



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 38-43 (2017)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University Special Issue 1: 38-43 (2017)

Sığ Sualtı Yapıların Belirlenmesinde Yer Radarı (GPR) Uygulaması: Beyşehir Gölü Örneği^a

Hasan Hüseyin AKSU^{1*}, Muhittin GÖRMÜŞ², Mehmet Zakir KANBUR³

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler MYO, Burdur

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ankara.

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author)*: haksu@mehmetakif.edu.tr

ÖZ

Yer radarı (GPR) özellikle sığ yer altı yapıları için yüksek çözünürlüklü bir jeofizik araştırma yöntemidir. Genel hatlarıyla bir yer radarı verici anten, alıcı anten ve kayıtçıdan oluşur. Kullanım ve taşıma kolaylığı sebebiyle geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu geniş kullanım alanlarından bazıları jeoloji, arkeoloji, çevre ve mühendislik bilimleridir. Bu çalışmayla sığ sualtı yapıların yer radarı ile yüksek çözünürlükle ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçla Beyşehir Gölü üzerinde yer radarı çalışması gerçekleştirilmiştir. Radar verileri 200 MHz anten kullanılarak toplanmıştır. Radar kesiti yorumlanmış ve su altı yapılar açıkça gösterilmiştir. Sonuç olarak bu çalışma sığ su altı yapıların ortaya çıkarılmasında yer radarının etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yer Radarı (GPR), Beyşehir Gölü, Sığ Sualtı Yapılar

Ground Penetrating Radar (GPR) Application in Determination of Shallow Sub Water Structures: Case of Beyşehir Lake

ABSTRACT

Ground Penetrating Radar (GPR) is a geophysical investigation technique especially for shallow subsurface structures with high resolution. In general prospect, geo radar consists of transmitting antenna, receiving antenna and recorder. It has rich application fields due to its ease of use and portability. Some of its widely used fields are geological, archeological, environmental and engineering. The aim of this study is to reveal the shallow sub water structures with high resolution by Ground Penetrating Radar. For this purpose a GPR survey was performed on the Beyşehir Lake. GPR data was collected by using 200 MHz GPR antenna. Radar data section was interpreted and sub water features was clearly displayed. As a result, this study shows that shallow sub water structures can be determine effectively with Ground Penetrating Radar.

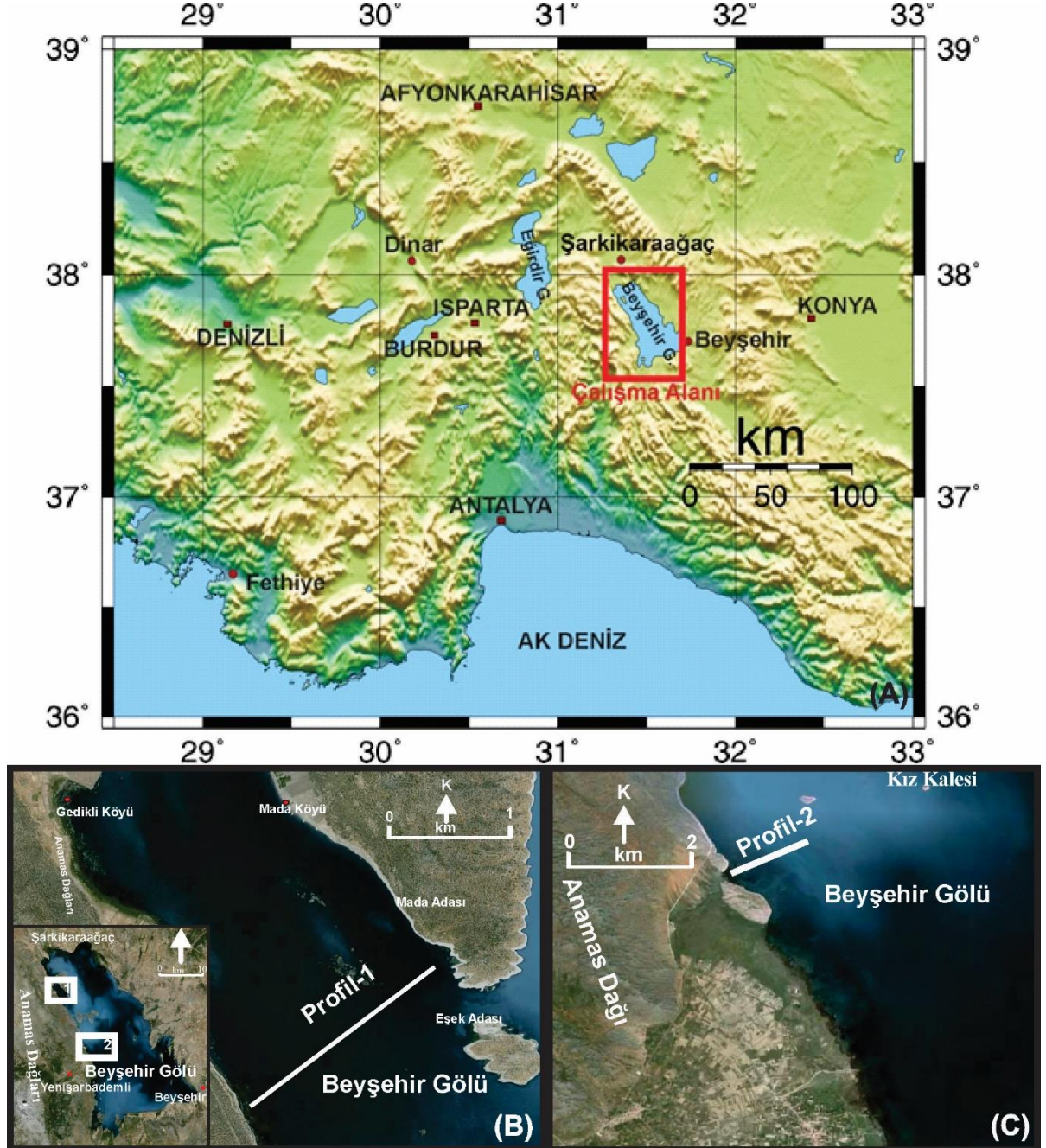
Keywords: Ground Penetrating Radar (GPR), Beyşehir Lake, Shallow Sub-water Structures.

