

Yer Radarı (GPR) Yöntemi ile Bir Mermer Ocağındaki Kalınlıkları ve Süreksizlikleri Görüntüleme

Photographing the Thicknesses and Discontinuities of A Marble Quarry with Ground Penetrating Radar (GPR) Method

Selma KADIOĞLU¹, Yusuf Kağan KADIOĞLU²

¹Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan-ANKARA

²Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan-ANKARA
kadioglu@eng.ankara.edu.tr, kadi@eng.ankara.edu.tr

ÖZ

Yer radarı (GPR) yöntemi, borehole verisi olmaksızın herhangi bir kayacın süreksizliklerinin belirlenmesinde kullanılabilen yeni elektromanyetik jeofizik yöntemdir. Yöntem 2B ve paralel 2B profil verilerinin 3B gösterimi detaylı ve hızlı bir şekilde yeraltı görüntüsünü vermektedir. Yöntem çevreye zarar vermeden çok kolay uygulanabilir.

Bu çalışmanın amacı mermer işletmeciliğini geliştirmek için bir mermer ocağındaki süreksizlikleri ve tabaka kalınlıklarını görüntülemektir. Bu amaçla GPR yöntemi Ankara'nın Polatlı ilçesi Ilıca köyünde bir mermer tabakasındaki kırıkları ve boşlukları derinliğe göre belirleme ve haritalamada başarı ile uygulandı. Çalışma alanı genç karasal karbonat kayalarından oluşmuş ve başlıca kalsit, aragonit ve eser miktarda kuvars ve kalsedon içermektedir. Karbonat kayaları yerel olarak genç gevşek dokulu birim tarafından örtülmektedir. Mikroskop altında sparitik dokuda olup masif yapı sergilememektedir. Kılcal çatlaklar ve kristalize kalsitler tarafından doldurulmuş ve herhangi bir yönelim göstermemektedirler.

Bir profile ait GPR zaman-uzaklık kaydı bazı veri-işlem adımları uygulandıktan sonra yakınyüzey yerininin 2B görüntüsü olarak değerlendirilebilir. Burada yatay eksen profil boyunca uzaklık ve düşey eksen yerine gönderilen radar dalgasının gidiş-geliş zamanıdır. Eğer ortamın hızı belirlenebilirse gidiş-geliş zamanı derinliğe dönüştürülebilir. Çalışma bölgesinin 3B radar veri görüntülemesi paralel 2B profillerin birleştirilmesi ile elde edilir (Kadioğlu, 2003; Kadioğlu ve Daniels, 2002; 2004). GPR yönteminin fay ve kırık belirleme amaçlı kullanımı literatürde geniş bir şekilde yerini almıştır (Grandjean and Gourry, 1996; Grasmueck, 1996; Green et al., 2003; Kadioğlu and Kadioğlu, 2004; Aldaş ve diğ., 2005).

Bu çalışmada, GPR ölçümlerinde RAMAC CU II sistem ve 250 MHz kapalı anten kullanıldı. Çalışma alanı 100x50 m olan düzgün bir platformdu. Burada 5m aralıklarla birbirine paralel, 50 m uzunlukta 21 profil ölçümü alındı. Her bir profile ölçüm aralığı 0.1 m ve her bir izdeki zaman ölçüm aralığı 0.397 ns olarak alındı. 2B verinin işlenmesinde ReflexW v.3.5 programı kullanıldı. Derinliğe göre profillerdeki süreksizlikleri ilişkilendirmek amacıyla paralel 2B profiller sıralanarak 3B görüntüleme yapıldı.

