



## Balıklıova-İzmir'deki Bir Mermer Ocağında Uygulanan Jeofizik Yöntemler

### Geophysical Methods Applied at a Marble Quarry in Balıklıova-Izmir

Tolga Gönenç<sup>1</sup>, Oya Pamukçu<sup>2</sup>, Ahmet Hakan Onur<sup>3</sup>, Mustafa Akgün<sup>4</sup>, Selçuk Erbakan<sup>5</sup>, Özkan C. Özdağ<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca-İzmir  
([tolga.gonenc@deu.edu.tr](mailto:tolga.gonenc@deu.edu.tr))

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca-İzmir

<sup>3</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca-İzmir

<sup>4</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca-İzmir

<sup>5</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tınaztepe Kampüsü Buca-İzmir

<sup>6</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca-İzmir

**Özet :** Mermer madenciliğinde, yüzeyden izlenebilen süreksizliklerin devamının üçüncü boyutta takip edilebilmesi ve konularının belirlenebilmesi, blok verimini ve kalitesini artırmanın yanında üretim şeklini belirleyerek, daha ekonomik işletme şartlarının da oluşturulması açısından çok büyük önem arz etmektedir. Böylelikle mevcut kaynaklarımız daha verimli değerlendirilebilecek ve ekonomiye katkısı çok daha fazla olacaktır. Mermer ocağındaki çatlak ve kırık sistemleri, elde edilecek bloğun verimliliğini denetlemektedir. Blokların kesimleri, bloğun mineralojik ve fiziksel özelliklerine (çatlak sistemlerinin uzanımları, bozuşmuş bölgelerin varlığı vb) göre yapılmaktadır. Bu özellikler de kesimden sonra ocaktan elde edilecek mermer miktarının ekonomik değerini belirlemektedir. Bu nedenle mermer ocağındaki çatlak ve kırık sistemlerinin varlığının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, çalışma kapsamında İzmir'deki bir açık işletmecilikle üretim yapan mermer ocağında çatlak ve kırık sistemlerinin araştırılması için Jeofizik çalışmalar planlanmıştır. Mevcut ayna basamak üzerinde jeofizik çalışmalar kapsamında, boşluk ve çatlak sistemlerinin araştırılmasında, uygun koşullarda başarılı sonuçlar veren, mikrogravite, yer radarı (GPR) ve elektrik tomografi yöntemleri uygulanmıştır. Jeofizik çalışmalardan elde edilen veriler ocaktaki aynanın kesilip dağıtılmasından sonra elde edilen arazi gözlemleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Büyük ölçekli çatlaklar ve bloğun farklı fiziksel özellikli kısımları belirlenmiş ve yapılan bu çalışma ile Jeofizik yöntemlerin mermer işletmeciliğinin farklı aşamalarında katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mermer ocağı, mikrogravite, GPR, elektrik tomografi

#### Abstract:

In marble quarrying, the tracking and locating of extension of discontinuities observed on the surface is of great importance not only from the aspect of increasing the block efficiency and quality, but also from the aspect of creating more economical quarrying conditions. Thus, our present resources will be evaluated more efficiently and their contribution to national economy will be much more. The crack and fracture systems at a marble quarry govern the efficiency of the block that will be extracted. The extraction of blocks is performed according to the mineralogical and physical properties (extension of fracture systems, presence of weathering zones and etc.) of the block. These properties determine the economic value of the marble quantity that will be obtained after sawing. Therefore, the determination of the presence of fracture systems within a marble quarry plays an important role. For this purpose, in this paper, several geophysical studies were planned for the exploration of crack and fracture systems at a marble quarry in Izmir which operates by open pit mining technique. In the context of geophysical studies that were conducted on recent face-bench, microgravity, ground penetration radar (GPR) and electrical tomography methods, which have already succeeded in the exploration of pores and crack systems previously, were applied. The data that were obtained from these geophysical methods were evaluated together with the field observation following the sawing of the face. Large-scaled fractures and various physical properties of the block were determined and with the help of this study, it was concluded that geophysical methods would substantially contribute to marble quarrying in different stages.

