4. Ulusal
Genç Geoteknik Mühendisleri Sempozyumu

14 Ekim 2026
Sakarya Üniversitesi

GGM4

GPR (GEORADAR) YÖNTEMİ İLE SONDAJ NOKTALARININ BELİRLENMESİ (VAKA ANALİZİ)

A CASE STUDY: DETERMİNATİON OF BOREHOLE LOCATİONS USİNG THE GROUND PENETRATİNG RADAR (GPR) METHOD

Tuğberk DOĞANÇAY[1], Emre AKMAZ[2]

ÖZET

Bu bildiride, İstanbul ili Tuzla ilçesinde inşaatı tamamlanmış olan ve veteriner ilaçlarının üretim ve satış merkezi olarak faaliyet gösteren ORGALABS tesis yapısının deprem performans değerlendirmesi kapsamında yürütülen geoteknik araştırmalara hazırlık süreci ele alınmıştır.

Çalışmanın amacı, zemin etütleri için planlanan sondaj noktalarının yer altı altyapı unsurlarıyla olası çakışmalarının yer radarı (Ground Penetrating Radar, GPR) yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi ve sondaj konumlarının elde edilen jeofizik bulgular doğrultusunda düzenlenmesidir. Proje kapsamında, yapının bulunduğu sahadaki zemin koşullarının araştırılması amacıyla bina çevresinde toplam beş adet geoteknik sondaj yapılması planlanmıştır. Bununla birlikte, sahanın endüstriyel kullanım özelliği taşıması nedeniyle yer altında bulunabilecek su, gaz ve kanalizasyon hatları, sondaj faaliyetleri açısından dikkate alınması gereken risk unsurları olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu hatların sondaj sırasında zarar görmesi; çalışanların güvenliğinin tehlikeye girmesine, tesis faaliyetlerinin kesintiye uğramasına ve ilave onarım gereksinimlerinin ortaya çıkmasına neden olabileceğinden, sondaj öncesinde tahribatsız bir ön inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda uygulanan GPR yöntemi, yer altına gönderilen elektromanyetik dalgaların farklı elektromanyetik özelliklere sahip ortam ve nesnelerin sınırlarından yansımasının kaydedilmesine dayanmaktadır. Sahada elde edilen radar verileri, yer altı altyapı unsurlarına işaret edebilecek yansıma örüntüleri bakımından incelenmiş ve yorumlanan hat güzergâhları haritalandırılmıştır. Belirlenen olası altyapı güzergâhları ile başlangıçta planlanan sondaj konumları birlikte değerlendirilerek çakışma riski taşıyan noktalar gözden geçirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda sondaj noktaları, mevcut altyapıya müdahale riskini azaltacak biçimde yeniden düzenlenmiş ve sondaj çalışmaları güvenli şekilde tamamlanmıştır.

Sunulan vaka analizi, GPR yönteminin geoteknik sondajların planlanmasında saha koşullarına ilişkin tamamlayıcı bilgi sağladığını ve yer altı altyapısından kaynaklanabilecek tehlikelerin önceden değerlendirilmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışma, özellikle altyapı yoğunluğunun yüksek olduğu kentsel ve endüstriyel sahalarda, tahribatsız jeofizik incelemelerin zemin etütlerinin hazırlık aşamasına dâhil edilmesinin sondaj yeri seçimi, iş güvenliği ve saha uygulamalarının koordinasyonu açısından önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Georadar, Sondaj, Jeofizik, Geoteknik mühendisliği*

[1] İnş.Müh, Sakarya Üniversitesi, tugberkdogancay@gmail.com (Sorumlu yazar)
[2] Dr.Öğr.Üyesi, Sakarya Üniversitesi, eakmaz@sakarya.edu.tr

ABSTRACT

This paper presents the preparatory work for geotechnical investigations undertaken as part of the seismic performance assessment of the completed ORGALABS facility, which operates as a veterinary pharmaceutical production and sales centre in the Tuzla district of Istanbul, Türkiye.