2B ve 3B görüntüleme sonuçlarına göre karbonat kayalarında üç farklı seviye tespit edilmiştir. Birinci ince seviye genellikle bol boşluklu ve altere olmuş ve ayrışmış bölümü oluşturmaktadır. Orta seviye ise daha az boşluklu olup ve genellikle ikinci kalsit ve aragonitler tarafından doldurulmuştur. Taban seviye ise üst seviye ile benzerlik göstermektedir. Ancak boşluklar kil mineralleri tarafından doldurulmuştur. 1.6 m kalınlığında olan bu karbonat kayaları üretilebilir niteliktedir. Ancak bazı kısımlarda özellikle 16. profilden sonra kalınlık 1.2 m ye düşmektedir. Bunun yanında kayalar üzerinde gözlenen düzensiz kırık ve çatlaklar mermer işletimini olumsuz bir şekilde etkileyebilir (Şekil 1 ve 2).

ABSTRACT

Ground Penetrating Radar (GPR) Method, is a new electromagnetic geophysical method which can be used to find out the discontinuity of underground without using borehole data. The method is non-destructive and quickly provides a detailed image of the subsurface with 2D and 3D visualization of parallel 2D profiles.

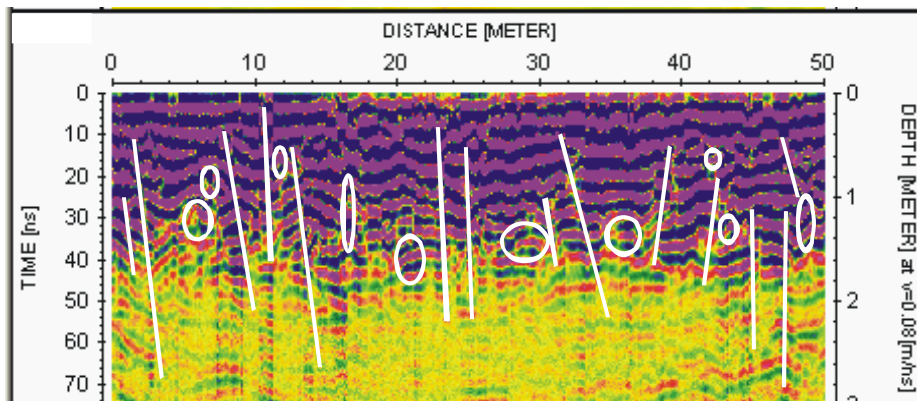
The purpose of this investigation is to find out the discontinuities and the thicknesses of the layer of a marble quarry in order to improve quarry management. GPR method was successfully applied to detect and map fractures and cavities in a marble layer according to depth in Ankara City Polatlı Town at Ilca Village. The research area represents young carbonate rocks and mainly composed of calcite, aragonite with rare amount of quartz and calcedone including some cavities with different sizes in different levels. The carbonate rocks are locally covered by young decomposed deposits. The rock has sparitic texture under the microscope with mono mineral in composition. The micro fractures replaced by recrystallized calcite without any lineation.

GPR time-distance record which belongs to a profile can be viewed a 2D pseudo-image of the near surface earth after some processing steps, with the horizontal axis the distance along the profile, and the vertical axis being the two-way travel time of the radar wave. The two way travel time can be converted to depth, if velocity of the medium is determined. 3D block views of the GPR data are constructed from several parallel profiles (Kadioğlu, 2003; Kadioğlu and Daniels, 2002; 2004).

The usage of the GPR method has been present extensively for fault and fracture imaging (Grandjean and Gourry, 1996; Grasmueck, 1996; Green et al., 2003; Kadioğlu and Kadioğlu, 2004; Aldaş et al., 2005).

