

YAS ARAMALARINDA VE BÜYÜK YAPILARDA JEOFİZİK REZİSTİVİTE ÇALIŞMALARI

Adem SÖMER
Jeofizik Yüksek Mühendisi

İçindekiler

1. Giriş
2. Jeofizik Rezistivite Yöntemleri
3. YAS Çalışmalarından Örnekler
 - a) İzmir Urla Yurt-Kur Arazileri
 - b) İzmir Selçuk Arazileri
 - c) İzmir Aliğa-Yüksekköy Arazileri
4. Önemli Yapılarda Rezistivite Çalışmaları
5. Sonuç ve Öneriler
6. Kaynaklar ve Teşekkür

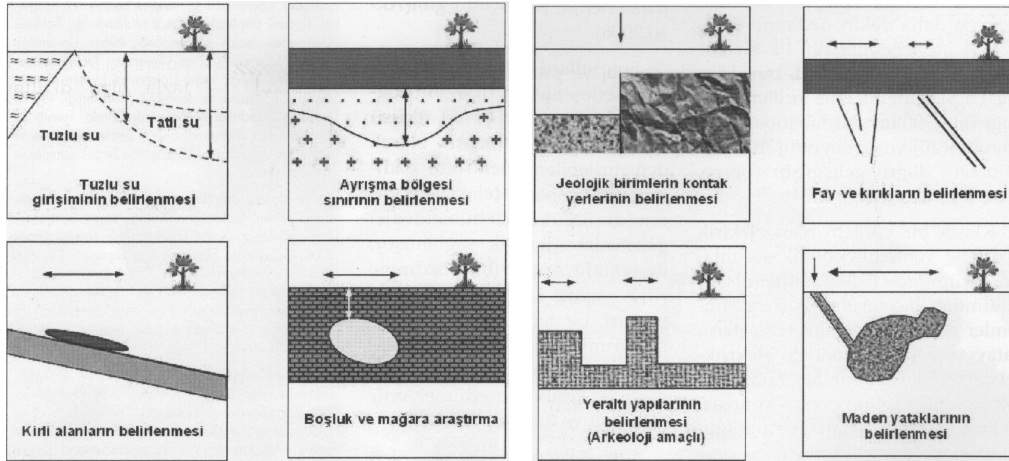
1. Giriş

Özdirenç (Rezistivite) yöntemi, arama jeofiziğinde kullanılan başlıca jeofizik yöntemlerindendir. Bu yöntemde amaç, yer altı yapısını, yapıların özdirenç farklılığına göre ortaya çıkarmaktır. Uygulanışının kolay olması, ölçü aletinin basit olması ve yöntemin etkili sonuçlar vermesinden dolayı günümüze kadar kullanılan en yaygın jeofizik yöntemlerinden biri olmuştur. Yöntem; gelişen veri toplama ve değerlendirme aşamaları ile günümüzde yeraltının iki ve üç boyuttaki özdirenç dağılımını gerçeğe çok yakın verebilmesi sebebiyle maden, mineral, jeotermal enerji kaynağı ve petrol aramaları ile hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Özellikle 1980 yılından sonra, arkeolojik yapıların aranmasında da kullanılan en etkili jeofizik yöntemlerdendir. Son yıllarda adli konularda da özdirenç rezistivite kullanılmaya başlanmıştır.

Son yıllarda, kuyu açılmasındaki artış ile kuyularda yapılan aşırı çekim ve yağış miktarlarındaki düşüşler nedeniyle yeraltı suları hızla azalmaktadır. Yeraltı su kaynaklarının araştırılması, bulunması ve onu yeryüzüne çıkarılmasının önemi bu nedenle artmaktadır. Artan sondaj maliyetleri ve kuru çıkan kuyunun getirdiği maliyet göz önüne alındığında, jeofizik etütlerin YAS çalışmalarındaki önemi ortaya çıkmaktadır.

Baraj, gölet, köprü, viyadük, tünel, santral, liman ve yol güzergahlarının belirlenmesi gibi mühendislik çalışmalarında, zemin yapısının daha iyi belirlenmesi için bu çalışmalar yapılmaktadır.

