

T.C.  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ  
KESİN RAPORU

MERMER BLOKLARININ ALIMI VE İŞLENMESİNDE SÜREKSİZLİKLERİN  
BELİRLENMESİ

**PROJE YÖNETİCİSİ:**

YRD. DOÇ. DR. SELMA KADIOĞLU  
(AÜMF JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ)

**PROJE YÜRÜTÜCÜLERİ:**

DOÇ. DR. YUSUF KAĞAN KADIOĞLU (AÜMF JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ)  
YRD. DOÇ. DR. EMİN ULUGERGERLİ (COMÜ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ)

PROJE NUMARASI: BAP 2005-07-45-030

BAŞLAMA TARİHİ: MAYIS 2005

BİTİŞ TARİHİ: MAYIS 2008

RAPOR TARİHİ: KASIM 2008

ANKARA ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
ANKARA-2008

# MERMER BLOKLARININ ALIMI VE İŞLENMESİNDE SÜREKSİZLİKLERİN BELİRLENMESİ

## DETERMINATION OF DISCONTINUITIES DURING EXCAVATIONS AND PROCESSINGS OF MARBLE BLOKS

### I. ÖZET

Mermer adı altında doğal taş işletmeciliği, bugün 600 milyon dolara ulaşan ihracat kapasitesi ile (yurtiçi kullanımla birlikte bir milyar dolar) tüm maden işletmeciliğinin tek başına ihracat kapasitesinin % 60 ını sağlamaktadır. Mermer işletmeciliğinde % 8-10 mertebesinde verimle çalışan ocaklar da mevcuttur. Kayaçların içerisindeki kırıklar, tabaka değişimi, mineral kümelenmeleri gibi mevcut süreksizlikler bunların başlıca nedenidir. Bunları değiştirme olanağı yoktur. Diğer nedenler, kesim hataları ve süreksizlik yapısına uygun olmayan ocak işletmeciliğidir.

Projenin amacı yer radarı (GPR), jeoloji ve kayaç petrografisi yöntemlerini kullanarak mermer ocaklarındaki makro ve mikro kırıkları, boşlukları, kalınlık değişimini, ve mineral kümelenmeleri gibi süreksizlikleri belirlemek ve görüntülemektir. Bu proje bulguları ile ocağın mevcut süreksizlik durumuna uygun işletme parametreleri seçilmesi durumunda, ocak verimliliğinde önemli artışlar sağlanacak ve ülke ekonomisine de önemli miktarlarda ek katma değer sağlanacaktır. Bu proje mermer ocaklarındaki süreksizliklerin belirlenmesi ve işletmenin yönlendirilmesine dayanan büyük maliyetlerin ve emek kayıplarının engellenmesini hedefleyen interdisipliner bir çalışmadır.

Proje amacı doğrultusunda yer radarı yöntemi ile kırıkların belirlenmesi, iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) görüntülenmesi konusunda yeni bir teknik geliştirilmiştir. Bu teknik yer radarı verilerindeki elektromanyetik (EM) dalga alanı genlik değerleri için yeni genlik-renk düzenlemesi ve genlik-opaklık fonksiyonları düzenlemesi yapılarak tabaka kalınlık değişimi ve kırıkların saydam görüntülenmesini sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar mineraloji petrografi sonuçları ile desteklenmiştir. Proje uygulamaları Sivas-Gürün, Ankara-Polatlı, Kırşehir-Akpınar, Adıyaman ve Ankara-Gölbaşı bölgelerinde işletmeye açılmamış mermer sahalarında

gerçekleştirilmiştir. Proje sonuçları 1 uluslararası makale (SCI), 2 ulusal makale, 8 Uluslararası bildiri makalesi, 1 ulusal sunum ve 1 konferans ile akademik ve mermer işletimi ile ilgili uygulayıcılara aktarılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Mermer, Yer Radarı (GPR), Mineraloji-Petrografi, Süreksizlik, Mermer Bloğu.

## **ABSTRACT**

Marble, as a natural stone business, is alone provides 60% of the exporting capacity of the whole mine industry with the exporting capacity reaching 600 million USD (it is a 1 billion USD with domestic market). Among the Marble pits there are some of those works with productivity level of 8-10%. The main reason of this is the existing discontinuities in the rock from which there is no possibility to remove them. Some of the other reasons are that; cutting errors, production plan which unsuitable to the discontinuity pattern.

The aim of the project is to determine and visualize discontinuities such as macro and micro fractures, gap, changing of the thicknesses and mineral agglomeration and undesired structures by using Ground Penetrating Radar (GPR) method, field geology, mineralogy-petrography. With this study, production parameters will be selected according to the discontinuity pattern of the pit and productivity of the pit will be reasonably increased and additional value will be add to the national economy. This project is an interdisciplinary study based on the delineation of the discontinuities in the pits, directing the production and, accordingly, preventing lose of large amount of the investment and work power.

