

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİNDE SİSMİK ve YER RADARI (GPR) YÖNTEMLERİ İLE KİRLİLİK ARAŞTIRMASI

Pollution Investigation by Seismic and Ground Penetrating Radar (GPR) Methods at Kocaeli University Campus

Cengiz KURTULUŞ¹, Nur DEMİR¹, Arife Aslı TUNA², Elif Usta², Sibel ÇİÇEK², Soner ÖZATICI² ve Görkem Eren ERDEM²

ÖZET

Kocaeli ili, İzmit ilçesi, Umuttepe BESYO'da halı sahaların yanında kirlilik araştırması yapmak amacıyla sismik yansıma ve yer radarı (GPR) yöntemleri kullanılmıştır. Yere dökülen 20 litre mazotun yer içinde kirlettiği alan sismik yansıma ve GPR çalışmasıyla incelenmiştir. Çalışma alanı, kumtaşı ve kireçtaşı ara tabakalı şeyl, marn ve kil taşlarını içeren Atbaşı formasyonu içinde bulunmaktadır. Kirli bölge sismik yansıma kayıtları üzerinde düşük genliklerle ve radargramlar üzerinde daha homojen yansımalarla görüntülenmiştir.

ABSTRACT

Seismic and ground penetrating radar (GPR) studies have been conducted near BESYO location at Kocaeli University Campus, in order to investigate oil pollution. The ground was polluted pouring 20 lt. fuel-oil at a point in the investigation area. The site is located within sandstone and bedded limestone shale, marl and claystone named Atbaşı formation. The polluted region was observed with low amplitude on seismic sections and with more transparent reflections on radargrams.

GİRİŞ

Jeofizik metotlar son yıllarda baraj, tünel, yol ve kirlilik araştırmalarını da içine alan geniş bir alanda uygulama alanları bulmaktadır (Klimis ve diğ., 1999; Luna ve Jadi, 2000; Otham, 2005; Savvaidis ve diğ., 1999; Soupios ve diğ., 2005). Jeofizik metotlarla yeraltı yapısı hakkında elde edilen fiziksel veriler, yapılar üzerinde risk tayininin belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır.

Yerleşim alanlarında ya da yerleşime açılması planlanan alanlardaki yeraltı yapısının belirlenmesi günümüzde yasalarla da netleşen bir gerçektir. Özellikle deprem bölgelerindeki yeraltı yapısının hassasiyetle incelenmesi olası önlemleri almakta etkin rol oynamaktadır. Sismik yansıma yöntemi daha çok petrol araştırmalarında kullanılmakla birlikte geniş bir şekilde sığ jeolojik araştırmalarda da kullanılmaktadır. Sismik yansımada temel amaç yeraltını görüntüleyebilmektir. Bunun için aynen kırılma yönteminde olduğu gibi sismik kaynak ve alıcılar kullanılır fakat burada hedef yerin bozucu yüzeylerinden yansıyarak geri dönen sismik dalgaları kaydetmektir (Glinsky ve diğ., 2003).

¹ Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl. Umuttepe Yerleşkesi İZMİT-KOCELİ
[e-mail:cengizk@kocaeli.edu.tr](mailto:cengizk@kocaeli.edu.tr)

² Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Böl. Bitirme öğrencileri

Sismik kırılma çalışması 50 yıldır yer araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yer altında bulunan tabakaların derinlikleri, kalınlıkları, sismik hızları ve mühendislik özellikleri, kırılma çalışmasında elde edilen P ve S dalgalarının ilgili bağıntılarda kullanılmasıyla rahatlıkla bulunabilmektedir. Bunun yanında ara kesitlerdeki düzensizlikler, kırık ve çatlak sistemleri yer altında bulunan boşluklar da sismik kırılma çalışmasıyla belirlenebilmektedir.