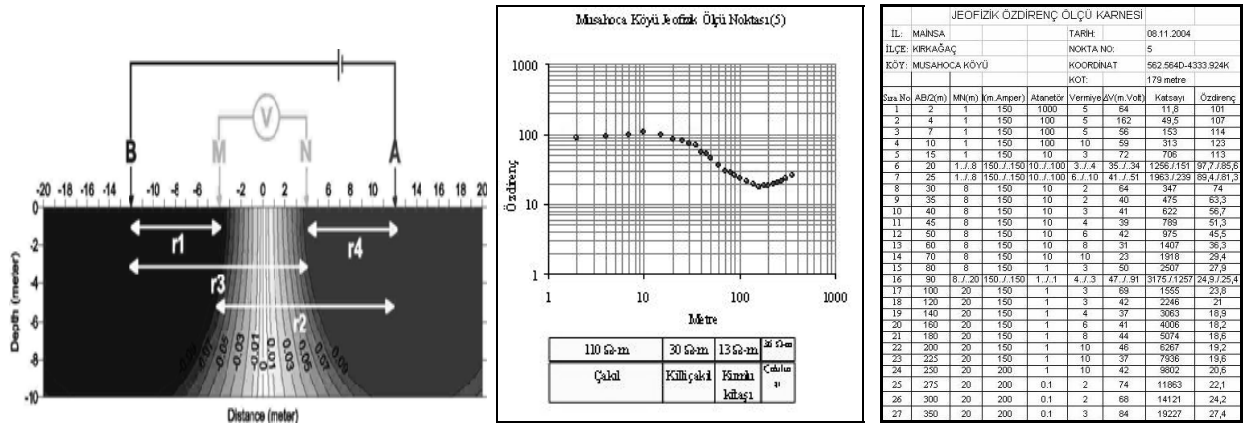
Görünür özdirenç, yer içindeki jeolojik yapıya, bu yapının özdirencine ve kullanılan elektrot dizilimine bağlıdır. Kayaç ve minerallerin özdirenç değerleri çok farklı bir yelpazede değişim gösterirler. Saturasyon, geçirgenlik, gözeneklilik, gözenek sıvısının cinsi, formasyon faktörü, kayacın cinsi, tane cinsi ve dağılım geometrisi ve vd. gibi etkiler kayaç ve mineral özdirenç değerleri üzerinde etkili olur.



Şekil-1 Farklı amaçlarla Jeofizik Özdirenç yönteminin kullanılması

2. Jeofizik Rezistivite Yöntemleri

Özdirenç yönteminde, ölçülen büyüklük gerilim farkıdır. Fakat veri yorumunda fiziksel bir büyüklüğe ihtiyaç vardır ve o büyüklük Özdirenç'tir. Bir ortamın, içinden geçen elektrik akımına karşı birim hacminin gösterdiği direnç o ortamın özdirenç değeridir ve birimi Ohm.m'dir.



Şekil-2 Örnek Rezistivite eğrisi ve rezistivite özdirenç ölçü karnesi

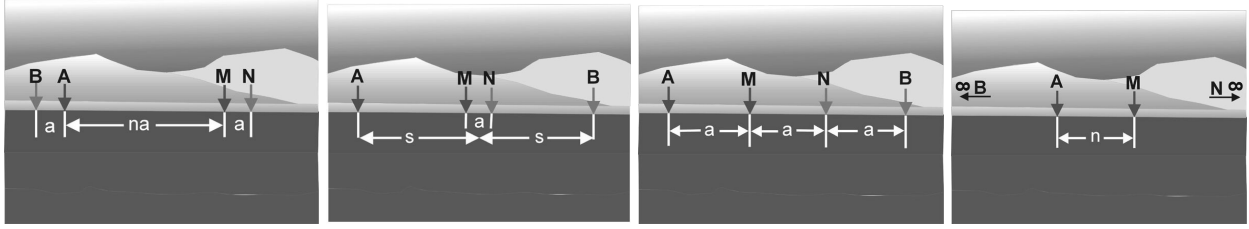
Görünür Özdirenç dört elektrodun altındaki resistivite değerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Eğer ortam homojen ise görünür özdirenç gerçek özdirence esittir.