^a 11 -13 Mayıs 2017 tarihleri arasında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi tarafından düzenlenen "MESTEK 2017: 4. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sosyal ve Teknik Bilimler Kongresi" kapsamında sunulmuştur.

GİRİŞ

Yer altında ışık hızına yakın bir hızla hareket eden elektromanyetik dalgaların seyahat zamanlarının nano saniye duyarlılığında ölçülebilmesi yer radarının (GPR- Ground Penetrating Radar) gelişmesine yol açmıştır.

Yöntem teknik anlamda, yere gönderilen çok yüksek frekanslı elektromanyetik radyo dalgalarının, farklı dielektrik özellikteki kayalardan oluşan bir ara yüzeyden yansarak dönen dalgaların toplanması esasına dayanır (Davis and Annan, 1989).



Şekil 1. Çalışma Alanı (A) ve Beyşehir Gölü Üzerinde Yer Radarı Çalışma Profillerinin Google Earth Üzerinde Gösterimi. 1. Radar Profili (B), 2. Radar Profili (C).

Kullanılan elektromanyetik dalgaların yüzey altındaki farklı dielektrik özelliklere sahip yapılardan geliş-gidiş zamanlarının ölçülmesi bu yapıların geometrisi hakkında bilgi verir. Yer radarı sistemleri yer altında bulunan süreksizliklerin tespitinde kullanılabilen hızlı ve tahribatsız bir yöntemdir (Fisher et al., 1992).

İlk olarak buzul kalınlığının ölçülmesi için geliştirilen yer radarı (GPR) tekniği yapısal araştırmalar ve toprak stratigrafisini ortaya koymada (Davis and Annan, 1989), göl ve nehir ortamlarında çökel tabakaların istif özelliklerini (Streich vd., 2006), arkeolojide (Goodman, 1994; Neubauer et al., 2002), buz kalınlığının ortaya çıkarılmasında (Annan and Davis, 1977), yer altı suyu araştırmalarında (Harari, 1995) şehir altyapı sistemlerinin ortaya çıkarılması ve haritalanmasında (Zeng and McMechan, 1997), çevre sorunu meydana getiren gömülü yapıları ve bu yapıların var olduğu ortamları belirlemede (Carcione et al., 2003), yeraltındaki insan kalıntılarını aramada (Hammon et al., 2000), jeoteknik uygulamalarda (Hugenschmidt, 2002), siğ faylanmaların, kırık ve çatlakların görüntülenip haritalanmasında (Green et al., 2003; Aksu ve ark., 2008; Aksu, 2011; Ercoli et al., 2012), kıyı kenar çizgisi araştırmalarında (Kanbur et al., 2010), başarılı sonuçlar alınması sebebiyle, yüzeye yakın jeofizik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan ve aranan tekniklerden biri olmuş durumdadır.

Yukarıda sunulan özet literatür verilerinden de görüldüğü gibi yer radarının kara üzerindeki uygulamaları yöntemin teknik ve uygulama alanının fiziksel özelliklerinden dolayı tatlı sulu ortamlardan çok daha fazladır.