Yer radarı yöntemi oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Başlıca yüzeye yakın stratigrafik istifin ortaya çıkarılmasında (Davis ve Annan, 1989), yüzeye yakın jeolojik birimlerin belirlenmesinde (Koralay ve diğ., 2007), fay ve kırık gibi süreksizliklerin haritalanmasında (Grandjean ve Gaury, 1999; Green ve diğ., 2003; Kadiođlu, 2008), karstik boşluklarının aranmasında (Kadiođlu ve diğ., 2006), yeraltı suyu seviyesinin belirlenmesinde (Harrari, 1996; Dannowski ve Yaramancı, 1999; Aspiron ve Aigner, 1999), yüzeye yakın sıvı hidrokarbon aramalarında (Changryol ve diğ., 2000) kullanılmaktadır. Bununla birlikte, arkeolojik çalışmalarda tapınak, mezar, duvar, temel ve benzeri tarihi kalıntıların bulunmasında (Sambuelli, ve diğ., 1999; Daniels, 2000; Kadiođlu ve diğ., 2008), metalik cisim arama çalışmalarında, yeraltında gömülü boru, boru hattı, su veya akaryakıt tankı ve eski endüstriyel atık alanlarının belirlenmesinde (Kadiođlu ve Daniels, 2008), zemin ve tünel araştırmalarında karayolu, demiryolu, su tünelleri, tüp geçitler, maden galerileri içinde duvar cephelerinin sağlamlıklarının belirlenmesinde, galeri içinde bozunmuş bölge ve cevher aramalarında, galeri ilerleme yönü belirlemelerinde (Cardelli ve diğ., 2003) ve yeraltındaki insan kalıntılarını aramada kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Kocaeli Umuttepe yerleşkesi, BESYO civarında mazot ile kirlenmiş bölge; sismik yansıma, yer radarı (GPR) ve çok elektrotlu düşey elektrik sondajı (DES) metotları kullanılarak bulunmuştur.

Mazot dökülmüş bölgeye dik gelecek şekilde 18 m lik profil boyunca; sismik yansıma ve yer radarı (GPR) yöntemi uygulanmıştır.

ÇALIŞMA ALANININ LOKASYONU

Çalışma alanı Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe kampüsü içerisinde olup, tenis kortlarının kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyonu

Figure 1. Location of study area

ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı Atbaşı formasyonu içine girmektedir. Atbaşı formasyonu kumtaşı ve kireçtaşı ara tabakalı şeyl, marn ve kil taşlarından oluşmaktadır (Ketin ve Gümüş 1963). Kocaeli Yarımadası'nda yüzeyleyen aynı yaş aralığı ve benzer kaya türündeki birimler kuzey alanlarda (Şile ve doğusunda) Baykal (1943) tarafından Eosen dönemine ait "Mavi marnlar" ve "Gri renkli kumtaşları"; güney alanlarda ise (Gebze-İzmit arası kuzeyi) Altınlı (1968) tarafından, "Koruyucu formasyonu" adı altında incelenmiştir. Ölçülü stratigrafik kesiti olmasına karşın, bu çalışmada, isim birlikteliği sağlamak amacıyla, söz konusu birimler için yaygın olarak kullanılan "Atbaşı formasyonu" adı benimsenmiştir. Birim, Akveren formasyonu için belirtilen alanlarda yaygın olarak izlenir. Birimin tip yeri olarak, Yarımca-Kalburca köyü yol güzergâhı verilebilir. Birimin, tip kesiti, Koruyucu köyüdür. Birim; altta Akveren, üstte ise Çaycuma formasyonu ile tedrici geçişlidir. Birimin kalınlığı değişken olup, 50-500m arasındadır.

ARAZİ ÇALIŞMALARI

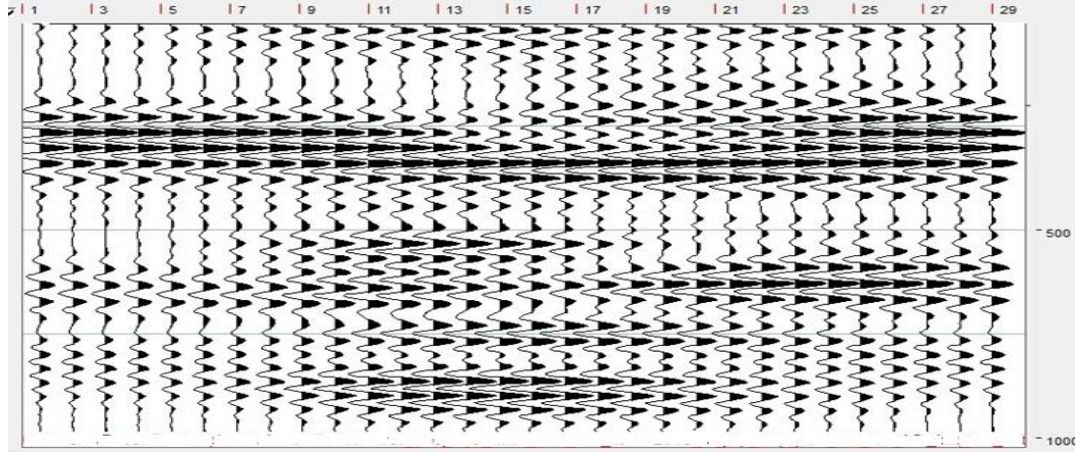
Arazide kirlenmiş bölgenin araştırılması amacıyla sismik yansıma ve yer radarı (GPR) metotları uygulanmıştır.