In direction of project, a new technique has been improved about determination of fractures and two dimensional (2D) and three dimensional (3D) visualization with ground penetrating radar method. This technique has supplied transparent visualization of fractures and layer thicknesses by arranging new amplitude-colour and amplitude-opacity functions for the amplitude values of the electromagnetic (EM) wave fields of data in ground penetrating

method. The obtained results have been supported by the results of mineralogy-petrography studies. The applications of project have done in Sivas-Gürün, Ankara-Polatlı, Kırşehir-Akpınar, Adıyaman ve Ankara-Gölbaşı marble quarry fields before managment. The results of the project have been intruduced to academic and marble operators by 1 international paper (SCI), 2 national papers, 8 international presentations with full paper, and 1 national presentation and 1 conference

**Keywords:** Marble, Ground Penetrating Radar (GPR), Mineralogy-Petrography, Discontinuity, Marble Block.

## II. AMAÇ ve KAPSAM

Projenin amacı yer radarı (GPR) ve kayaç petrografisi yöntemlerini kullanarak mermer ocaklarındaki kırıkları, kalınlık değişimi, ve mineral kümelenmeleri gibi süreksizlikleri belirlemek ve görüntülemektir. Bu proje bulguları ile ocağın mevcut süreksizlik durumuna uygun işletme parametreleri (basamak yüksekliği, eni, yönü, vb) seçilmesi durumunda, ocak verimliliğinde önemli artışlar sağlanacak ve ülke ekonomisine de önemli miktarlarda ek katma değer sağlanacaktır. Proje büyük maliyetlerin ve emek kayıplarının engellenmesini hedefleyen interdisipliner bir çalışmadır.

Proje çalışmaları dört aşamada yapılmıştır. İlk aşamada çalışma bölgesinde işletim öncesi jeolojik yapısal ve dokusal (petrografik) özellikleri tanımlanmıştır. İkinci aşamada yapısal değerlendirmelere uygun olarak (x,y) koordinatlarında alansal GPR verileri çalışma sahasında makro süreksizlikler için uygun düşünülen 100MHz, 250 MHz kapalı sistem antenler kullanarak toplanmıştır. Üçüncü aşamada GPR verileri gerekli işlem aşamalarından geçirilerek (x,y,z) koordinatlarında 2B/3B görüntülenmesi ile ana süreksizlikler (kırıklar, boşluklar, kalınlık değişimi, zayıf bölgeler) belirlenmiştir. Proje kapsamında GPR görüntüleme uluslararası saydam 3B GPR görüntüleme (transparent 3D GPR visualization) adlı yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Son aşamada ise mikro süreksizlikleri, soğuma eklemlerini, anklav yığılımlarını ve alterasyon zonlarını belirlemek için mermer blokları üzerinde ayrıntılı mikroskobik özellikleri tanımlamak amacıyla projede satın alınan 1600 MHz antenler kullanarak GPR yöntemi ilk kez tarafımızdan uygulanmıştır.

Proje kapsamında birçok mermer sahasında çalışma yapılmış ve yapılan çalışmalar uluslararası makale ve bildirimler olarak değerlendirilmiştir. GPR görüntüleme üzerine geliştirilen yöntem sadece mermerlerdeki süreksizlikleri görüntüleme amaçlı sınırlandırılmamış, Anıtkabir Aslanlı Yol üzerindeki kadın ve erkek heykeller ve 24 aslan heykel içerisindeki kırıkların görüntülenmesi, duvar kolon demir örüntülerin görüntülenmesi, Muğla-Dalaman Akköprü barajı rezervuar alanındaki karstik boşlukların görüntülenmesi, Zonguldak tünellerinin stabiliteyi amaçlı kırıkların belirlenmesinde başarıyla uygulanmıştır. Bu çalışmalar Ankara Üniversitesi döner sermaye projeleri ile desteklenmiştir.

