

## BIÇKIDERE (GÖLKAY PARK) TABAN YAPISININ YER RADARI (GPR) İLE ARAŞTIRILMASI

### Investigation of Bıckidere (Gölkay Park) Base Structure Using Ground Penetrating Radar (GPR)

Cengiz KURTULUŞ<sup>1</sup>, İsmail KAPLANVURAL<sup>1</sup>, Sibel ÇİÇEK<sup>2</sup>, Soner ÖZATICI<sup>2</sup> ve Görkem Eren  
ERDEM<sup>2</sup>

#### ÖZET

Kocaeli ili, İzmit ilçesinde bulunan Bıckidere Gölü üzerinde yer radarı (GPR) çalışması yapılmıştır. Gölkay Park olarak da adlandırılan bu göl, yaz ve bahar aylarında su sporları için belediye tarafından işletilmektedir. Göl tabanının geometrisini belirlemek amacı ile 38 MHz merkez frekansa sahip açık anten kullanılmıştır. Bu göl üzerinde doğu-batı doğrultusunda ölçüler alınmış ve alınan ölçüler çeşitli veri işlem aşamaları uygulanarak değerlendirilmiştir. Çıkarılan kesitler üzerinde göl tabanının yamaçları 8 m derinliğe kadar iyi bir şekilde gözlenmiş olup, elektromanyetik sinyallerin bu derinlikten sonra sönümlenmesi nedeniyle göl tabanı belirlenememiştir.

#### ABSTRACT

GPR studies were conducted on Bıckidere pool in İzmit town, Kocaeli city. The pool is also named as Gölkay Park which has been running by Kocaeli Municipally for water sport in springs and summers. 38 MHz antenna was used in order to determine the pool bottom geometry. The measurements were performed in E-W direction. The data collected were processed and interpreted. The slope of the pool bottom was observed at a depth of 8 m on radargrams, however; the bottom of the pool was not detected because of the absorption of electromagnetic waves below this depth.

## GİRİŞ

GPR sistemi ilk olarak II. Dünya savaşında savunma amaçlı gömülü cisimlerin yerlerini ve derinliğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Başlangıçta savunma amacıyla kullanılan bu yöntem daha sonra yeraltının fiziksel özelliklerini araştırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. GPR metodunda yeraltına 10 ile 2000 MHz arasında değişen elektromanyetik dalgalar gönderilir ve bu dalgalar yer içinde seyahatleri sırasında karşılaştıkları farklı elektriksel ve manyetik özelliklere sahip süreksizliklerden yansıyarak yüzeye gelir ve buradaki alıcı antenle kaydedilir. Yansıyan dalganın seyahat zamanı ölçülür. Bu seyahat süresi nanosaniye mertebesindedir.

GPR uygulamaları ile yeraltında yüzeye yakın yapılar ile bu yapıları çevreleyen ortamların fiziksel özellikleri araştırılır. Yüksek oranda kil ve su içeren ortamlar, elektromanyetik dalgaları sönümleyerek derinlere nüfuz etmelerini engeller.