Sismik Yansıma Çalışması

İnceleme alanında yapılan sismik yansıma çalışması 12 kanallı GEOMETRICS marka sismograf kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Atışlarda ofset ve jeofon aralıkları 1 m olarak tutulmuş ve kayıtlar kaydırma yöntemi ile alınmıştır.

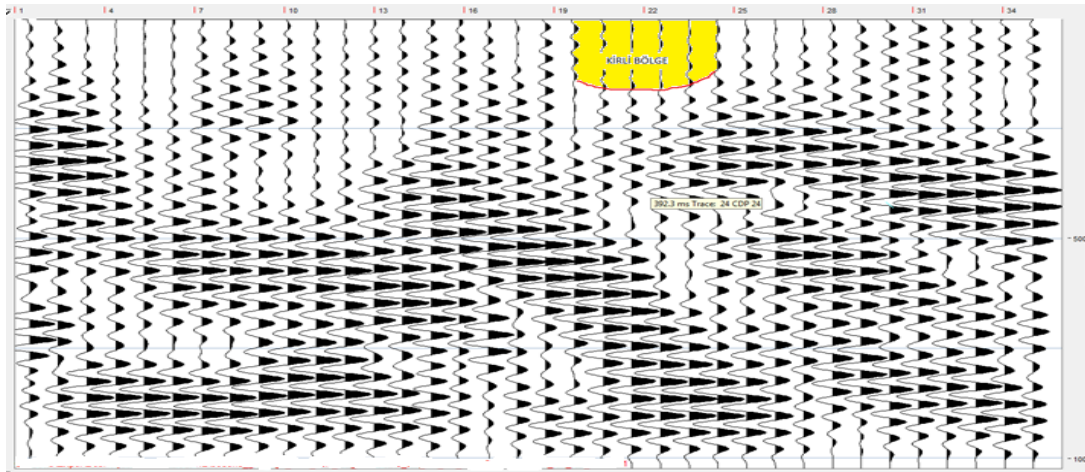
Mazotla kirlenmiş bölgenin bulunması için önce ölçümler inceleme alanının mazot dökülmeden önceki durumunda yani (kirlilik oluşturulmadan) ölçülmüş ve daha sonra mazot dökülerek yer kirlendikten sonra ölçümler aynı profiller boyunca tekrarlanmıştır.

Alınan sismik yansıma kayıtlarına; Demultiplex, gain recovery filtreleme teknikleri, NMO (normal kayma zamanı) düzeltmesi, sort (yeniden gruplama), stack (yığıma) ve migrasyon (sismik göç) işlemleri uygulanarak yeraltı kesitleri çıkartılıp yorumlanmıştır (Şekil 2,3).



Şekil 2. Temiz zemin üzerinde kaydedilen sismik yansıma kesiti
Figure 2. Seismic reflection section recorded on the clean surface

Şekilde yüzeyden yaklaşık 250 ms aşağıda bir tabaka değişimi görülmektedir. Yüzeydeki tabakanın hızı 450 m/s ve alttaki tabakanın hızı 950 m/s olarak bulunmuştur. Buna göre üstteki tabakanın kalınlığı 5 m olarak hesaplanmıştır. Aşağıdaki katman içinde tabakalanmalar görülmektedir. Şekil 3'te kirliliği olan zeminde alınan sismik kesit gösterilmektedir. (Şekil 3)'te 19. ile 24. izler arasında görülen düşük genlikli bölge kirlenmiş bölge olarak yorumlanmıştır.