### III. MATERYAL VE YÖNTEM

#### MİNERALOJİ-PETROGRAFI

Bir kayaç kütesinin kesilip levhalanıp ve cilalanarak mermer adı altında sunulması için renk, doku ve rezervin uygun olması gerekmektedir. Mermer adı altında kayaçların sedimanter, metamorfik ve magmatik kökenleri belirlenerek incelenmelidir. Her ne kadar sadece metamorfizmaya uğramış, tane boyutu 0.5mm' den büyük ve ana bileşeni kalsitten oluşan mermer tanımını oluştursa da inşaat sektöründe kesilip uygun boyutlara getirilen tüm kayaçlar mermer adı altında tanıtılmaktadır. Magmatik kayaçların dokusal özellikleri; katılaştıkları derinlik ve süreçleri ilgili bilgiler sunarken mineralojik bileşimleri ise, geldikleri derinlik ve komşuluk ettikleri yan kayaç ve içine almış oldukları yabancı kayaç parçalarının türleri hakkında önemli veriler sergilerler. Kayaçlar içerisindeki mafik ve felsik minerallerin oranı kayacın rengini belirlemektedir. Magmatik kayaçlarda tane boyutu kristalleşmenin yavaş veya hızlı gerçekleşmesi hakkında, tanelerin oransal büyüklükleri ise kristalleştikleri derinlikleri hakkında bilgi sunarlar. Bu verilerin tümü kütleinin kalınlığı ve büyüklüğü (rezervi) hakkında bilgi vermektedir. Ancak magmatik kayaçların atmosferik şartlar altında ayrışması ve topraklaşma ile oluşan gevşek dokudaki örtü birimi çoğu zaman bu verileri gizlemektedir.

#### YER RADARI YÖNTEMİ

Yer radarı (GPR) yöntemi, yakın yüzey araştırmalar için kullanılan yüksek frekanslı elektromanyetik, jeofizik yöntemdir. Bir yer radarı verici anten, alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtçıdan oluşmaktadır. Verici anten (transmitter) yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne sahiptir ve birkaç nanosaniyeli bir elektromanyetik sinyal üretir. Yer içinde ilerleyen dalgalar anomali verecek herhangi bir nesne ile karşılaştıklarında yansıma veya saçılmaya uğrayarak tekrar yukarı çıkarlar ve yüzeydeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtçı yardımı ile zamanın bir fonksiyonu olarak kayıt edilirler. Buna **radar izi** adı verilir. Zaman birimi nanosaniye (ns) dir. Ölçümler genellikle bir profil üzerinde, önceden belirlenmiş ölçüm noktalarında alınır. Her ölçüm noktasındaki izler yan yana getirilerek **radargram** adı verilen radar kesitleri elde edilir. Bir alan üzerinde çalışıldığında, arazide paralel profiller kullanılarak ölçümler alınır. Sonuçlar iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) olarak görüntülenebilir (Kadioğlu, 2003; 2006).

GPR yöntemi başlıca **yapısal araştırmalarda** toprak stratigrafisinin ortaya çıkarılmasında (Davis and Annan, 1989), yüzeye yakın jeolojik birimlerin tespitinde (Kadioğlu vd., 2005), fay, kırık ve çatlakların haritalanmasında (Grasmueck, 1996; Grasmueck et al., 2005; Grandjean and Gourry, 1999; Orlando, 2002; Green vd, 2003; Tsoflias, 2004; Kadioğlu ve Kadioğlu, 2004, 2006; Kadioğlu, 2008a; **Koralay ve diğ., 2007**), yeraltı karstik boşluklarının aranmasında (Kadioğlu ve diğ., 2006), yeraltı su seviyesinin tespitinde (Aspiron and Aigner, 1999), yüzeye yakın sıvı hidrokarbon aramalarında (Changryol et al., 2000) kullanılır. Bununla birlikte **arkeolojik çalışmalarda** tapınak, mezar, duvar, temel ve benzeri tarihi kalıntıların bulunmasında (Sambuelli, et al., 1999; Daniels, 2000; Kadioğlu, 2008b; Kadioğlu ve diğ., 2008), **metalik meteryal arama çalışmalarında** yeraltında gömülü boru, boru hattı, su veya akaryakıt tankı ve eski endüstriyel atık alanlarının tespitlerinde (Kadioğlu and Daniels, 2008), **zemin araştırmalarında, tünel araştırmalarında** karayolu, demiryolu, su tünelleri, tüp geçitler, maden galerileri içinde duvar cephelerinin sağlamlık tespitinde, galeri içinde bozunmuş zon ve cevher aramada, galeri ilerleme yönü tespitlerinde (Kadioğlu ve Kadioğlu, 2008; Cardelli, et al., 2002) ve yeraltındaki **insan kalıntılarını aramada** (Hammon III et al., 2000) kullanılmaktadır.

Proje konumuz ile ilgili yapılan çalışmalar ve projede geliştirilen teknik Kadioğlu (2008) makalesinde ayrıntılı olarak verilmektedir.