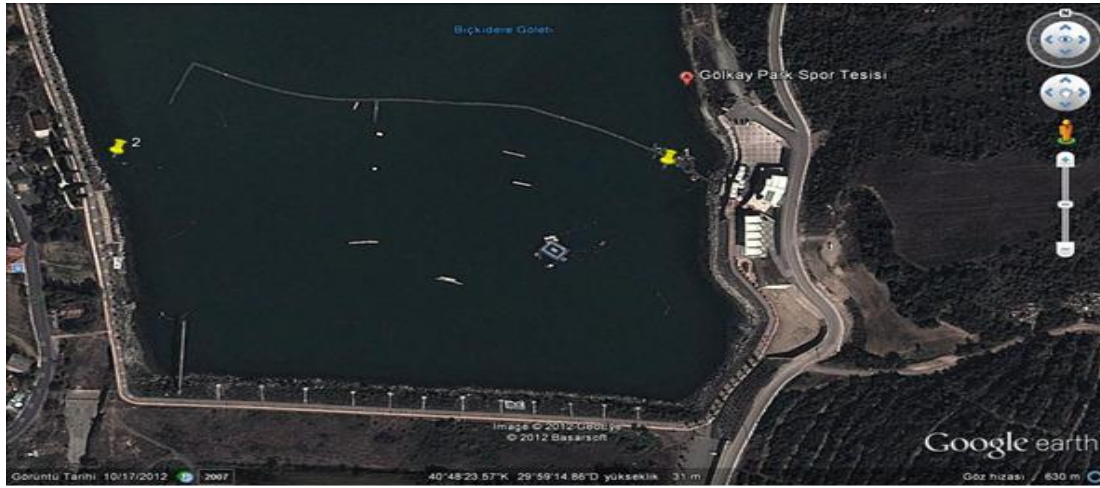
<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Böl. Umutepe Kampüsü, İzmit-Kocaeli,  
e-mail: [cengizk@kocaeli.edu.tr](mailto:cengizk@kocaeli.edu.tr)

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Böl. Proje öğrencileri

GPR son yıllarda mühendislik yapılarının inşa edileceği yeraltı özelliklerinin saptanmasında ve yapı donatılarının incelenmesinde (Hugenschmidt, 2002), arkeolojide (Neubauer ve diğ., 2002), çevre sorunları oluşturan gömülü yapılar ve buldukları ortamların belirlenmesinde (Cardelli ve diğ., 2003), yapı özelliklerinin tespitinde (Zeng ve McMechan, 1997), nehir ve göllerin oluşturduğu çökellerin özelliklerinin araştırılmasında göl ve akarsu taban geometrilerinin ortaya çıkartılmasında (Streich ve diğ., 2006), adli tıp araştırmalarında (Hammon ve diğ., 2000), kara mayınlarının tespitinde (Lopera ve diğ., 2007) ve buz kalınlığının hesaplanmasında (Davis ve Annan, 1989) başarı ile uygulanmaktadır. Radar modellemesi ile yeraltından gelen yansımaların bilgisayar ortamında hesaplanması ile bu ortamlar için yapay radargramlar elde edilir. Yapılan çalışmada İzmit merkezde yer alan Gökay Park'ta göl tabanının geometrisinin belirlenmesi amacıyla GPR çalışması yapılmıştır.

## ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı İzmit Belediyesi sınırları içinde yer alan Bıçkıdere Gölet'idir. Burada Gökay Park projesi kapsamında Kablolı Su Kaynağı Tesisi yapılmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1.** Kocaeli Bıçkıdere Göleti Gökay Park Spor Tesisleri uydu görüntüsü  
**Figure 1.** Satellite image of Kocaeli Bıçkıdere Pool Gökay Park Sports facilities

## GPR TEORİSİ

GPR sistemi kısa dalga radyo frekanslı elektromanyetik enerjiyi verici antenle yeraltına yayar. Yayılan enerji elektrik özellikleri homojen olmayan unsurlara çarparsa bir kısım enerji geri yansır ve geri kalan enerji ise aşağıya yayılır. Elektriksel homojen olmayan unsurlar yeraltında su içeriği, dağılmış minareler, kil ve ağır metal içeriği olarak ortaya çıkar. Yansımış sinyaller yükseltilir ve ses frekans aralığına dönüştürülerek kaydedilir, işlenir ve görüntülenir. Kayıtta sinyalin seyahat ederken çeşitli yerlerden yansımaları gözlenir. Bu gidiş-geliş zamanı nanosaniye ( $1\text{ns}=10^{-9}\text{sn}$ ) olarak ölçülür. Yansıtıcı yüzeye olan derinlik aşağıdaki bağıntı kullanılarak bulunur.

$$d=t.V/2 \quad (1)$$

$$V=C/E^{0.5} \quad (2)$$

Burada d: derinlik, t: gidiş-geliş zamanı, c: havadaki ışık hızı (0.2998 m/ns), E: izafi dielektrik geçirgenlik ve V ise elektromanyetik dalga hızıdır. İzafi dielektrik geçirgenlik bir maddenin dielektrik geçirgenliğinin, boşluğun dielektrik geçirgenliğine oranı ile hesaplanabilir (Annan, 2001).