Şekil-3 DSİ Yapımı Rezistivite cihazı ve Araziye elektrotların dizilimi

DES noktaları, araziye tanımlayacak şekilde belirli hatlar boyunca yerleştirilmelidir. Geleneksel elektrot dizilimleri, elektrotların bir bakışım (simetri) merkezine göre, çizgi boyunca dizilmesinden elde edilen; Schlumberger, Wenner ve dipol-dipol (dipole-dipole) dizilimleri, en

önemli dizilimlerdir. Bu dizilimler amaca yönelik seçilmektedir.



Şekil-4 Özdirenç yönteminin dizilim şekilleri

Resistivite Görüntüleme

Resistans, Yapay Uçlasma (IP), Dogal Uçlasma (SP), Resistivite şeklindedir.

DC ELECTRICAL RESISTIVITY EXPERIMENT
A more realistic E-field line behavior

$R = \frac{V}{I}$

IP Akım düzenegi: ON+, OFF, ON-, OFF zaman dilimleri: 1 s, 2 s, 4 s ve 8 s

Resistans:

Ölçüm şekilleri:
6 zaman diliminde zaman ortamı sarsibilite ölçülür ve bellekte saklanır

Yapay Uçlasma:

Ölçüm şekilleri:
6 zaman diliminde zaman ortamı sarsibilite ölçülür ve bellekte saklanır

Dogal Uçlasma: Dogal potansiyel, elektrokimyasal olarak oluşan dogal akımları kullanarak sıg iletken anomalileri ve yeraltı suyu hareketlerini belirler.

Mineralizasyon Potansiyeli

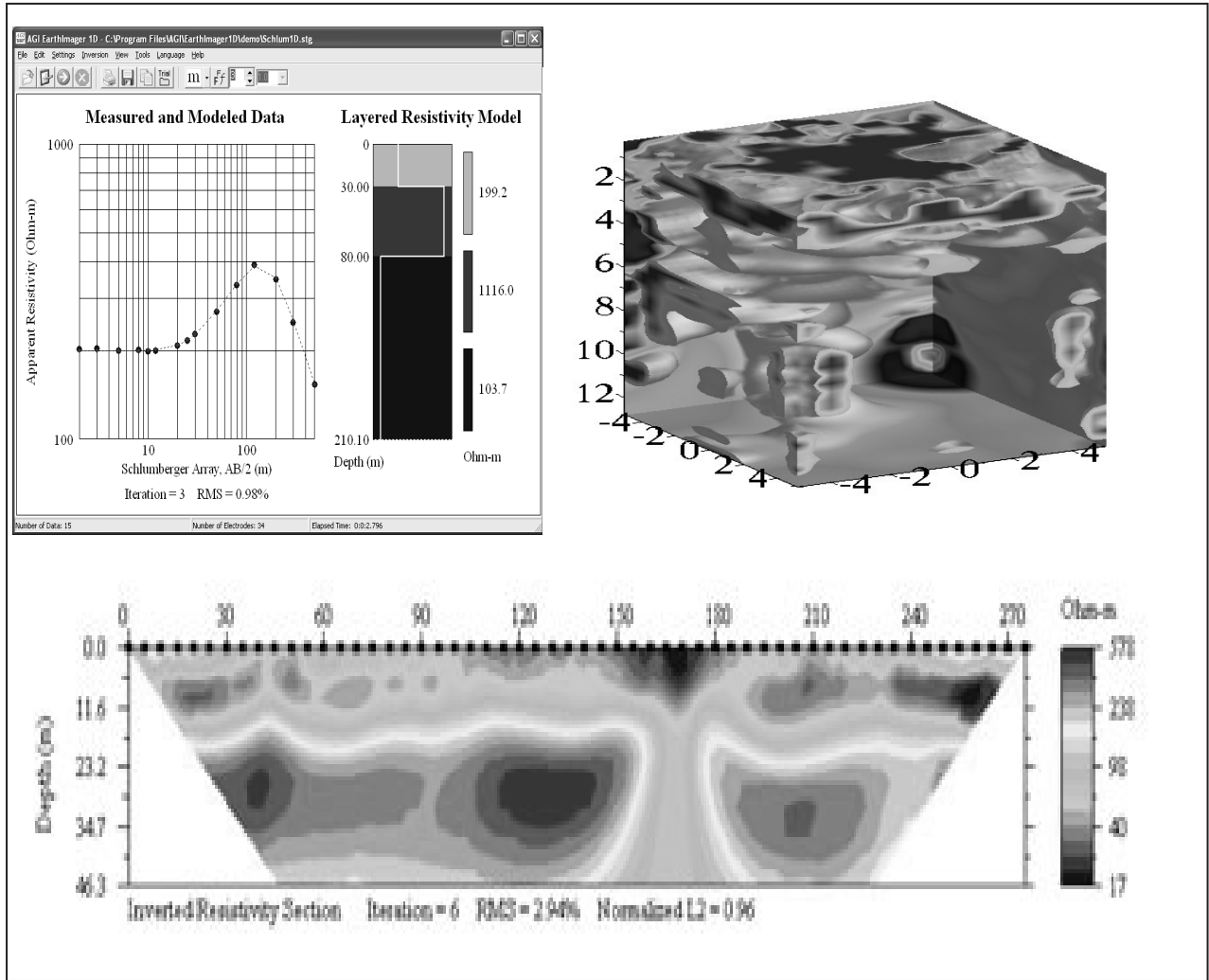
Elektrokinetik Potansiyel (akıskanlık)

