulonu önermektedir. Diğer taraftan, RMi sisteminin önerdiği püskürtme betonun kalınlığı yeterli değildir ve tünel çevresinde hala yenilme elemanları vardır. RMR sistemi ise daha gerçekçi püskürtme beton kalınlığı önermektedir. Sonuçta, RMR ve RMi sistemlerinden elde edilen destekler dikkate alınarak yeni destek sistemleri önerilmiş ve Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Desteğin uygulanmasından sonra sadece yenilme elemanları sayısı değil aynı zamanda plastik zonun yayılımı da oldukça azalmıştır. Sayısal analiz sonuçları göstermiştir ki, önerilen destek sistemleri uygulama aşamasında yapılacak ölçümler ile görgül ve sayısal yöntemlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak kontrol edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Destek tasarımı, Kapıkaya barajı, Sayısal analiz, RMR, RMi.

NUMERICAL ANALYSIS OF SUPPORT SYSTEMS SUGGESTED FROM EMPIRICAL METHODS: AN EXAMPLE OF DIVERSION TUNNEL AT THE KAPIKAYA DAM SITE, MALATYA

Zülfü Gürocak¹ and Selçuk Alemdağ²

¹Department of Geology, Fırat University, 23119, Elazığ, Turkey, zgurocak@firat.edu.tr,

²Department of Geology, Gümüşhane University, 29100, Gümüşhane, Turkey.

Determination of the most safe and economical support system is important for underground structure. In designing tunnel supports, empirical methods, such as RMR, RMi and Q rock mass classification systems, have been employed by many researchers. These empirical methods are generally preferred by engineers due to practicality. However, these empirical methods do not provide the stress distributions and deformations around the tunnel. For this reason, support systems obtained from the empirical methods should be checked using numerical analyses. In this study, the engineering geological properties of diabases and support design of a diversion tunnel at the Kapıkaya Dam site were examined. In the field studies, the engineering properties of discontinuities in the diabases, such as the orientation, persistence, spacing, aperture, and roughness, a degree of weathering and filling etc were determined. The physical, mechanical and elastic properties of the diabases, such as uniaxial compressive strength (σ_c), Young's modulus (E), Poisson's ratio (ν) and unit weight (γ), were determined from laboratory testing on intact rock samples. The rock mass properties of the dam site and the support requirements were obtained by using the RMR and RMi rock mass classification systems. The supports determined from the RMR and RMi systems were evaluated using Phase² commercial software. As a result, the rock bolts obtained from the RMi system is more realistic. The RMR system suggests taller rock bolt than necessary. On the other hand, the thickness of shotcrete suggested by the RMi system is not enough for tunnel stability and there are still some yielding elements around the tunnel. The RMR system suggests more realistic the thickness of shotcrete. Finally, new support systems were suggested considering supports obtained from the RMR and RMi systems and analyzed for by using the Finite Element Method. After support installation, not only the number of yielded elements but also the extent of plastic zone decreased substantially. The results of numerical analyses have shown that the validity of support systems proposed should be checked by comparing the measurements to be carried out during operation with the results obtained from empirical and numerical methods.

Key Words: Support design, Kapıkaya dam, Numerical Analysis, RMR, RMi.