The study aims to assess potential conflicts between planned geotechnical borehole locations and underground utilities using ground-penetrating radar (GPR) and to revise the borehole locations in accordance with the geophysical findings. As part of the project, five geotechnical boreholes were planned around the building to investigate subsurface conditions at the site. Given the industrial use of the site, potentially present underground water, gas, and sewer lines were identified as risks requiring consideration during drilling operations. Damage to these utilities during drilling could compromise worker safety, disrupt facility operations, and necessitate additional repairs. A non-destructive preliminary investigation was therefore conducted prior to drilling.
The GPR method employed in this investigation records reflections of electromagnetic waves transmitted into the subsurface from interfaces between materials or objects with contrasting electromagnetic properties. The radar data acquired at the site were examined for reflection patterns indicative of potential underground utilities, and the interpreted utility alignments were mapped. These alignments were assessed in conjunction with the initially planned borehole locations to identify and review locations presenting a potential conflict. Based on this assessment, the borehole locations were adjusted to reduce the risk of damage to existing utilities, and the drilling operations were completed safely.
This case study demonstrates that GPR provides supplementary information on site conditions for geotechnical drilling planning and contributes to the advance assessment of potential hazards associated with underground utilities. The study highlights the importance of incorporating non-destructive geophysical investigations into the preparatory phase of geotechnical site investigations, particularly in urban and industrial settings with dense utility networks, to support borehole location selection, occupational safety, and the coordination of field operations.

.***Keywords:*** *Ground Penetrating Radar (GPR), Borehole / Drilling, Geophysics, Geotechnical Engineering*

1. GİRİŞ

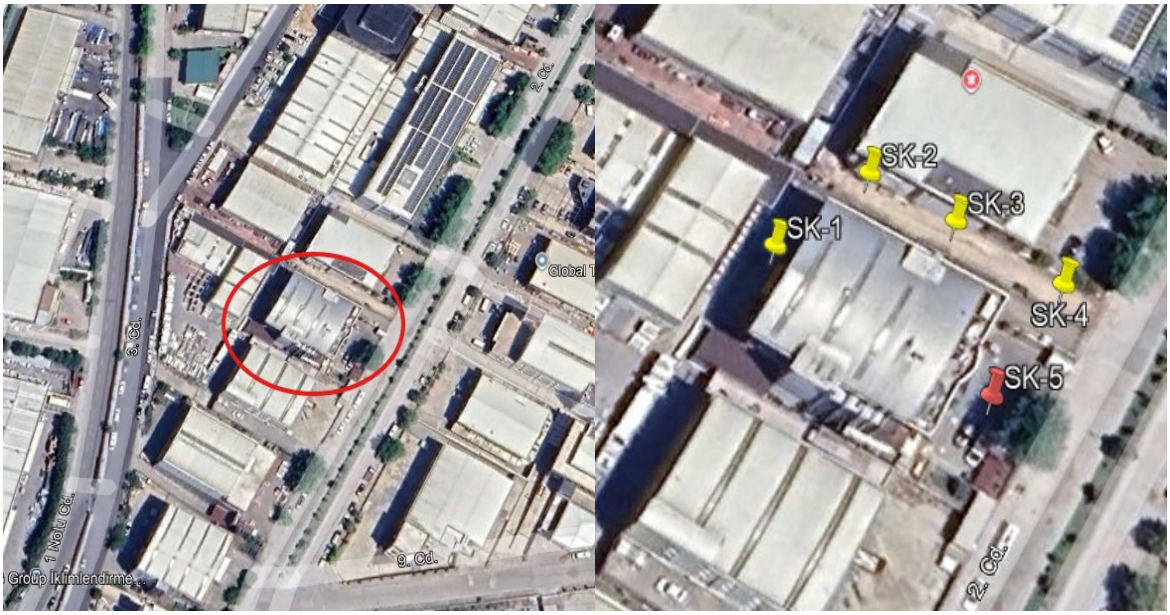
Bu çalışmada, İstanbul ili Tuzla ilçesinde yer alan ve veteriner ilaçlarının üretim ve satış merkezi olarak kullanılan ORGALABS tesis yapısının deprem performans analizine yönelik zemin etütleri öncesinde, sondaj noktalarının belirlenmesi ve uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen yer radarı (Ground Penetrating Radar, GPR) uygulaması ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, başlangıçta planlanan sondaj konumları yer altı altyapı unsurlarıyla olası çakışmaları açısından incelenmiş ve jeofizik ölçümlerden elde edilen bulgular doğrultusunda sondaj yerleşim planında yapılan düzenlemeler detaylandırılmıştır.