- Genelde hidro-jeofikte kullanılır
- Pozitif ve negatif anomaliler genelde 50mV altındadır
- Hidrostatik basıncın azaldığı yerde SP anomalisi pozitifdir (suyun akış yönünde).

Şekil-5 Jeofizik yöntemler

Çalışmalara yeni teknoloji ve yazılımların da dahil olmasıyla 2 ve 3 boyutlu görüntülemeler de

gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil-6 1B-2B ve 3B Rezistivite sonuçları

Bu sunumda, İzmir civarında yapılmış üç örnek ile YAS arama yöntemlerinden biri olan Rezistivite çalışması ve Baraj-Gölet-Santral-Liman gibi büyük yapılarda zeminin tanımlanmasına yönelik kullanılan Jeofizik çalışmalar anlatılacaktır.

Bunları vermekteki amaç ucuz, kolay ve hızlı sorun çözebilme yeteneğinin kazanılmasıdır.

Yeraltının bilinmezliğini ortaya çıkarabilmek için teknolojik gelişmelerden üst düzeyde faydalanmak gerekmektedir. Özellikle yeraltısularının giderek azalması ve ona ulaşmak için yüksek maliyetlerin harcanması, bu tür çalışmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Ancak bu çalışmaları, konusunda uzman mühendislerce yapılması, mesleği olmadığı halde başka meslek sahiplerinin yapmaması da büyük önem taşımaktadır. Mesleki sınırların iyi tanımlanması ve birlikte paydaş çalışmalarının gerçekleşmesi çok daha iyi sonuçlar verebilmektedir.

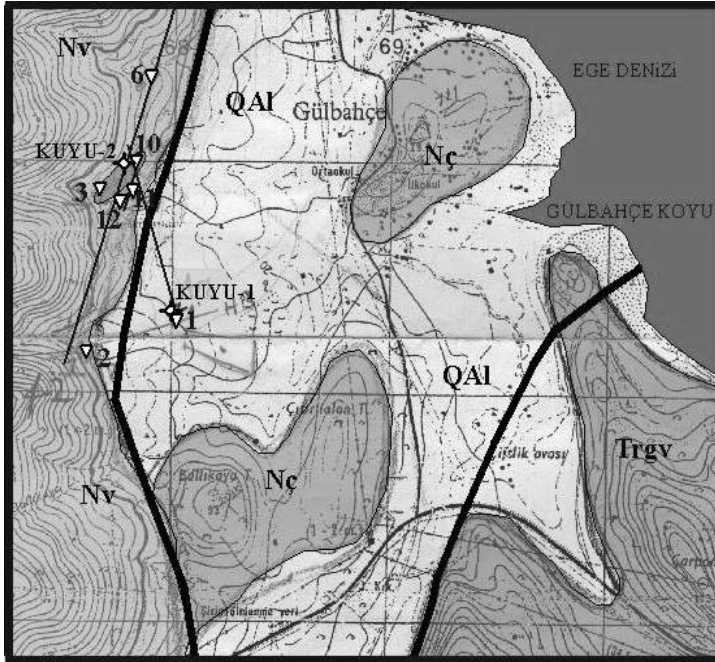
YAS aramalarına yönelik en önemli arama yöntemlerinden birisi olan rezistivite çalışmaları, Jeofizik mühendislerince yapılmalı, rapor tanzimlerinde elde edilen verilerin tamamı kullanılmalıdır.