Farklı yeraltı ortamlarının izafi dielektrik geçirgenlik ve elektrik iletkenliği Tablo 1.'de gösterilmektedir.

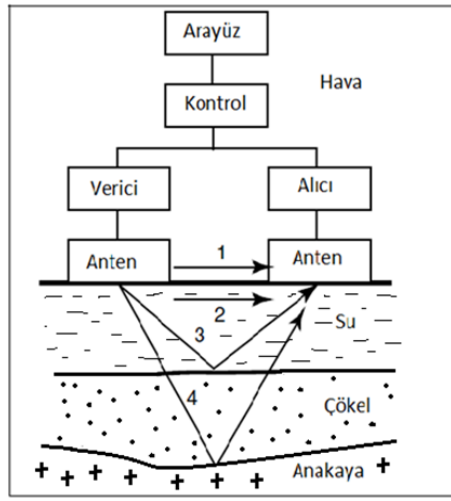
**Tablo 1.** Bazı malzemelerin yaklaşık iletkenlik değerleri ve izafi dielektrik geçirgenliği (Ulriksen, 1982).

**Table 1.** The approximate conductivity values and relative dielectric permittivity of materials (Ulriksen, 1982).

Malzeme	İletkenlik Moho/m	İzafi dielektrik geçirgenliği
Hava	0	1
Saf su	$10^{-4}$ e $3 \times 10^{-2}$	81
Deniz suyu	4	81
Tatlı su	$10^{-3}$	4
Kum (kuru)	$10^{-7}$ e $10^{-3}$	4-6
Kum (doygun)	$10^{-4}$ e $10^{-2}$	30
Silt (doygun)	$10^{-3}$ e $10^{-2}$	10
Kil (doygun)	$10^{-1}$ e 1	8-12
Kum taşı (ıslak)	$4 \times 10^{-2}$	6
Kireç taşı (kuru)	$10^{-1}$	7
Şist (ıslak)	$10^{-9}$	7
Kireçtaşı (kuru)	$2.5 \times 10^{-2}$	8
Kireçtaşı (ıslak)	$10^{-2}$	8
Bazalt (ıslak)	$10^{-8}$	5
Bazalt (ıslak)	$10^{-3}$	7

## ARAZİ TEKNİĞİ

Göl tabanındaki çökellerin dağılımını, kalınlığını ve stratigrafisini ortaya çıkarmak için en önemli gereksinimlerden birisi göl tabanının batimetresinin belirlenmesidir. Bu amaç için jeofizik yöntemlerden sığ sismik, GPR ve sonar yöntemleri uygulanmaktadır. GPR sisteminde (Şekil 2) ara yüzey modülünden sistem parametreleri girilir. Kontrol ünitesi zaman sinyallerini üretir ve tüm bileşenler bir yerden çalışır. Bu birim aynı zamanda ön veri işlemini de gerçekleştirir. Dalga doğrudan havadan (1), doğrudan yerden (2), ve yansıyarak (3) ve (4) alıcıya gelir. Bu çalışmada Zond dedektörü ile 38 MHz'lik anten kullanılarak 900 ns uzunluğunda veriler toplanmıştır. Ölçümler sürekli olarak kaydedilmiştir. Bunun için dedektör ve anten bir bot üzerine yerleştirilmiş ve bot bir profil üzerinde sabit hızla hareket ettirilirken sürekli kayıt yapılmıştır (Şekil 3). Elektromanyetik dalgalar belirli bir zaman aralığında gönderilmiş ve yansıyor gelen sinyaller bilgisayar ekranında hemen görüntülenmiştir. Görüntünün dikey eksenini nanosaniye olarak gidiş-geliş zamanını yatay eksen ise ölçülen profilin boyunu göstermektedir.