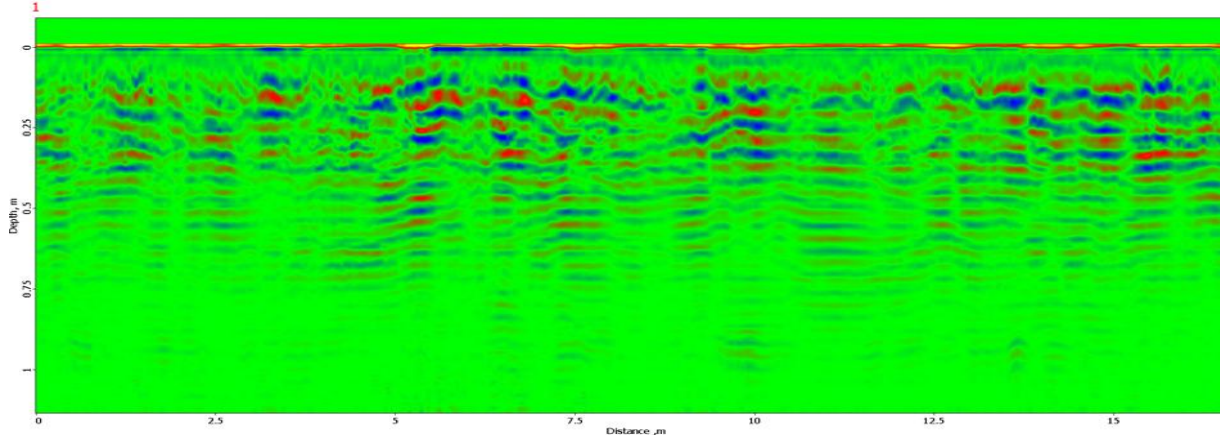


Şekil 3. Kirlenmiş bölge üzerinden geçen profil boyunca kaydedilen sismik yansıma kesiti
Figure 3. Cross-section of seismic reflection profiles passing through the contaminated area

Yer Radarı (GPR) Yöntem

İnceleme alanında yapılan (GPR) yer radarı çalışmasında, 300 MHz'lik kapalı anten kullanılarak ölçüm alınmıştır. Mazotla kirlenmiş bölgenin bulunması için önce ölçümler inceleme alanının mazot dökülmeden önceki durumunda yani (kirlilik oluşturulmadan) ölçülmüş ve daha sonra mazot dökülerek yer kirlendikten sonra ölçümler aynı profiller boyunca tekrarlanmıştır.

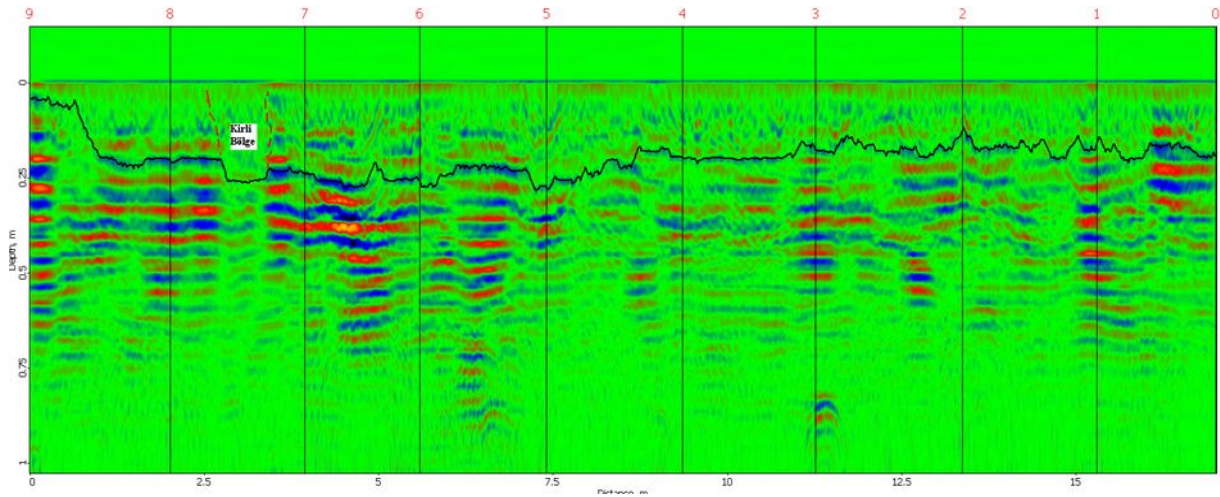
Kaydedilen GPR kayıtlarına arka plan düzeltmesi, bant pass filtre, bant reject filtre, NMO Düzeltmesi ve kazanç düzeltmesi uygulanmıştır. Temiz ve kirli yer altı kesitleri Şekil 4 ve 5'te verilmektedir.



Şekil 4. Temiz ortamda kaydedilen GPR radargramı

Figure 4. Radargram recorded on clean environment

Şekil 3'ten görüldüğü gibi yaklaşık 12-13 cm derinliğinde toprak tabakasının altında heterojen başka bir tabaka gözlenmektedir.