3. YAS Çalışmalarından Örnekler

a)İzmir-Urla Yurt-Kur Arazileri

İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi öğrencilerinin barınma ihtiyacını karşılayan Yurdun kullanma ve sulama suyu ihtiyacının karşılanması amacıyla jeofizik etüt yapılmıştır.

İnceleme alanında jeolojik olarak kısaca söz edecek olursak; Tabanda Mesozoyik yaşlı kireçtaşları bulunmakta, bu yapıların üzerine Neojen yaşlı seri ile Neojen yaşlı volkanik kayalar ve Kuvaterner yaşlı alüvyon malzeme gelmektedir. Karaburun ve Gülbahçe fayları çalışma sahasından ve yakınından geçmektedir. Yurt-Kur; ihtiyacı olan kullanma-sulama amaçlı

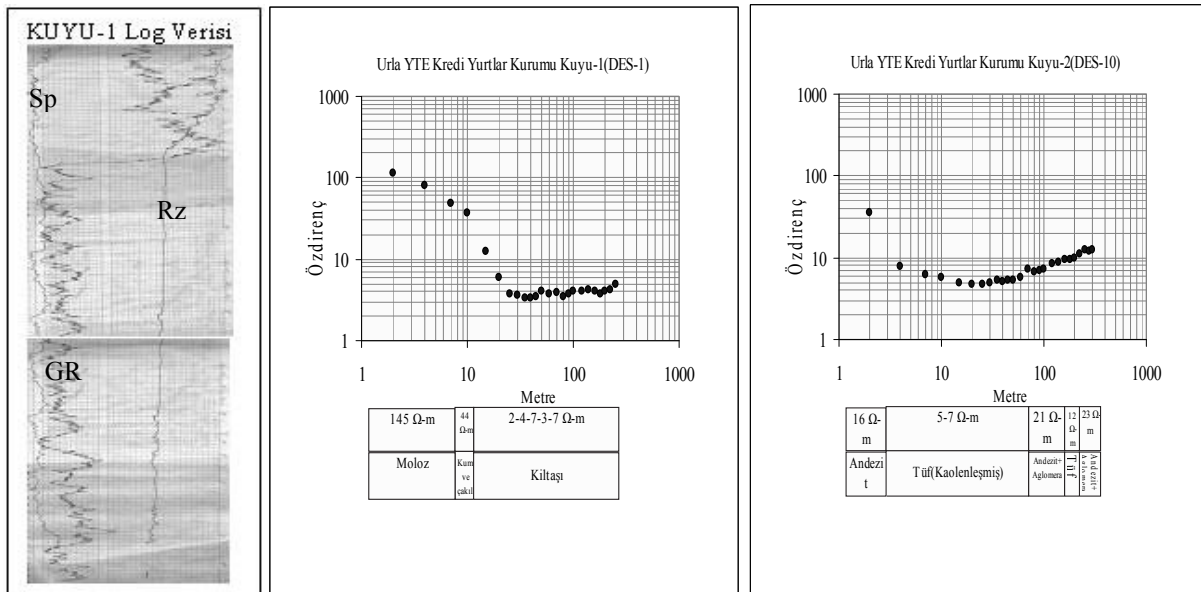


yeraltısuyu temin amacıyla 1 adet 160 metre derinliğinde sondaj kuyusu açtırmış, ve yapılan pompa tecrübesinde kuyuda yeraltısuyu alınamamıştır.

Kuyuda genellikle Neojen yaşlı volkanik kayalara ait tüflerin(Kaolenleşmiş) seviyeleri geçilmiştir. Bunun üzerine çalışma alanında Jeofizik çalışmalar istenmiştir. Bir tanesi açılmış olan kuyunun başında olmak üzere toplam 12 adet DES ölçümü alınmıştır.