Keywords: Marble quarry, microgravity, GPR, electrical tomography

## GİRİŞ

Dünya mermer potansiyelinin büyük bir kısmının ülkemizde olmasına rağmen, günümüzde mermer üretimi ve ihracatımız, dünya pazarında ilk sıralarda değildir. Mevcut mermer rezervlerinin ancak %1 i üretilmektedir. Sahip olduğumuz kaynaklarımızın daha verimli kullanılması ve üretim hızının artırılması gerekmektedir. Bunun için de blok veriminin artırılması ve doğru ocak açığı seçimi büyük

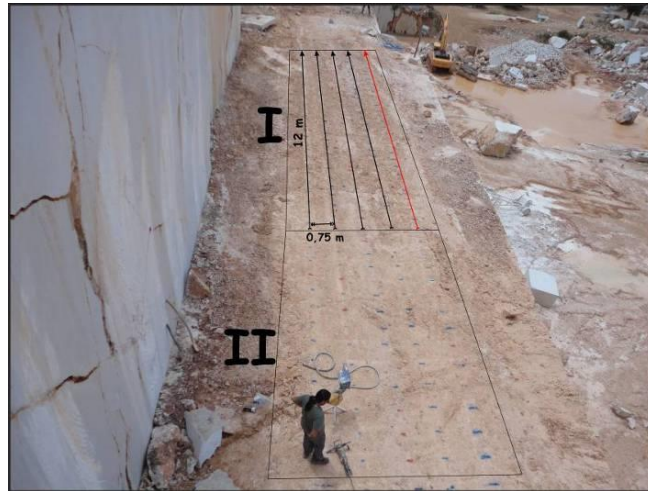
önem taşımaktadır. Zira kesilip parlatılsa bile, istenilen boyutlarda elde edilemeyen mermerler ticari açıdan çok fazla önem taşımamaktadır. Bu nedenle mermer üretiminde hedef, ocakta var olan en büyük ölçülerde ve sağlamlıkta blok üretimi olmalıdır. Günümüzde, mermer üretiminde blok verimine esas teşkil eden kırık ve çatlak sistemlerinin tespitini sağlayan direkt bir yöntem mevcut değildir. Zira mermer madenciliğinde, yüzeyden izlenebilen süreksizliklerin devamının üçüncü boyutta takip edilebilmesi ve konumlarının belirlenebilmesi, blok verimini ve kalitesini artırmanın yanında üretim şeklini belirleyerek, daha ekonomik işletme şartlarının da oluşturulması açısından çok büyük önem arz etmektedir. (Myung vd., 2012; Cai ve Kaiser, 2005; Jih-Hao vd, 2007; Onur ve Bakraç, 1997; Bakraç, 1997; Onur ve Bakraç, 2009, Onur vd, 2012; Onur, 1995). Böylelikle mevcut kaynaklarımız daha verimli değerlendirilebilecek ve ekonomiye katkısı çok daha fazla olacaktır.

Bu çalışmada, mermer içindeki süreksizliklerin üçüncü boyutta izlenebilmesi hedeflenerek, mermer blokları içerisinde olabilecek boşluk, kırık ve çatlakların varlıkları bu fiziksel anomalilere duyarlı olan mikrogravite (Butler, 1984; Akgün vd., 2013), yer radarı (GPR)( Unterberger,1974; Annan ve Davis, 1976;Rubin ve Fowler, 1977; Kadioğlu vd., 2003) ve elektrik tomografi yöntemleri (Özgül, 2010) ile irdelenmiştir.

Yapılan arazi çalışmaları ve veri değerlendirmeleri sonucunda elde edilen bulgular mermer ocağında yapılan blok kesim işlemlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ana çatlak sistemleri saptanmıştır.