Proje inceleme alanı, 1.549,73 m² yüz ölçümüne sahip olup alanda tek bir yapı bulunmaktadır. Yapının deprem performans analizine esas oluşturacak zemin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018) kapsamında yürütülen geoteknik araştırmalar için beş adet sondaj yapılması planlanmıştır. Sondaj çalışmalarının, zemin tabakalarının tanımlanmasına ve mühendislik parametrelerinin belirlenmesine yönelik veri sağlaması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, sondaj noktalarının seçiminde araştırmanın teknik gereklilikleriyle birlikte saha erişilebilirliği, mevcut yapılaşma ve yer altı altyapısının oluşturabileceği kısıtlar dikkate alınmıştır.

İnceleme alanının endüstriyel bir tesis olarak kullanılması nedeniyle, sondaj öncesinde gerçekleştirilen saha gözlemleri ve ön değerlendirmeler sonucunda bina altında ve yakın çevresinde gaz, su ve kanalizasyon hatlarının bulunabileceği öngörülmüştür. Bu hatların konumlarının yeterli doğrulukla bilinmemesi, sondaj sırasında altyapının zarar görmesi ve tesis faaliyetlerinin kesintiye uğraması bakımından bir risk unsuru olarak değerlendirilmiştir. Bunun üzerine işveren firma ile yeniden görüşülmüş ve planlanan sondaj noktalarının çevresindeki olası altyapı unsurlarının tahribatsız biçimde araştırılması amacıyla GPR yönteminin uygulanması önerilmiştir. Proje inceleme alanı ve sondaj yerleşim planları Şekil 1'de gösterilmiştir.