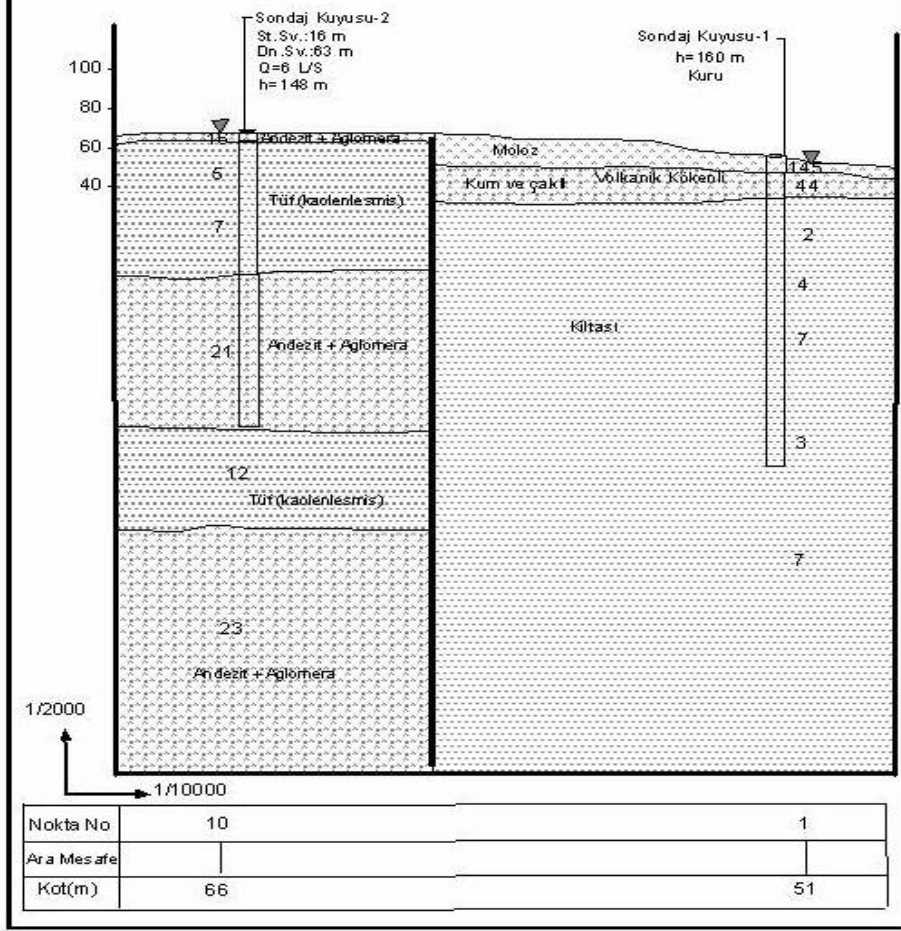
Şekil-7 Çalışma sahası ve açılan sondaj kuyusu yerleri

Kuyu başı DES ölçüm eğrisinde görüleceği gibi, ölçüm değerleri 2-7 ohm-m özdirenç değerleri görülmüştür. Bu da yapının ne kadar killi olduğunu ve neden yeraltısuyu alınamadığını göstermektedir. Kuyu logunda R ve GR eğrileri de bu durumu doğrulamaktadır.



Şekil-8 Kuyu-1 Logu ve DES-1 DES-10 eğrileri

Yapılan DES ölçümleri sonucu çalışma alanında, yeraltısuyu alınabilecek yapıların yüksek öz direnç değerleriyle temsil edilen Andezit ve Aglomera+Tüf birimleri olduğu tespit edilmiştir. Yapılan kuyu yeri tespit çalışmasında enerji hattı, hidrolik koşullar ve isale hattı



Şekil-9 DES-11(Kuyu-1) ve DES-10 verilerinin bulunduğu kesit

düşünülerek DES-10 noktasına sondaj kuyusu açılmasına karar verilmiştir. Açılan kuyuda DES ölçülerinde tespit edilen Aglomera+Tüf, Andezit seviyeleri kat edilmiştir. Kuyudan St.Sv.:16 m, Dn.Sv.:63 m ve Q=6 L/s yeraltısuyu alınmıştır.

b) İzmir Selçuk-Pamucak Arazileri

İzmir-Selçuk-Pamucak sahilinde kurulması planlanan Turizm Bakanlığı tesislerinin içme ve kullanma su ihtiyaçlarını temin etmek amacıyla, yeraltısuyu olanaklarını araştırmak, yeraltısuyu taşıyabilecek katmanların kalınlık ve yayılımları ile açılması planlanan araştırma sondaj kuyusu yerlerini ve derinliklerini saptamak amacıyla yapılmıştır.