#### **IV. ANALİZ VE BULGULAR**

##### **ARAZİ ÇALIŞMALARI**

- A) **Jeoloji Çalışmaları:** Çalışılan bölgelerin genel jeolojisi ve yapısal özellikleri tanımlandı. Petrografi çalışmaları için örnekler toplandı. Her bir bölge için jeoloji çalışmaları ve harita ayrıntıları yapılan makaleler içerisinde ayrıntılı olarak verilmiştir (bkz. EK D v E).
- B) **GPR Çalışmaları:** Çalışma alanlarında yaklaşık 1-5 m aralıklarla konuşlandırılmış paralel profiller oluşturuldu. RAMAC CUII GPR sistemi ve amaca yönelik 100, 250, 500 MHz kapalı sistem antenler kullanılarak çalışma alanlarındaki profiller üzerinde GPR verileri toplandı. Çıkartılmış 3x3 m'lik bloklar üzerinde 10 cm aralıklarla konuşlandırılmış paralel profiller üzerinde 1600 MHz (1.6 GHz) anten kullanılarak

veriler toplandı. Her bir bölge için veri toplama ayrıntıları yapılan makaleler içerisinde ayrıntılı olarak verilmiştir (bkz. EK D v E).

## **LABORATUVAR ÇALIŞMALARI**

**A) Petrografi çalışmaları:** Kayaç örneklerinden elde edilen İnce kesit örneklerinin mikroskopik özellikleri belirlendi, mineral bileşimleri ortaya konuldu. Proje kapsamında çalışma bölgelerinin petrografik tanımlamaları yapılan makaleler içerisinde ayrıntılı olarak verilmiştir (bkz. EK D v E).

**B) GPR Verilerini İşleme ve Görüntüleme:** Toplanan GPR verilerinden gürültülerin ayıklanması amacıyla bir önceki bölümde anlatılan veri işleme aşamaları uygulandıktan sonra her bir veri için yeni bir metodoloji geliştirerek genlik-renk fonksiyonu düzenlendi ve 2B görüntü sadeleştirme yapıldı. Böylece 2B profil kesitleri üzerinde tabaka kalınlıkları ve kırıkların belirlenmesi sağlandı (bkz. EK- D ve E). Profillerin arka arkaya sıralanması ile elde edilen 3B katı (içi görülemeyen) veri hacmi oluşturuldu. Katı blok veri içini saydam hale getirmek amacıyla yine yeni bir metodoloji geliştirildi ve genlik-opaklık fonksiyonu oluşturuldu (bkz. EK- D ve E). Amaca göre oluşturulan saydam blok görüntü elde edildi. Buna göre düzenlenen genlik-opaklık fonksiyonu ile x ve y yatay konum ve z derinlik konumunu gösterecek şekilde kalınlık değişimini görüntüleyebilen saydam veri bloğu elde edildi (EK-E). Yine aynı veri kullanılarak blok içinde kırıkların x,y,z konumlarını ve değişimlerini görüntüleyebilen saydam 3B blok ve onun alt blokları ile görüntüleme sağlayan yeni bir genlik-opaklık fonksiyonu düzenlendi.

Proje hedefine ulaşan arazi ve laboratuvar çalışmaları sadece bir bölge ile sınırlandırılmayıp, birkaç mermer ocağı sahasına uygulandı (bkz. EK-D ve E). Geliştirilen görüntüleme metodolojisi ile mermer kalınlık ve kırıklarının belirlenmesi dışında arkeolojik gömülü yapıları görüntülemeye Ankara-Ulus Vilayet Meydanında gömülü Roma Yolu güzergahını belirlendi ve Valilik bahçesinde yapılan sondaj çalışması ile ispatlandı. . ANITKABİR’de Aslanlı yol üzerindeki 24 aslan, üç kadın ve üç erkek heykelin içerisindeki kırıklar ve boşluklar belirlendi (bkz. EK D ve E). Zonguldak şehirtından geçen tünellerin stabilite çalışmaları için tünel üzerindeki kırıklar belirlendi.



## **V. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Proje dahilinde çalışılan bölgelerde genel jeoloji haritalarının oluşturulması, mermer tabaka kalınlıklarının, makro ve mikro kırıkların ve uzanımlarının 2B ve 3B saydam bloklar içerisinde görüntülenmesi ile zayıf bölgelerin belirlenmesi, petrografik çalışmalar ile mermer kayaç türü, mermer mineral bileşimi, renk ve doku bileşiminin ortaya çıkarılması sağlanmıştır. Bu sonuçlar dahilinde işletme yönlendirilerek kırık yönlerine ve büyüklüklerine göre işletimin ekonomik boyutu ortaya çıkartıldı. Kesilecek mermer blokları büyüklüğü, çalışılan bölge içinde kırıkların konumuna göre değişiklik gösterebileceği ortaya konuldu. Çıkarılan blokların mineral bileşimi, renk ve doku değişimi, sağlamlık durumu önceden belirlenmiş oldu.