## UYGULAMA

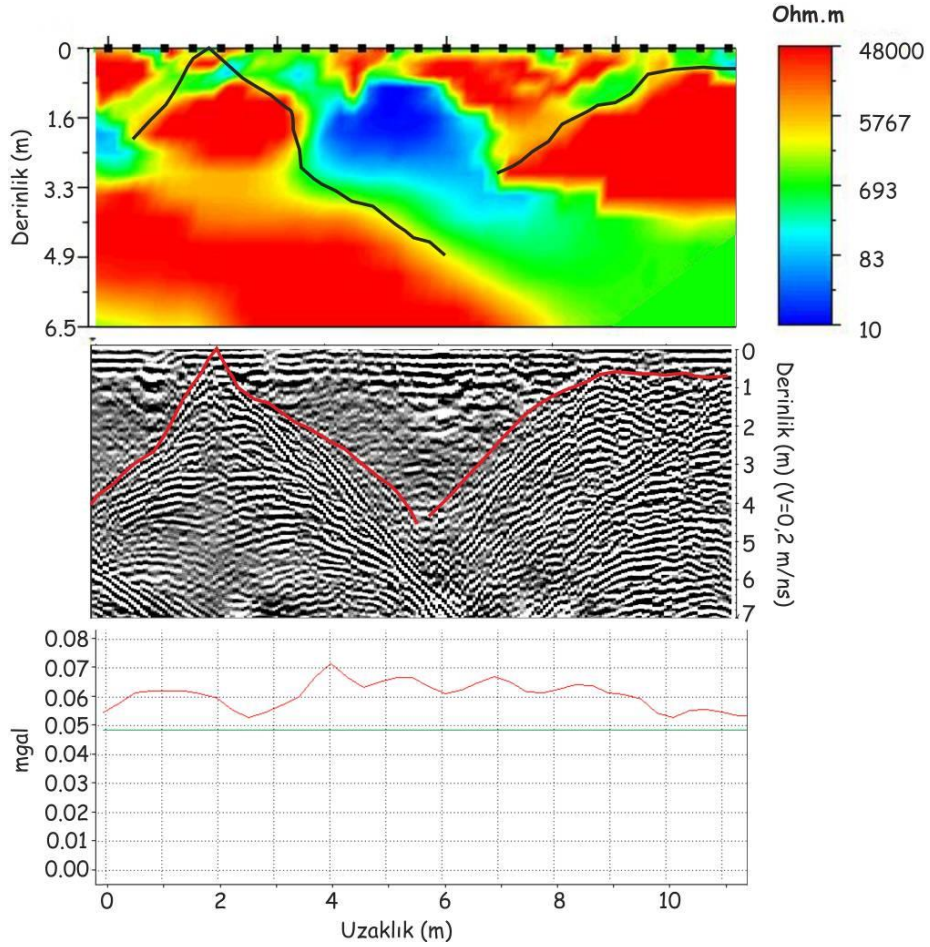
Çalışma kapsamında İzmir Balıklıova'da bir mermer ocağındaki kesilmiş ve dağıtılmaya hazır ayna, deney alanı olarak seçilmiştir Blok iki deney alanına ayrılarak beş profil üzerinde jeofizik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Öncelikle Scintrex CG-5 gravite cihazı ile toplam 3 tekrarlı ölçümle 300 noktada mikrogravite çalışması yapılmıştır. İkinci aşamada Ramac Mala marka GPR cihazı, 500 Mhz'lik anten kullanılarak, GPR yöntemi uygulanmıştır. Son olarak AGI Superstring R8-IP cihazı ile 56 kazıklı sistem, 0,5 m elektrot aralıkları ile Elektrik tomografi yöntemi uygulanmıştır. Elektrik tomografi uygulamasında yanal ve düşey yönlü süreksizliklere duyarlılığı yüksek olması sebebiyle Dipol-Gradyent dizilim sistemi kullanılmıştır. Aynı profil üzerinde uygulanan bu yöntemlere ait sonuçlar ile blok kesildikten sonraki görüntü çalışması tamamlanan 1. Çalışma Bloğu, 1. profil için (Şekil 1 Kırmızı Profil) Şekil 2 ve 3'te sunulmaktadır.



**Şekil 1** Çalışma bölgesi I ve II. alan, ölçüm profil ve noktaları, bu çalışmada jeofizik çalışmalar ait sonuçları sunulan ve kırmızı ile gösterilen 1. profil



**Şekil 2 a)** 1. Alan 1. profil (Şekil 1) deney bloğunun düşürülmeden önce gözlemlenen ayna, **b)** Kesimi yapılan aynanın sökümü yapıldıktan sonraki görünümü



**Şekil 3** Çalışma profiline ait elektrik öz direnç, yer radarı ve mikrogravite ortak sonuçları



## SONUÇLAR

Mermer ocaklarının işletme yerinin belirlenmesinde ve işletme açıldığında blok verimliliklerinin belirlenmesinde bloklardaki çatlak sistemleri ve bu sistemlerin konumları önemlidir. Mermer üretiminde blok veriminin artırılması neticesinde doğal kaynakların en yüksek seviyede kullanımı ve alanın işletmeye uygun olup olmadığı konularında bilgi sağlanmalıdır. Bütçe kapsamında mermer ocaklarında Jeofizik yöntemlerin seçilmesi ve planlanması önemli bir faktördür. Buradan hareketle bu deneysel çalışma kapsamında mevcut ayna basamaklar üzerinde çalışılarak mermer ocaklarında hangi jeofizik yöntemin nasıl sonuç verdiği araştırılmıştır.

Elektrik tomografi ölçümleri sonucunda ayna basamak üzerinde gerçek özdirenç değerlerine bağlı olarak yatay ve düşey yönlü süreksizlikler tespit edilmiştir. Veri işlem aşamaları sonucunda elde edilen gerçek özdirenç-derinlik değişimleri irdelendiğinde 10-48000  $\Omega\text{m}$  aralığında gerçek özdirenç değerleri elde edilen ayna basamak üzerinde çatlak ve boşluk yapılarında 48000  $\Omega\text{m}'\text{ye}$  ulaşan yüksek özdirenç değerleri gözlenmiştir. Bununla birlikte çalışma aynasında çatlak kırık yapısı gözlenmeyen kesimlerde ise 10-2000  $\Omega\text{m}$  aralığında özdirenç değişimleri tespit edilmiştir (Şekil 2).