Araştırmanın amacı, yer radarı tekniğinin siğ tatlı sulu ortamlarda sualtı yapılarının belirlenmesinde etkili bir yöntem olduğunu göstermektir. Çalışma Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü üzerinde, gölün batı tarafında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı ve çalışma alanı üzerinde yer radarı (GPR) çalışma profillerinin Googleearth üzerinde gösterimi Şekil 1 'de verilmiştir

MATERYAL VE YÖNTEM

Tekniğin teorisi ve teknik detayları birçok çalışmayla ortaya konmuştur (Annan and Davis, 1976; Davis and Annan, 1989; Fisher et al., 1992; Annan and Davis, 1992; Jol 1995; Conyers and Goodman 1997; Neal, 2004; Kurtulmuş ve Drahor, 2008). Genel hatları itibarıyla yer radarları, sinyal verici ve sinyal alıcı antenleri ile kayıt birimlerinden meydana gelmektedir. Verici antenler nanosaniye mertebesinde elektromanyetik sinyaller üretir ve hedefe gönderirler. Alıcı antenler yer altı derinliklerindeki farklı dielektrik özelliklere sahip hedeflerden dönen elektromanyetik sinyalleri algılayıp toplarlar.

Yer radarında kaynak olarak kullanılan elektromanyetik dalgaların (radyo dalgaları) frekansı 10 MHz ila 3 GHz arasında değişebilmektedir. Yüksek frekanslar çözünürlüğü ve ayırma gücünü artırırken düşük frekanslar çözünürlüğü ve ayırma gücünü azaltmaktadır. Diğer taraftan frekans seçimi araştırılmak istenen derinliğe göre yapılmaktadır. Derinlik ile frekans ters orantılıdır. Frekans arttıkça araştırma derinliği azalmaktadır (Davis and Annan, 1989).

Bu çalışmada 200 MHz antenle Ramac yer radarı sistemi kullanılmıştır. Veriler göl üzerinden bir sandal yardımıyla toplanmıştır.

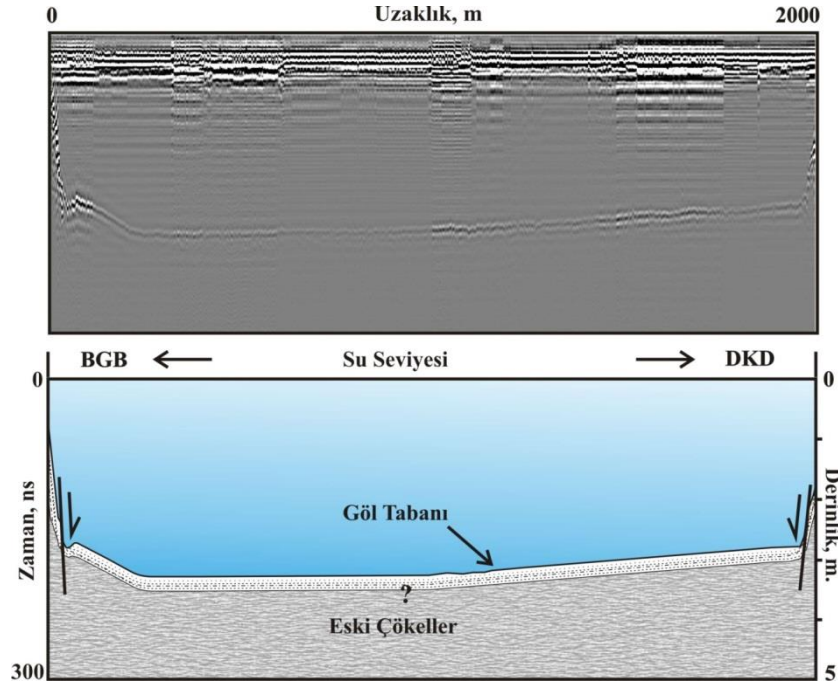
Kesitlerde yatay eksenler uzaklık, düşey eksenler sinyalin gidiş-geliş zamanı (nano saniye) ve derinlik (metre) olarak verilmiştir. Birinci profilin uzunluğu 2000, ikinci profilin uzunluğu 1200 metre olup toplamda 3200 metrelik alanda veri toplanmıştır. Düşeyde 300 ns radar verisi kaydedilmiş olup 5 metrelik kısmı değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 2-3).