Bu proje bulguları ile ocaklarda mevcut süreksizlik durumuna uygun işletme parametreleri seçilerek ocak verimliliğinde önemli artışlar sağlandı ve ülke ekonomisine de önemli miktarlarda ek katma değer sağlayan sonuçlar elde edildi. Bunun yanında yayınlana makaleler, sunulan ulusal ve uluslar arası sunumlar ile Türkiye ekonomisinde büyük rol oynayan mermercilik sektöründe ocak açılmadan önce ilgili sahanın süreksizliklerin belirlenmesi, mineral-doku-renk yapısının ortaya konulması ve sonuçlara göre ocak açılması ve işletiminde işletmenin yönlendirilmesinde büyük maliyetlerin ve emek kayıplarının engellenebileceği biz Ankara Üniversitesi öğretim üyeleri olarak üzerine düşen görevi yeni getirdi ve ilgili sektöre sesini duyurdu.

## **VI. KAYNAKLAR**

- Aspiron, U., and Aigner, T., 1999. Towards realistic aquifer models: Three dimensional georadar surveys of Quaternary gravel deltas (Singen Basin, SW Germany), *Sedimentary Geology*, 129, 281-297.
- Cardelli, E., Marrone, C., and Orlando, L., 2003. Evaluation of tunnel stability using integrated geophysical methods, *Journal of Applied Geophysics*, 52, 93-102.
- Changryol, K., Daniels, J. J., Guy, E., Radzevicius, S. J., and Holt, J., 2000. Residual hydrocarbons in a water-saturated medium: A detection strategy using ground penetrating radar, *Environmental Geosciences*, 7, 4, 169-176.

- Daniels, J.J., 2000. Ground penetrating radar for imaging archeological objects in the subsurface, Proceedings of the New Millennium International Forum on Consideration of Cultural Property, Kongju, Korea, 247-265.
- Davis, J.L., and Annan, A.P., 1989. Ground-penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, 37, 531-551.
- Grandjean, G., and Gourry, J.C., 1999. GPR data processing for 3D fracturemapping in a marble quarry (Thassos, Greece). *Journal of Applied Geophysics* 36, 19–30.
- 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.
- Grasmueck, M., 1996. 3-D ground penetrating radar applied to fracture imaging in gneiss, *Geophysics*, Vol. 61, No.4, 1050-1064.
- Grasmueck, M., Weger, R., and Horstmeyer, H., 2005. Full-resolution 3D GPR imaging. *Geophysics*, Vol. 70, No.1, K12-K19.
- Hammon III, W. S., McMechan, G. A., and Zeng, X., 2000. Forensic GPR: finite-difference simulations of responses from buried human remains. *Journal of Applied Geophysics*, V. 45, 171-186.
- Kadıoğlu, S., Aldaş, G. U., Karpuz, C., Düzgün, Ş. B. ve Kadıoğlu, Y.K., 2005. “Taş Ocağı Seçiminde Mühendislik Disiplininin Önemi: Gölbaşı Andezitlerinde Bir Uygulama”, *Madencilik*, ISSN:0024-9416, Cilt 44, Sayı 3, 25-33.
- Kadıoğlu, S. ve Kadıoğlu, Y. K., 2006.. “Yer Radarı Yöntemi ile Bir Mermer Sahasındaki Kırıkların, Sağlam ve Bozuk Alanların Belirlenmesi”, *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, Sayı 1-2, 127-135
- Kadıoğlu, S., 2006.. “Processing of Amplitudes in Ground Penetrating Radar Method: Applied Samples”, *17<sup>th</sup> International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara-TURKEY, November, 14-17, (CD Proceedings),
- Kadıoğlu, S., 2008a. Photographing layer thicknesses and discontinuities in a marble quarry with 3D GPR visualisation, *Journal of Applied Geophysics* 64(3), 109-114.
- Kadıoğlu, S., 2008b. “Transparent 3D Visualisation of Ground Penetrating Radar Method”, *18<sup>th</sup> International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara-TURKEY, October, 14-17, (CD Proceedings, 3A11, Invited Speaker),.
- Kadıoğlu, S. ve Kadıoğlu, Y. K., 2008. *Hisarönü-Zonguldak İstasyonları Arasında Bulunan 55 Nolu Tüneldeki Kaplama Kalınlığının ve Stabilite Durumunun Petrografi ve Yer radarı Yöntemi İle Araştırılması Projesi*, Ankara Üniversitesi-Ankara Devlet Demiryolu Varyantlar ve Yeni Yollar İnşaatları Grup Müdürlüğü, proje raporu.
- Kadıoğlu, S., Kadıoğlu, Y. K., Kadıoğlu, M., 2008. “Determination of Burried Roman Roads in Nysa Ancient City with Ground Penetrating Radar Method” *18<sup>th</sup> International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara-TURKEY, October, 14-17, (CD Proceedings, 2B3),