Yer radarı veri işlem aşamaları sonucunda elde edilen radargamda elektrik özdirenç yöntemine nazaran daha detaylı bilgiler gözlenmiştir. Şekil 2 de görülen 2 farklı çatlak sistemi radargamlarda gözlenmiştir.

Mikrogravite ölçümleri sonucunda elde edilen gravite değişimleri çalışma aynasında izlenebilmektedir. Çatlaklı, altere zonların bulunduğu kesimlerde düşük genlikli gravite değişimleri, daha kompakt çatlak-kırık gözlenmeyen kesimlerde ise göreceli olarak daha yüksek anomali değerleri izlenmiştir.

Sonuç olarak çalışma yapılan ayna basamak üzerinde gerçekleştirilen mikrogravite, GPR ve elektrik tomografi yöntemlerine ait sonuçlarda, ayna içindeki çatlakların yeri saptanmakla birlikte ayna içerisindeki fiziksel farklılık sunan bölgelerin varlığı gözlemlenmiştir. Çalışma ile farklı jeolojik sistemlerdeki mermer ocaklarında benzer ölçü teknikleri ile başarılı sonuçlar elde edilebileceği ve mermer işletmeciliğinde, henüz üretim faaliyetine başlanılmamış doğal topoğrafya üzerinde de gerekli verim kapasitesine sahip olup olmadığının araştırılması konularında da Jeofizik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

## Teşekkür

Çalışma DEÜ 2013.KB.FEN.004 nolu BAP projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı sağlayan İzmir-Balıklıova'da bulunan Ayazoğlu Aktaş Mermercilik LTD. ŞTİ. ne ve çalışma sırasında yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Erkan Yardımcı'ya, teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akgün, M., Gönenç, T., Tunçel, A. and Pamukçu, O., 2013, A multi-approach geophysical estimation of soil dynamic properties in settlements: a case study in Güzelbahçe-Izmir (Western Anatolia), J. Geophys. Eng. 10 (2013) 045001. [doi:10.1088/1742-2132/10/4/045001](https://doi.org/10.1088/1742-2132/10/4/045001)
- Annan A.P. ve Davis J.L., 1976, Impulse radar sounding of permafrost. Radio Science 11(4), 383-394.
- Butler D., K, 1984 Mictogrametric and gravity gradient techniques for subsurface cavities Geophysics 49 1084-96
- Kadioğlu, S., Aldaş, G., Candansayar, E., Uluggerli E.U., 2003, Çayeli Maden Tünellerindeki Stabilizasyon Çalışmalarında Yer Radarı Uygulaması", Rapor,ÇBI-Çayeli-RIZE
- Myung S., Chul S., Byungho L.,Byung-S., 2012, .Cross-hole seismic technique for assessing in situ rock mass conditions around a tunnel. , International Journal of Rock Mechanics & MiningSciences, Vol 53- pp86-93.
- Cai, M., Kaiser, P.K. 2005, Assessment of excavation damaged zone using a micromechanics model, Tunnellingand Underground Space Technology, Vol 20, pp301-310.

- Jih-Hao H., Yun-H. W., En-C. Y., Jong-C. W, 2007, Subsurface Structure, Physical Properties, and Fault Zone Characteristics in the Scientific Drill Holes of Taiwan Chelungpu-Fault Drilling Project, Terr. Atmos. Ocean. Sci., Vol. 18, No. 2, 271-293,
- Onur, A.H.,BAKRAÇ, S., 1997 .Mermer bloklarında Mevcut Çatlak ve Kırıkların Pundit Cihazı İle Tespiti. Türkiye 15. Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sefa Bakraç, Kayaçlarda Yerinde Kırık ve Çatlak Sistemlerinin Tayini, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1997, Adana.
- Onur, A. H., Bakrac, S., 2009, "Determination of discontinuities in marble blocks via a nondestructive ultrasonic technique", International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, Volume 16, Number 5, October 2009, Page 487-493
- Onur, A. H., Bakraç, S., Karakus, D., 2012, Ultrasonic Waves in Mining Application, ULTRASONIC WAVES , pp189-210
- Onur, A., H., 1995 ;Mermer Ocaklarında Üretilen Mermer Miktarının Süreksizlik Modellemesi İle Belirlenmesi., TMMOB, Maden Mühendisleri Odası, 1. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı, s 15-22, Afyon
- Özgül, F., 2010; Sütçüler-Eğirdir Aşağı Gökdere (ISPARTA) Bölgesindeki Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Önemi, Süleyman Demirel Üniversitesi- Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Rubin L. A., Fowler J.C., 1977, Ground probing radar for delineation of rock features. Engineering Geology 12, 163-170.
- Unterberger R.R.,1974, Electromagnetic wave propagation in salt with radar, In 4th Symposium on salt. Vol. 2, 11-26, Cleveland, USA.