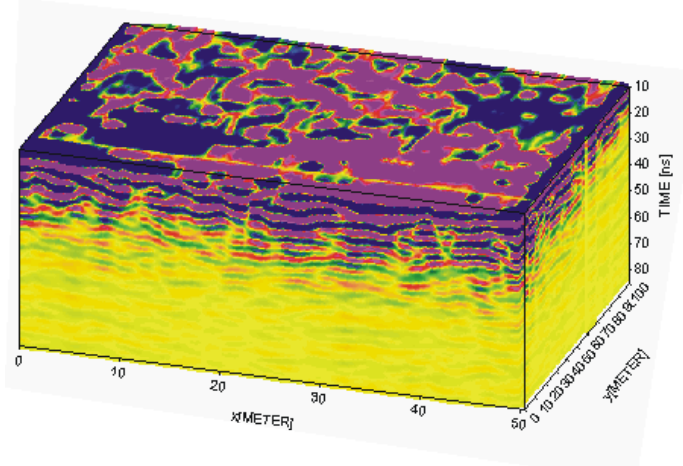
In this study, the instrument used in the GPR measurements for data gathering was RAMAC CU II system with 250 MHz shielded antenna. The study area was a horizontal platform with a size of 100X50 m. 21 profiles, which were spaced 5 m apart, were established as parallel. Length of the profiles was 50 m. Trace measurement spacing was 0.1 m and time sampling interval 0.397 ns per trace on each profile. Data processing was performed in the programs called ReflexW version 3.5 on the parallel 2D profiles. 3D visualization was constructed by a series of parallel profiles to correlate discontinuities signatures from each profile according to the depth.

Three levels, according to the 2D and 3D GPR data visualization results, have been determined in the carbonate rock. The first thin level mostly represents the altered and partly decomposed parts with abundance of cavities. The middle level has less cavities and mostly replacement by secondary calcite and aragonite. The bottom level is similar to the upper levels but their cavities mostly occupied by clay minerals. 1.6 m thicknesses of the carbonate rocks can be yield for the marble production However, this thickness reduces to 1.2 m after profile 16. In addition uncontrolled directions of cracks and fractures may take as a negative view for this production in all the investigated area (Figure1. and 2.).



Şekil 1. Birinci profilin 2B GPR kesiti. Beyaz çizgi ve eliptik kapanımlar sırasıyla kırıkları ve boşlukları göstermektedir.

Figure 1. The 2D GPR section of the first profile. White lines and elliptic circles indicate the fractures and the cavities respectively.



Şekil 2. 10 ns (0.4 m derinlik) de yüzeylenmiş 21 profil verisinin 3B blok görüntüsü.

Figure 2. The 3D block views of the data of the 21 profiles started at time 10 ns (0.4m depth).

Değinilen Belgeler

- Grandjean, G. and Gourry, J.C., 1999; "GPR data processing for 3D fracture mapping in a marble quarry (Thassos, Greece)". *Journal of Applied Geophysics*, 36, 19-30.
- Grasmueck, M., 1996; "3-D ground penetrating radar applied to fracture imaging in gneiss", *Geophysics*, 61, (4), 1050-1064.
- Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H. and Baldwin, J., 2003; "Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit". *Tectonophysics*, 368, 7-23.
- Kadioğlu, S. 2003; "3D Ground Penetrating Radar-Data Acquisition, Processing", and Interpretation, 14th International Petroleum Congress and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey, Ankara-TURKEY", *Proceedings*, 485-486.
- Kadioğlu, S. and Daniels, J. J., 2002; "A Hybrid 2D/3D Ground Penetrating Radar (GPR) Survey of Brownfield Site Along Lake Street in Chicago, Illinois (USA)", *International Conference on Earth Sciences and Electronics-2002 (ICESE-2002)*, Vol.2, 255-261.
- Kadioğlu, S. and Daniels, J. J., 2004; "Integrated 3D visualization of GPR data and EM-61 data", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Pergamon, Volume 68, Number 11S, A468.
- Kadioğlu Y.K. ve Kadioğlu S., 2004; "Yer radarı yöntemi ile bir mermer sahasındaki kırık ve boşlukların belirlenmesi ve derinlik dilimleri üzerinde haritalanması". 16. Jeofizik Kongresi ve Sergisi, *Extended Abstract Kitapçığı*, 359-362, Ankara.
- Aldaş, G.U., Kadioğlu, S. And Uluggergerli, E.; 2005. "The Usage of Ground Penetrating Radar (GPR) in Designing Blast Pattern", *Rock Mechanics and Rock Engineering*, in press.