Şekil 2. GPR sisteminin blok diagramı

Figure 2. Block diagram in GPR system

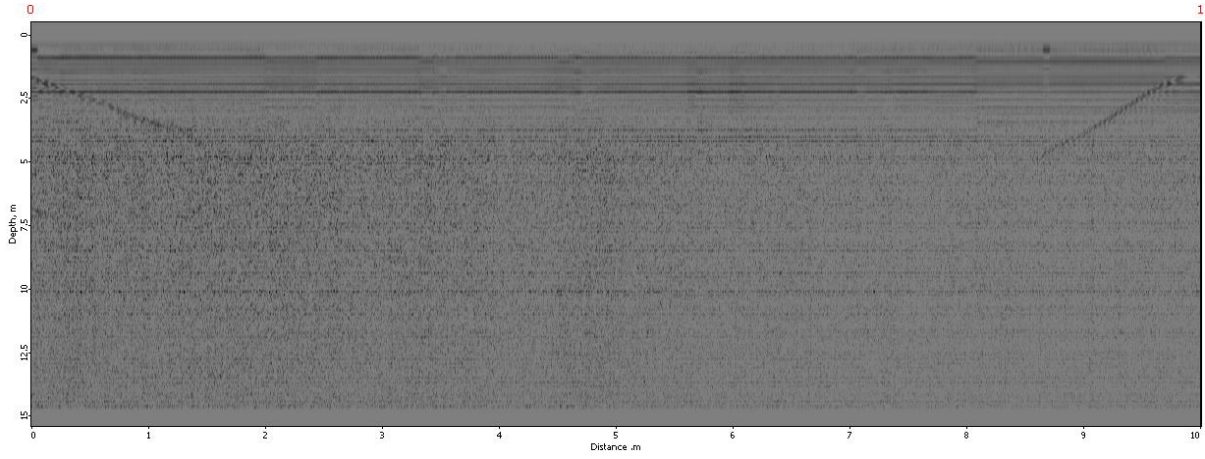


Şekil 3. Gölde veri toplama fotoğrafları

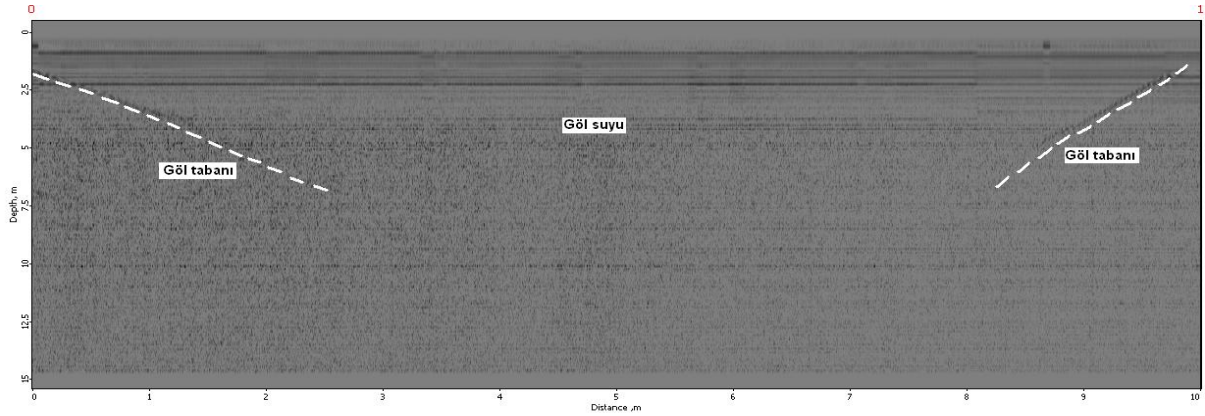
Figure 3. Data collection photos of the lake