BULGULAR VE TARTIŞMA

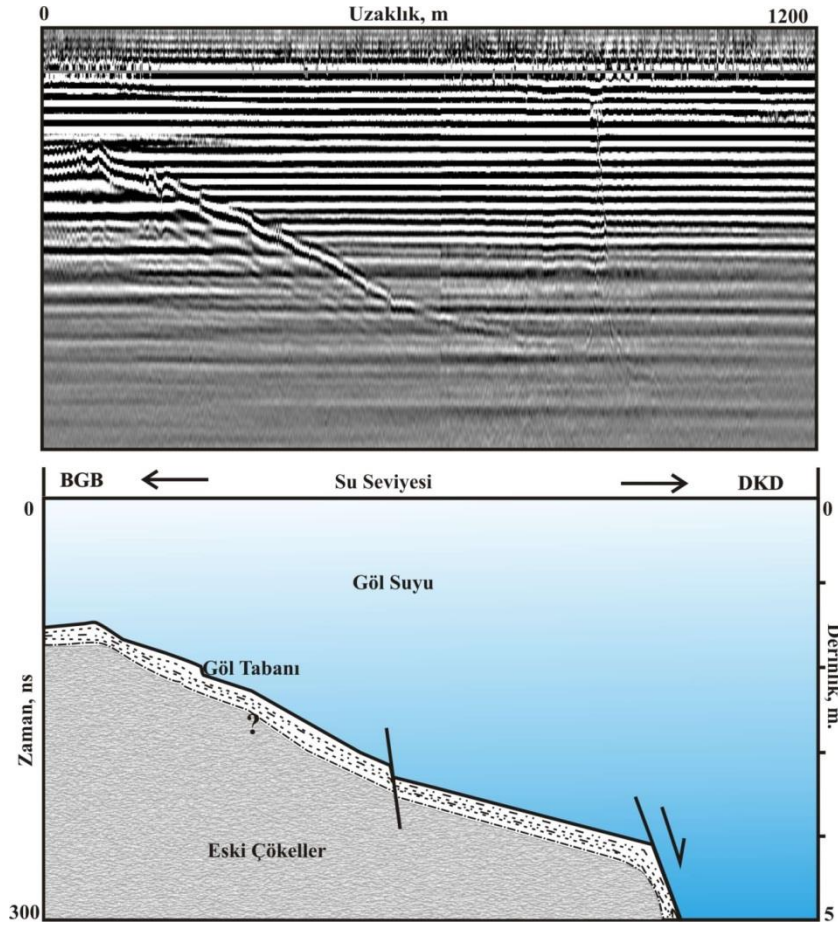
Şekil 2' de birinci radar profili ve yorumu verilmiştir. Profil uzunluğu 2000 metre olup BGB-DKD doğrultudadır.

Profil boyunca su altındaki yapılar ve göl derinliği görüntülenebilmektedir. Profilin başında 0,5 metre olan su derinliği çok kısa mesafede yaklaşık 3 metreye çıkmakta bu derinlikte profilin sonuna kadar devam edip yine kısa mesafede 1,5 metreye düşmektedir. Profilin başı ve sonundaki düşüşler fay olarak yorumlanmıştır. Ayrıca düşmelerin arasında kalan gölün taban topografyasında hiçbir

deformasyonun olmaması, su derinliğinin 3 ila 3,2 metre arasında düzgün değişim göstermesi de dikkat çeken diğer bir durumdur.



Şekil 2. Beyşehir Gölü 1. Radar Profili ve Yorumu



Şekil 3. Beyşehir Gölü 2. Radar Profili ve Yorumu

2. radar profili 1200 metre uzunluğunda ve birinci radar profilinde olduğu gibi BGB-DKD doğrultusunda alınmıştır (Şekil 3.) Profilin yaklaşık 1000 metrelik ilk bölümünde su altı yapıları ve göl derinliği görüntülenebilmekteyken son 200 metrelik kısmında görüntülenememektedir. Profilin düşey büyütmesi yaklaşık 109'dur. Profilin başında 1,4 metre olan su derinliğinde mesafeyle düzgün bir artış görülmektedir. Profilin yaklaşık 600 ve 1000 metrelerinde gölün taban topografyasında düşüşler dikkat çekicidir. Bu düşüşler tarafımızdan fay olarak yorumlanmıştır. Profilin 1000 ile 1200 metreler arasındaki son kısımlarında su derinliği 5 metreden daha fazladır ve bu alanda su altı yapıları görüntülenememiştir.

SONUÇLAR

Beyşehir Gölü'nün batısında göl üzerinde bir sandal yardımıyla göl altı yapıları ortaya koyabilmek için yer radarı verileri alınmıştır. Çalışmada 200 MHz orta frekanslı anten kullanılmıştır. İki profilde toplam 3200 metre uzunluğundaki alanda çalışılmıştır.