- Kadıoğlu, S. and Daniels, J. J., 2008. 3D visualization of integrated ground penetrating radar data and EM-61 data to determine buried objects and their characteristics, *Journal of Geophysics and Engineering*, No. 5, P.448-456.
- Kadıoğlu, S., Kadıoğlu, Y.K., Akyol, A.A., 2008a. Geoarcheological Research of the Mid-Age Ilyasbey Complex Buildings with Ground Penetrating Radar in Miletus, Aydin, Western Anotolia, Turkey, *B C Burchfiel 2008 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2 012021. doi: [10.1088/1755-1307/2/1/012021](https://doi.org/10.1088/1755-1307/2/1/012021).
- Kadıoğlu, S. ve Kadıoğlu, Y. K., 2006. Yer Radarı Yöntemi ile Bir Mermer Sahasındaki Kırıkların, Sağlam ve Bozuk Alanların Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, Sayı 1-2, 127-135.
- Kadıoğlu, S., Ulugergerli, E.U., and Daniels, J.J., 2006. 3D visualization to map cavities by GPR method: Dalaman Akkopru dam reservoir area, Mugla, Southwest Turkey. 11<sup>th</sup> International Conference on Ground Penetrating Radar, June 19-22, 2006, Columbus-Ohio, USA.
- Koralay, T., Kadıoğlu, S. and Kadıoğlu, Y. K., 2007. A New Approximation in determination of zonation boundaries of ignimbrite by ground penetrating radar: Kayseri, Central Anotolia, Turkey, *Environmental Geology*, 52, No.7, 1387-1397.
- Orlando, L., 2002. Ground penetrating radar in massive rock: A case history. *European J. of Env. and Eng. Geophysics*, 7, 265-279.
- Sambuelli, L., Socco, L.V., and Brecciaroli, L., 1999. Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on a Roman site (Victimulae, Salussola, Biella). *J Appl Geophys* 41:189–204.
- Tsoflias, G.P., Gestel, J-P. V., Stoffa, P.L., Blankenship, D.D., Sen, M., 2004. Vertical fracture detection by exploiting the polarization properties of ground-penetrating radar signals. *Geophysics*, Vol. 69, No. 3, P. 803-810.

## **VII. EKLER**

### **a) Mali Bilanço ve Açıklamaları**

Projenin toplam bütçesi 42.000 YTL dir. Bu bütçenin tamamı çok yüksek frekanslı RAMAC CU II radar sistemine uyumlu 1600 MHz kapalı antenin alınması için satın alma bölümüne aktarılmıştır. Daha sonra arazi çalışmaları, petrografik çalışmaların laboratuvar giderleri ve diğer giderler için 25.000YTL ek bütçe istenmiş, ancak ne varki cevap olarak istenen para proje amacına uymuyor gerekçesiyle reddedilmiştir. Arazi uygulamalı bir projeye arazi bütçesi verilmeden nasıl proje yapılabilir, laboratuvar çalışmalarına bütçe verilmeden nasıl analizler yapılabilir, çalışmaları kağıda aktaracak bir toner, bir top kağıt bile maalesef bu proje için çok görülmüştür. Proje çalışmalarının başarısız olmaması ve yürütülebilmesi için proje konusu ile ilgili uygulamalı proje yöneticisi Yrd. Doç.Dr. Selma KADIOGLU tarafından yönetilen üç A.Ü. döner sermaye destekli projelerden yöneticiye ayrılan gelirler bu projeye aktarılmak zorunda kalmıştır. Bu nedenle proje yöneticisi oldukça zor durumda kalmış ve proje raporu teslimi gecikmiştir.

Ek bütçenin verilmemesi nedeniyle proje yürütücülerinden Yrd.Doç.Dr. Emin ULUGERGERLİ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesine geçiş yaptığından onun geliş-gidiş masrafları ve arazi masrafları karşılanamadığından projeden ayrılmıştır. Yine proje çerçevesinde kendisine düşen çalışmaları gerçekleştirmediği için Yrd. Doç. Dr. Güzin Gülsev ALDAŞ proje dışında kalmıştır.