## ARAZİ VERİLERİNİN İNCELENMESİ VE YORUMLANMASI

Kocaeli ili içerisinde bulunan Bıçkidere gölü içinde, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı Gölkay Park Su Sporları merkezinde yapılan yer radarı (GPR) çalışmasında 38 MHz'lik açık anten kullanılmıştır. Kaydedilen veriler Prism2.5 programı ile değerlendirilmiştir. Veri işlem aşamasında alınan kayıtlara önce arka zemin temizleme işlemi uygulanmıştır. Sonra verilere kazanç kontrol ve süzgeçleme teknikleri uygulanmıştır. Böylelikle derinlerden gelen zayıf genlikli sinyaller kuvvetlendirilmiş ve gürültülerden süzölmüştür. Daha sonra band geçişli süzgeçleme tekniği kullanılmıştır. Bu işlemler tüm verilere uygulanarak radargramlar elde edilmiştir. Daha sonra verilere hiperbol çakıştırma yöntemiyle hız analizi yapılmıştır. Verilere hız analizi yapılarak zaman ortamından derinlik ortamına dönüştürölmüştür. Elde edilen radargramlarda gölün 7.5 m derinliğe kadar kısmı göröntölenmiş fakat göl tabanının tamamı göröntölenememiştir (Şekil 4).



(a)



(b)

Şekil 4. (a) 38 MHz'lik açık antenle elde edilen radargram, (b) yorumlanmış radargram

Figure 4. (a) The radargram obtained by open antenna of 38 MHz (b) Interpreted radargram

## SONUÇLAR

Kocaeli ili, İzmit ilçesinde bulunan Bıçkıdere Gölet'inde kaydedilen radar verilerine veri-işlem teknikleri uygulanarak elde edilen radargramlar üzerinde göl tabanının yamaç kısımları 7.5m derinliğe kadar gözlenmiştir. Gölün orta kısımlarında elektromanyetik dalgalar sönüme uğramış ve göl tabanı hakkında belirli bir bilgi alınmamıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bizlere gerek aletsel ve gerekse veri işlem konusunda yardımcı olan ZESUMA laboratuvarına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

ANNAN A.P., 2001. Ground penetrating radar workshop notes. Sensors and Software Inc., Mississauga, Ontario, 197 p.

CARDELLI E., MARRONE C., AND ORLANDO, L., 2003. Evaluation of tunnel stability using integrated geophysical methods, Journal of Applied Geophysics, Üniversitesi, İzmir. 52, 93- 102.

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.

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, 45, 171-186.

HUGENSCHMIDT J., 2002. Concrete bridge inspection with a mobile GPR system, Journal Construction and Building Materials, 16(3), 147-154.

LOPERA O., MILISAVLJEVIC N., AND LAMBOT S., 2007. Clutter reduction in GPR measurements for detecting shallow buried landmines: a Colombian case study.

NEUBAUER W., EDER-HINTERLEITNER A., SEREN S., AND MELICHAR P., 2002. Georadar in the Roman civiltown Carnuntum, Austria: an approach for archaeological interpretation of GPR data, Archa.

STREICH R., VAN DER KRUK J., AND GREEN A.G., 2006. Three- dimensional multi component georadar imaging of sedimentary structures, Near Surface Geophysics, 4, 39-48.

ULRIKSEN P. F., 1982. Application of impulse radar to civil engineering, Ph.D. thesis, Lund Univ. of Technology, Lund, Sweden, 179 pp.

ZENG X., AND MCMECHAN G.A., 1997. GPR characterization of buried tanks and pipes, Geophysics, 62(3), 797-806.