Planlanan sondaj noktaları arasında SK-5 numaralı kuyu, SK-1, SK-2, SK-3 ve SK-4 numaralı kuyulardan farklı olarak binanın ön cephesinde konumlandırılmıştır. Bu kesimin tesisin altyapı bağlantılarının geçişine elverişli olması, yer altı boru hatlarıyla karşılaşma olasılığının özellikle değerlendirilmesini gerektirmiştir. Dolayısıyla SK-5 sondaj noktasının ve yakın çevresinin GPR verileriyle incelenmesi, sondaj konumunun uygunluğuna ilişkin karar sürecinde önem kazanmıştır.

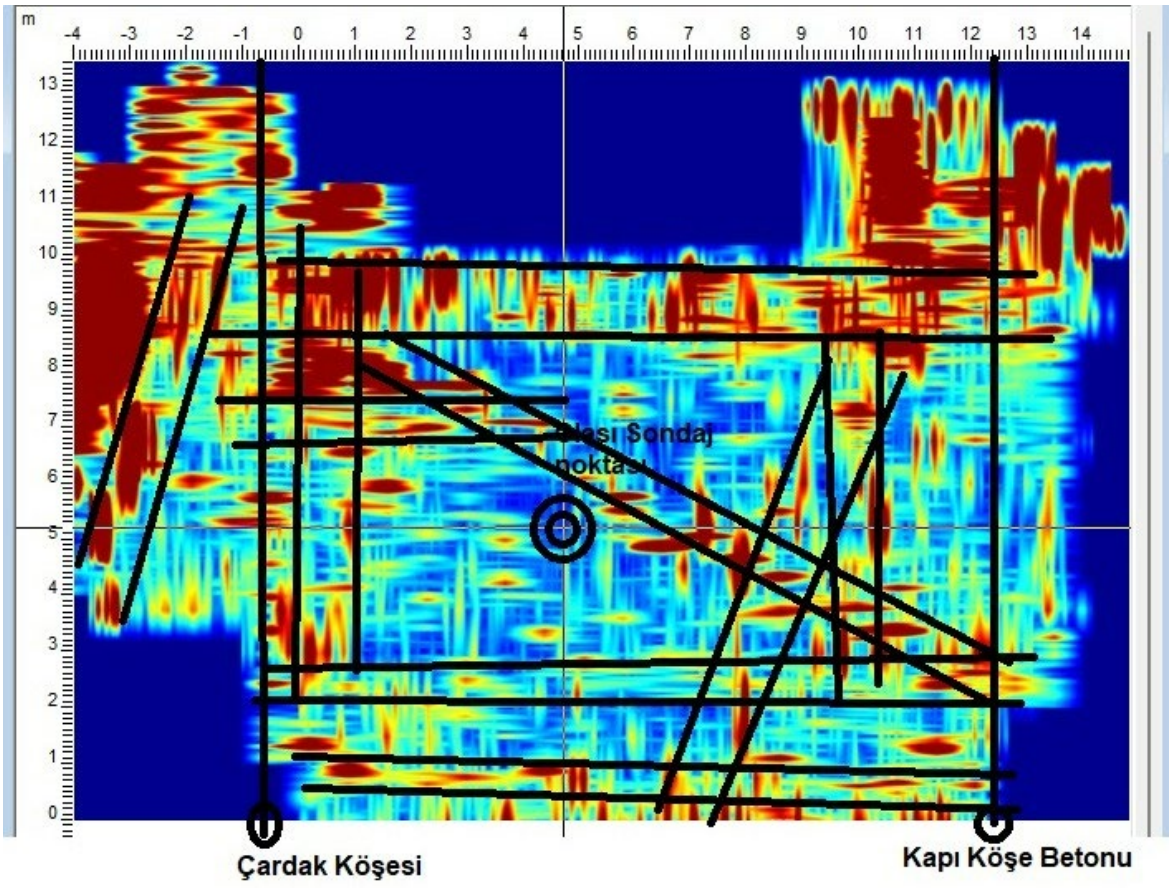
Sahadaki GPR ölçümleri, IDS marka, 200 ve 600 MHz çift frekanslı korumalı anten kullanılarak gerçekleştirilmiştir. GPR yöntemiyle kaydedilen elektromanyetik yansımalar, sondaj uygulamasını etkileyebilecek yer altı unsurlarının belirlenmesi amacıyla değerlendirilmiştir. Ölçüm verilerinin yorumlanması sonucunda, SK-5 numaralı sondaj noktasının başlangıçta planlanan konumunun değiştirilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda, sondajın geoteknik araştırma amacını karşılaması ve olası altyapı hatlarına zarar verme riskinin azaltılması gözetilerek ilgili noktanın konumu yeniden düzenlenmiştir. Böylece jeofizik inceleme sonuçları, sondaj yerleşiminin saha koşullarına uyarlanmasında doğrudan kullanılmış; zemin araştırmalarının güvenli biçimde yürütülmesine ve mevcut tesis altyapısının korunmasına yönelik teknik bir dayanak oluşturulmuştur.