Şekil 5. Kirli zeminde GPR kaydı

Figure 5. Radargram obtained on polluted soil

Şekil 4'te verilen GPR kesitinde kirli bölge 7-8 m ler arasında düşük genlikli bölge olarak gösterilmektedir. Kirlenmiş bölgenin derinliği 25 cm lik bir derinliğe ulaşmış görülmektedir

SONUÇ

Kocaeli Umuttepe BESYO yerleşkesinde mazot ile kirlenmiş bölgeyi bulabilmek için sismik yansıma ve yer radarı (GPR) yöntemleri uygulanmıştır.

Mazotla kirlenmiş bölgenin bulunması için önce ölçümler inceleme alanının mazot dökülmeden önceki durumunda yani (kirlilik oluşturulmadan) ölçülmüş ve daha sonra mazot dökülerek yer kirlletildikten sonra ölçümler aynı yerde tekrarlanmıştır.

Sismik yansıma ölçümlerinde, alınan verilere göre yeraltında iki tabaka bulunduğu ve ikinci tabakaya geçişin yaklaşık yüzeyden 250 ms aşağıda olduğu gözlenmiştir. Bu tabakanın hızları; $V_1=450$ m/s $V_2=950$ m/s olarak hesaplanmış birinci tabakanın kalınlığı 5 m olarak tespit edilmiştir.

Daha sonradan kirlitilen bu zeminde alınan sismik kesitte 19. ve 24. izler arasındaki düşük genlikli bölge kirlenmiş bölge olarak yorumlanmıştır.

Yer radarı (GPR) yönteminde ise 300 mHz lik kapalı anten kullanılarak kayıt alınmıştır. Yapılan veri işlem aşaması sonucunda temiz zeminde yaklaşık 12-13 cm derinliğinde toprak tabakasının altında heterojen başka bir tabaka gözlenmektedir.

Yer radarı (GPR) kirlil bölge kesitlerinde 7-8 m ler arasında düşük genlik gözlenmektedir ve kirlenmiş bölgenin derinliği 25 cm'ye ulaşmaktadır.

Çalışma alanında yapılan sismik ve yer radarı (GPR) ölçümlerinde kirlil olan bölgeler başarılı bir şekilde belirlenmiştir. Bu çalışma kirlilik araştırmalarında bu metotların başarıyla kullanabileceğini göstermektedir. İleriki zamanlarda kirlenmiş bölgenin durumunu tespit etmek için aylık ölçü alınmasına devam edilmesi planlanmıştır.

KAYNAKLAR

ALTINLI I.E., 1968. İzmit- Hereke Kurucadağ Alanının Jeoloji İncelemesi. M.T.A. Dergisi, Ankara. 71, 1-26.

BAYKAL F., 1943. Şile Bölgesinin Jeolojisi İ.Ü.F.F.

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.

DANNOWSKI G., AND YARAMANCI U., 1999. Estimation of water content and porosity using combined radar and geoelectric measurements, European Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 4, 71-85.

DAVIS J.L., AND ANNAN A.P., 1989. Groundpenetrating 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 fracture mapping in a marble quarry (Thassos, Greece), Journal of Applied Geophysics, 36, 19-30.

GLINSKY M.E., MELICK J.J., STRAUSS M., SASPIR M., 2003. Reflected seismic 'color' pulse defines lithology with 10 Hz seismic, Vol. 63 Issue 4, 118.

HARRARI Z., 1996. Ground penetrating radar (GPR) for imaging stratigrafic features and groundwater in sand dunes, Journal of Applied Geophysics, 36, 43-52.

KADIOĞLU 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, 5, 448-456

KETİN İ. VE GÜMÜŞ A., 1963. Sinop-Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara (Yayınlanmamıştır). Arşiv No. 288.

KORALAY T., KADIOĞLU S., AND KADIOĞLU Y. K., 2007. A New Approximation in determination of zonation boundaries of ignimbrite by ground penetrating radar: Kayseri, Central Anotolia, Turkey.

KLİMİS N. S., PAPAZACHOS C. B., AND EFREMİDİS CH. F., 1999. Determination of the behavior of a sedimentary rock mass: comparison of measured static and dynamic properties, Proc. 9th Int. Conf. on Rock Mechanics (Paris, France).

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), Journal Applied Geophysics, 41,189–204.