### **b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımı**

Proje dahilinde alınan RAMAC CU II radar sistemine uyumlu, 1600 MHz kapalı sistem anten, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümünde yine proje yöneticisinin araştırmacı olarak içinde bulunduğu TÜBİTAK SOBAG107K523 projesi çerçevesinde kullanılmaktadır. Yine yaklaşık 1 yıl sürecek Suriye-Şam Abdülhamit Türbesi ve çevresinde gömülü yapıların araştırılması amacıyla çalışmalara başlanan A:Ü. Döner sermaye projesi devam etmektedir. Bu projeler ve Ankara Üniversitesinde tarafımızdan yer radarı yöntemi kullanılarak son

iki yılda yapılan döner sermaye projelerinin bütçeleri de dikkate alınarak ilgili antenin proje yöneticisi Yrd. Doç.Dr. Selma KADIOĞLU sorumluluğuna verilmesini arz ederim.

**c) Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar (varsa Kesim III'de yer almayan analiz ayrıntıları)**

Bilimsel ayrıntılar, Kadioğlu (2008) makalesinde ayrıntılı olarak verilmektedir.

**d) Sunumlar (bildiriler ve teknik raporlar)**

Proje dahilinde tam makalesi basılı 8 uluslar arası bildiri ve özeti basılı bir ulusal bildiri ve bir konferans sunulmuştur. Bildiri makaleleri EK-D1, EK-D2 ...EK-D10 ekleri olarak rapora eklenmişlerdir.

EK-D1:

**Kadioğlu, S.**, “Transparent 3D Visualisation of Ground Penetrating Radar Method”, *18<sup>th</sup> International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara-TURKEY, October, 14-17, (CD Proceedings, 3A11, Invited Speaker), **2008**.

EK-D2:

**Kadioglu, S.** and Kadioglu, Y. K., “Visualization of Structural and Textural Discontinuities in a Marble Quarry Using Ground Penetrating Radar (GPR) and Rock Petrography Methods”, *Türkiye 20. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı*, Editörler: Celal Karpuz, Mehmet Ali Hindistan, Erhan Tercan, 6-8 Haziran, Ankara, 153-160, **2007**.

EK-D3:

**Kadioglu, S.**, “Processing of Amplitudes in Ground Penetrating Radar Method: Applied Samples”, *17<sup>th</sup> International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara-TURKEY, November, 14-17, (CD Proceedings), **2006**.

EK-D4:

**Kadioglu, S.** and Kadioglu, Y.K., “Measuring the Thickness and Figuring out the Discontinuities of a Marble Quarry with GPR”, *11<sup>th</sup> International Conference on*

*Ground Penetrating Radar (GPR 2006)*, June 19-22, Columbus-Ohio, USA, (CD Proceedings), 155\_cse, **2006**.

EK-D5:

**Kadioglu, S.**, Ulugergerli, E.U. and Daniels, J. J., “3D Visualization to Map Cavities by GPR Method: Dalaman Akkopru Dam Reservoir Area, Mugla, Southwest Turkey”, *11<sup>th</sup> International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR 2006)*, June 19-22, Columbus-Ohio, USA, (CD Proceedings), 156\_dnj, **2006**.

EK-D6:

**Kadioglu, S.** and Kadioglu, Y. K., “Determination of Discontinuities of a Marble Quarry with Ground Penetrating Radar”, *Understanding the Genesis of Ore Deposits to Meet the Demands of the 21<sup>st</sup> Century, 12<sup>th</sup> Quadrennial IAGOD Symposium*, Moscow, 21-24, August, (CD Proceedings), **2006**.

EK-D7:

Aldas, G. G. U., **Kadioglu, S.** and Karpuz, C., “Characterization of Fractures by Ground Penetrating Radar”, *15<sup>th</sup> International Symposium on mine planning and equipment*

EK-D8

**Kadioglu, S.** and Kadioglu, Y. K., “Determination of Fractures and Cavities and Mapping of Depth Slices in A Marble Area by Ground Penetrating Radar”, *16<sup>th</sup> International Geophysical Congress and Exhibition of Turkey*, 7-10 December, MTA Cultural Center-Ankara, Abstract Book, p. 359-362, **2004**.

EK-D9:

**Kadioğlu, S.** ve Kadioglu, Y.K., “Yer Radarı (GPR) yöntemi ile Bir Mermer Ocağındaki Kalınlıkları ve Süreksizlikleri Görüntüleme”, *59. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Bildiri Özleri Kitabı, 447-449, MTA Kültür Sitesi- Ankara, **2006**.

EK-D10:

**Kadioğlu, S.**, **Kadioğlu, Y.K.**, “Mermer Aramalarında Jeofizik (Jeoradar Uygulamaları)”, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, 12 3 2006, saat 10:00-17:00, **2006**.