Şekil 1. Proje İnceleme Alanı ve Sondaj Yerleşim Planı



Şekil 2. Ground Penetrating Radar (GPR) Değerlerinin Alınma Aşaması



Şekil 3. Verilerin İşlenmiş Hali ve Gösterimi

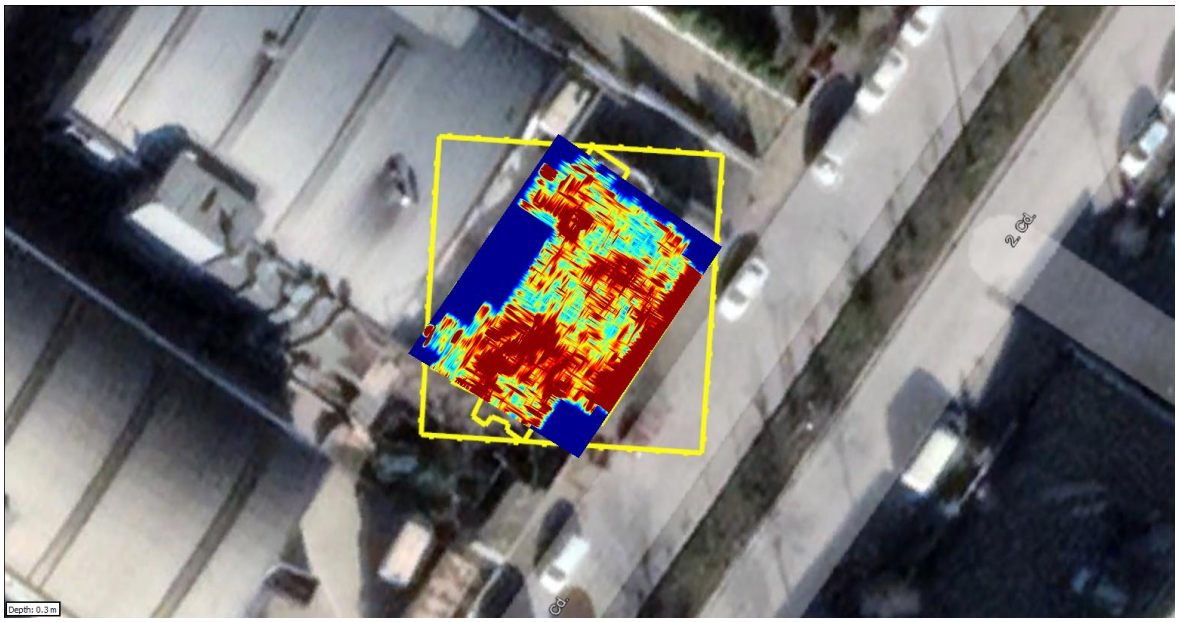
2. UYGULAMA SONUÇLARI VE GENEL SÜREÇ

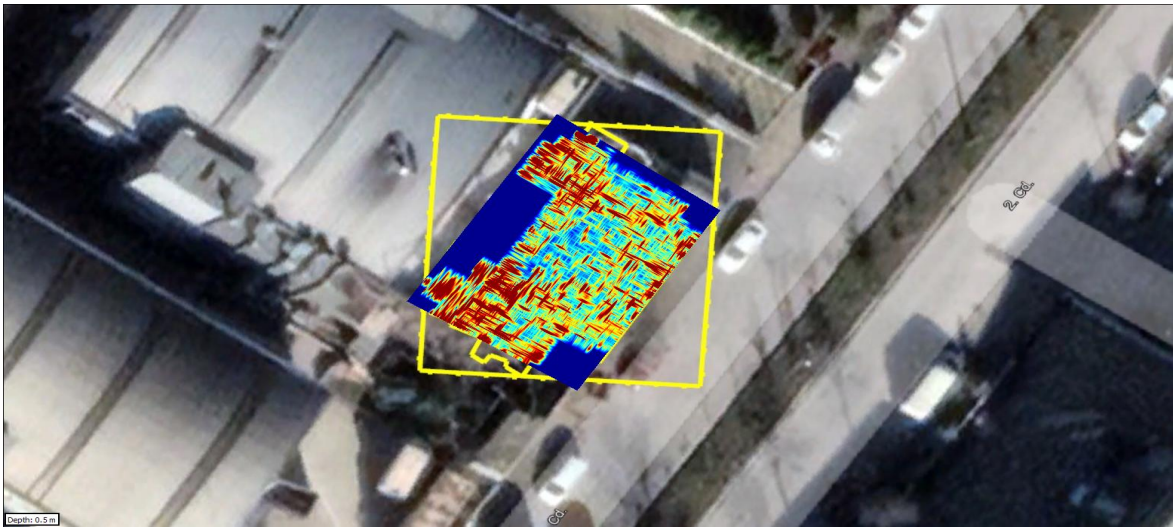
Bu çalışma kapsamında, ORGALABS tesisinde planlanan zemin etütleri öncesinde, sondaj faaliyetlerinin güvenli ve etkin biçimde yürütülmesini sağlamak amacıyla aşamalı bir saha inceleme ve uygulama süreci izlenmiştir. İlk aşamada, yüzey koşulları, mevcut yapının yerleşimi ve sondaj ekipmanlarının çalışma alanlarına erişim olanakları dikkate alınarak ön değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