2000 metre uzunluğundaki birinci profilin tamamında göl altı yapılar ve göl derinliği görüntülenip ortaya konmuştur. 1200 metre uzunluğundaki 2. profilin ilk 1000 metrelik kısmında su altı yapılar ve su derinliği görüntülenip ortaya konulurken son 200 metrelik kısmı görüntülenememiştir. Radar verileriyle görüntülenen göl tabanındaki düşüşler fay olarak yorumlanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma göl üzerinden elde edilen yer radarı verilerinin göl derinliğini, göl taban topografyasını ortaya koymada yararlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Yer radarı siğ sualtı yapıların belirlenmesinde etkili bir yöntemdir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışmayı "Eğirdir ve Beyşehir Gölü Havzası Tektoniğinin Jeofizik Çalışmalarla Yorumlanması" isimli ve "1536-D07" No'lu proje kapsamında destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Aksu, H. H. 2011. Eğirdir ve Beyşehir Gölü Havzası Tektoniğinin Jeofizik Çalışmalarla Yorumlanması, Doktora Tezi, yayımlanmamış.
- Aksu, H.H., Kanbur, Z., Görmüş, M. 2008. Kumdanlı Fayının Eğirdir Gölü Üzerinden Yer Radarı (GPR) İle İncelenmesi. GARS 2008, Genişletilmiş özetler kitabı, p 182-185.
- Annan, A.P., Davis, J.L. 1977. Impulse radar applied to ice thickness measurements and freshwater bathymetry. Geological Survey of Canada, Report of Activities Paper 77-1B, pp. 117-124.
- Annan, A.P., Davis, J.L. 1976. Impulse radar soundings in permafrost: Radio Science, 11, 383-394.
- Annan, A.P., Davis, J.L. 1992. Design and development of a digital ground penetrating radar system. In: Pilon, J. (Ed.), Ground Penetrating Radar. Geological Survey Canada 90 (4), pp. 15-23.
- Carcione, J.M., Seriani, G., Gei, D. 2003. Acoustic and electromagnetic properties of soils saturated with salt water and NAPL. Journal of Applied Geophysics, 52, 177-191.
- Conyers, L.B., Goodman, D. 1997. Ground-Penetrating Radar, An Introduction for Archaeologists. Altimira Press, California.
- Davis, J.L., Annan, A.P. 1989. Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, 37, 531-551.
- Ercoli, M., Pauselli, C., Frigeri, A., Forte E., Federico, C. 2012. "Geophysical paleoseismology" through high resolution GPR data: A case of shallow faulting imaging in Central Italy. Journal of Applied Geophysics, 90, 27-40.
- Fisher, E., McMechan, G.A., Annan, A.P. 1992. Acquisition and processing of wide aperture ground penetrating radar data: Geophysics, v. 57, p. 495.
- Goodman, D. 1994. Ground-penetrating radar simulation in engineering and archaeology. Geophysics, 59, 224-232.
- Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H., Baldwin, J. 2003. Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit. Tectonophysics, 368, 7-23.
- Haeni, F.P. 1996. Use of Ground- Penetrating Radar and Continuous Seismic- Reflection Profiling on Surface- Water Bodies in Environmental and Engineering Studies, Journal of Environmental and Engineering Geophysics, Vol. 1, No. 1 : pp. 27-35.
- Hammon, W.S., McMechan, G.A., 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.

- Jol, H. M. 1995. Ground penetrating radar antennae frequencies and transmitter power compared for penetration depth, resolution and reflection continuity. *Geophysical Prospecting*, 4, 693-709.
- Kanbur, Z., Görmüş, M., Kanbur., S., Durhan, Z. 2010. Significance of shallow seismic reflection (SSR) and ground penetrating radar (GPR) profiling on the Modern Coast line History of the Bedre Area, Eğirdir Lake, Isparta, Turkey, *Journal of Asian Earth Science*, doi:10.1016/j.jseaes.2010.02.03.
- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth-Science Reviews*, 66, 261–330.
- Neubauer, W., Eder-Hinterleitner, A., Seren, S., Melichar, P. 2002. Georadar in the Roman civil town Carnuntum, Austria: an approach for archaeological interpretation of GPR data. *Archaeological Prospection*, 9 (3), 135-156.
- Streich, R., van der Kruk, J., Green, A.G. 2006. Three-dimensional multicomponent georadar imaging of sedimentary structures. *Near Surface Geophysics*, 4, 39-48.
- Zeng, X., McMechan, G.A. 1997. GPR characterization of buried tanks and pipes. *Geophysics*, 62, 797-806.
-