Bununla birlikte yer radarı ile ilgili 6 A.Ü. döner sermaye projesi yapılmış ve raporlanmıştır. Bu raporların tamamı oldukça büyük ve renkli dosyalar olduğundan

rapora ek olarak konulamamaktadır. Proje adları aşağıda verilmiştir. Ankara Üniversitesi Döner Sermaye Arşivinden temin edilebilir.

- 1- *Ankara Vilayet Meydanı Antik Roma Yolunun Yer Radarı Yöntemi İle Araştırılması ve Arkeolojik Malzemelerin Petrografik ve Arkeometrik Tanımlanması*, Ankara Üniversitesi - Ankara İl Özel İdaresi, **Proje Yöneticisi Yrd. Doç.Dr. Selma KADIOĞLU**, 2006.
- 2- *Anıtkabir Aslanlı Yol Anıtlar Grubu ve Aslan Heykelleri, Sakarya Meydan Muharebesi Kabartmaları ile Revaklı Avlu Taş Yüzeylerinde Malzeme Korumaya Yönelik Belgeleme, Malzeme Analizi ve Jeofizik Çalışmalar (Yer Radarı Yöntemi ile Aslanlı yol üzerindeki Kadın-Erkek Heykellerindeki ve Aslanlardaki Gömülü Kırık-Çatlakların Görüntülenmesi) Araştırma Projesi*, Ankara Üniversitesi - Anıtkabir Komutanlığı, **Proje Yöneticisi Yrd. Doç.Dr. Selma KADIOĞLU**, 2007.
- 3- *Milet İlyas Bey Camisi ve Külliyesinde Bulunan Yapılara, Kalıntılara ve Buluntulara ait Özgün Malzemelerin Korunmasına Yönelik Araştırma ve Uygulama Projesi; Yer Radarı Yöntemi ile Milet İlyas Bey ve Külliye Alanında Gömülü Arkeolojik Yapıların Araştırılması*, Ankara Üniversitesi- Söktaş Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., **Araştırmacı**, 2007.
- 4 *Batman-Hasankeyf, Zeynel Bey Külliyesi ve Hamam Yapıları Arasındaki alanda Zemin Altında Bulunan Kalıntıların Saptanmasını, Zeynel Bey Türbesi'nde Kullanılan Özgün Yapı Malzemelerine İlişkin Sorunların Tespit Edilmesi ve Korunmasına Yönelik Çözüm Önerilerini İçeren Araştırma Projesi*, Ankara Üniversitesi- KA.BA Eski Eserler Koruma ve Değerlendirme LTD., **Araştırmacı**, 2007.
- 5-*Hisarönü-Zonguldak İstasyonları Arasında Bulunan 55 Nolu Tüneldeki Kaplama Kalınlığının ve Stabilite Durumunun Petrografi ve Yer radarı Yöntemi İle Araştırılması Projesi*, Ankara Üniversitesi- Ankara Devlet Demiryolu Varyantlar ve Yeni Yollar İnşaatları Grup Müdürlüğü, **Proje Yöneticisi Yrd. Doç.Dr. Selma KADIOĞLU**, 2008.
- 6- Suriye- Şam Abdülhamit Türbesi ve .....

Devam etmektedir.

#### **e) Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler**

Proje çalışmalarında yer radarı yöntemi ile kırıkları görüntülemek amacıyla geliştirilen yeni 3B saydam görüntüleme tekniği A sınıfı SCI makale ile uluslar arası akademi dünyasına tanıtılmıştır. Yine basılı 2 ulusal yayın bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla EK-E1, EK-E2 ve EK-E3 ekleri olarak rapora eklenmişlerdir.

EK-E1:

**Kadioğlu, S.**, “Photographing Layer Thicknesses and Discontinuities in a Marble Quarry with 3D GPR Visualisation”, *Journal of Applied Geophysics*, 64, 109-114. (2008). (SCI)

EK-E2:

**Kadioğlu, S.** ve Kadioğlu, Y. K., “Yer Radarı Yöntemi ile Bir Mermer Sahasındaki Kırıkların, Sağlam ve Bozuk Alanların Belirlenmesi”, *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, Sayı 1-2, 127-135 (2006).

EK-E3:

**Kadioğlu, S.**, Aldaş, G. U., Karpuz, C., Düzgün, Ş. B. ve Kadioğlu, Y.K., “Taş Ocağı Seçiminde Mühendislik Disiplininin Önemi: Gölbaşı Andezitlerinde Bir Uygulama”, *Madencilik*, ISSN:0024-9416, Cilt 44, Sayı 3, 25-33 (2005).