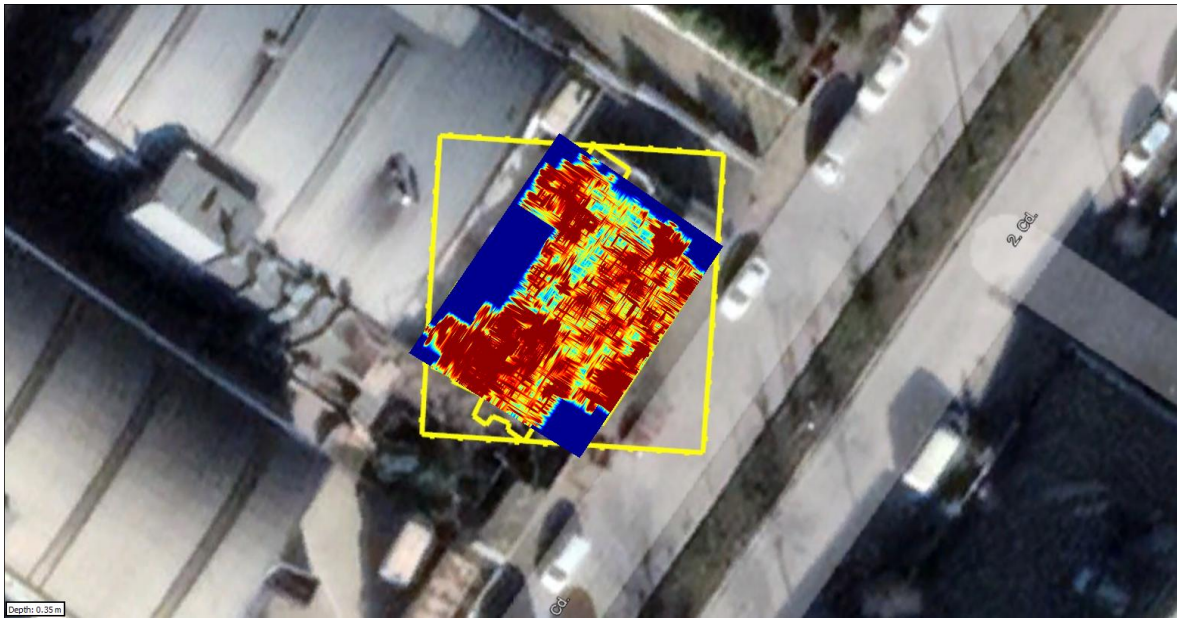
Bu değerlendirmede, tesisin endüstriyel kullanım özellikleri göz önünde bulundurulmuş ve yer altı altyapı hatlarının bulunabileceği kesimler, sondaj uygulamaları açısından potansiyel risk alanları olarak ele alınmıştır. Ardından, planlanan sondaj noktalarının uygunluğunun araştırılması ve olası altyapı güzergâhlarının belirlenmesi amacıyla yer radarı (Ground Penetrating Radar, GPR) yöntemi kullanılarak saha taraması yapılmıştır. GPR ölçümlerinden elde edilen radar verilerinin değerlendirilmesi sonucunda, inceleme alanında farklı konum ve doğrultularda uzanan, altyapı hatlarıyla ilişkili olabilecek yansıma örüntüleri belirlenmiştir. Su, gaz ve kanalizasyon hatlarının bulunma olasılığı dikkate alınarak yorumlanan bu yansımalar, tahmini derinlik bilgileriyle birlikte değerlendirilmiş ve olası hat güzergâhları haritalandırılmıştır.

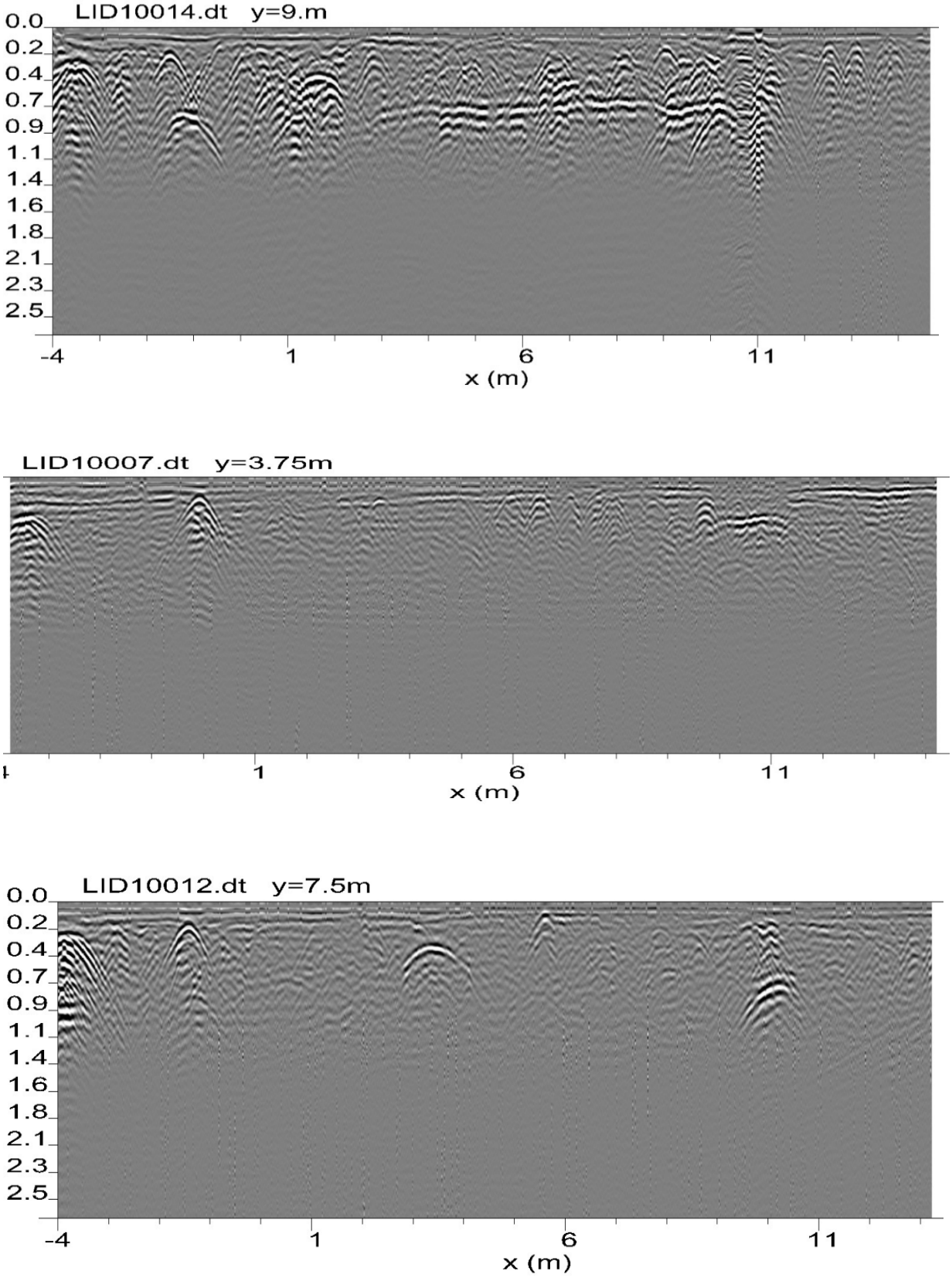
Hazırlanan altyapı yorumları ile başlangıçta planlanan beş adet sondaj noktasının konumları karşılaştırılarak sondaj faaliyetleri sırasında karşılaşılabilecek çakışmalar incelenmiştir. Bu karşılaştırma, özellikle SK-5 numaralı sondaj noktasının bulunduğu kesimde altyapıya zarar verme riskinin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Söz konusu riskin çalışan güvenliği, tesisin işletme sürekliliği ve mevcut altyapının korunması üzerindeki olası etkileri değerlendirilerek sondaj yerleşim planı yeniden düzenlenmiştir. Sondaj konumunun revizyonunda, GPR verileriyle yorumlanan altyapı güzergâhlarından uzaklaşılması ve geoteknik araştırmanın amaçlarının korunması birlikte gözetilmiştir. Böylece jeofizik ölçümlerden elde edilen bilgiler, saha uygulamasına yönelik karar sürecine doğrudan aktarılmıştır. Revize edilen sondaj planı doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmalar sırasında herhangi bir altyapı hasarı veya iş güvenliği sorunu bildirilmemiş ve sondaj faaliyetleri kesintisiz biçimde tamamlanmıştır.

Bu sonuç, sondaj öncesinde gerçekleştirilen tahribatsız incelemelerin, saha koşullarından kaynaklanan belirsizliklerin azaltılmasına ve uygulama planının mevcut altyapıyla uyumlu hâle getirilmesine katkı sağladığını göstermektedir. Uygulama bulguları, GPR yönteminin özellikle altyapı yoğunluğunun yüksek olduğu endüstriyel tesislerde, geoteknik sondajların planlanmasına yönelik tamamlayıcı bir karar destek aracı olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Olası altyapı güzergâhlarının sondaj öncesinde değerlendirilmesi; çalışanların güvenliğinin sağlanması, altyapı hasarı olasılığının azaltılması ve tesis faaliyetlerinin sürekliliğinin korunması açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrudan maliyet karşılaştırmasına dayanmamakta; yöntemin ekonomik katkısı, olası hasar, onarım ve iş durması giderlerinin önlenmesine sağlayabileceği destek çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, GPR incelemelerinin saha gözlemleri ve mevcut altyapı bilgileriyle birlikte zemin etütlerinin hazırlık aşamasına dâhil edilmesi, geoteknik araştırmaların güvenli ve planlı biçimde yürütülmesini destekleyen bir mühendislik yaklaşımı sunmaktadır.


Depth: 0.3 m


Depth: 0.5 m


Depth: 0.35 m



Şekil 4. Katmanların Gösterimi

3. SONUÇLAR

İstanbul ili Tuzla ilçesinde bulunan ve veteriner ilaçlarının üretim ve satış merkezi olarak kullanılan ORGALABS tesisinde gerçekleştirilen bu çalışma, deprem performans analizine yönelik zemin etütleri öncesinde sondaj noktalarının belirlenmesinde yer radarı (Ground Penetrating Radar, GPR) yönteminin sağladığı katkıları ortaya koymaktadır. Vaka analizi kapsamında, başlangıçta planlanan sondaj konumları yer altı altyapısıyla olası çakışmalar bakımından değerlendirilmiş ve GPR ölçümlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda gerekli konum düzenlemeleri yapılmıştır. Özellikle SK-5 numaralı sondaj noktasının yeniden konumlandırılması, jeofizik incelemelerin saha uygulamalarına ilişkin mühendislik kararlarını destekleyebildiğini göstermiştir. Revize edilen plan doğrultusunda sondajların herhangi bir altyapı hasarı veya iş güvenliği sorunu yaşanmadan tamamlanması, sondaj öncesi araştırmaların uygulama güvenliği açısından önemini desteklemektedir. Jeofizik, jeoloji ve geoteknik mühendisliği disiplinlerinin birlikte değerlendirilmesi, yer altı koşullarının daha kapsamlı biçimde araştırılmasına ve saha çalışmalarındaki belirsizliklerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Jeolojik gözlemler, sondaj verileri, arazi ve laboratuvar deneyleri ile jeofizik ölçümlerin birlikte yorumlanması, farklı yöntemlerden elde edilen bilgilerin karşılaştırılmasına ve zemin modelinin daha tutarlı biçimde oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu disiplinler arası yaklaşım, araştırma programının saha koşullarına uyarlanmasını desteklerken çalışan güvenliğinin sağlanması, mevcut altyapının korunması ve uygulama sırasında karşılaşılabilecek aksaklıkların azaltılması bakımından da önem taşımaktadır. Çok kanallı yüzey dalgası analizi (Multichannel Analysis of Surface Waves, MASW), elektrik özdirenç tomografisi (Electrical Resistivity Tomography, ERT) ve mikrotremör ölçümleri, farklı fiziksel özellikleri araştıran ve geoteknik incelemelere tamamlayıcı veri sağlayan jeofizik yöntemler arasındadır. MASW yöntemi, yüzey dalgalarının dispersiyon özelliklerinden yararlanılarak kayma dalgası hızı profilinin belirlenmesinde; ERT yöntemi, yer altındaki elektrik özdirenç dağılımının görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Mikrotremör ölçümleri ise uygulanan analiz yaklaşımına bağlı olarak zeminin dinamik davranışının ve hâkim titreşim özelliklerinin değerlendirilmesine katkı sunmaktadır. Bu yöntemlerin araştırma amacına ve saha koşullarına uygun biçimde seçilmesi, veri toplama sürecinin etkinliğini artırabilmekte ve sondajlardan elde edilen noktasal bilgilerin çevre alanlarla birlikte yorumlanmasını destekleyebilmektedir.

ORGALABS vaka analizinde kullanılan GPR yöntemi, doğrudan zemin dayanım parametrelerinin belirlenmesinden ziyade, sondaj çalışmalarını etkileyebilecek olası yer altı altyapı unsurlarının araştırılması ve sondaj konumlarının uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla uygulanmıştır. Bu nedenle çalışmanın temel katkısı, jeofizik verilerin geoteknik araştırmaların hazırlık ve planlama aşamalarında somut bir mühendislik kararına dönüştürülmesidir. Elde edilen bulgular, özellikle kentsel ve endüstriyel alanlarda sondaj programlarının hazırlanması sırasında mevcut altyapı bilgilerinin, saha gözlemlerinin ve uygun jeofizik yöntemlerin birlikte değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımın benimsenmesi, jeoloji ve geoteknik mühendisliği uygulamalarında saha koşullarına duyarlı, güvenli ve teknik açıdan gerekçelendirilmiş araştırma süreçlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu bildiride emeği geçen Dr. Öğr. Üyesi Emre AKMAZ hocama ve 'KESKA Mühendislik'e teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

ASCE (2002), *"Standard Guideline for the Collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data (CI/ASCE 38-02)"*, American Society of Civil Engineers, Reston.

Daniels, D.J. (2004), *"Ground Penetrating Radar (2nd Edition)"*, The Institution of Engineering and Technology, London

Annan, A.P. (2005), *"Ground-Penetrating Radar Principles, Procedures and Applications"*, Sensors & Software Inc., Mississauga.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) (2018), "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018)", Ankara.