Eüt alanında bu amaçla 111 adet düşey rezistivite sondajı yapılmıştır. Rezistivite ölçümleri, Zeytinköy(Elman-İzmir-Sakızlı boğazları), Barutçuköy(Çakal-Andan boğazları), Kuyumcu ovası ve Sabribey çiftliği doğusu(Işıldakkavak) ve Selçuk ilçesi ile deniz arasındaki ovalık kesimde alınmıştır. Sizlere çalışma alanında yapılan DES ölçümlerinde tuzlu su- tatlı su içerikli formasyonlarda alınan öz direnç farklarını ortaya koymak amacıyla örnek olması amacıyla Andan Boğazı ölçümleri sunulmuştur.

Andan boğazında paleozoyik yaşlı mermerler ile kuvaterner yaşlı yamaç molozu bulunmaktadır.(Hat-IV) Mermerler; kırıklı, çatlaklı ve karstik yapıda olup yeraltısuyu taşımaya ve depolamaya uygun bir akifer durumundadır. Tuzlu su girişiminden uzak bulunmaları nedeniyle kalite yönünden olumlu olarak yorumlanmıştır.

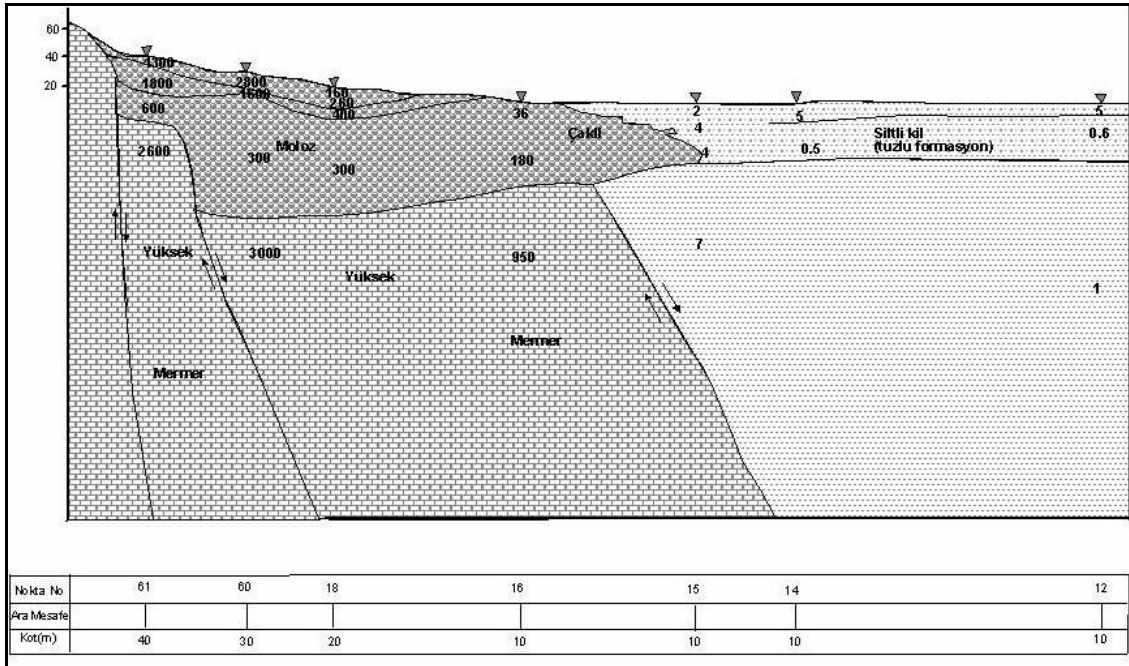


Şekil-10 Pamucak ovası Jeoloji ve Jeofizik lokasyon haritası

Ova bölümü, genellikle kil, silt miktarının etkin olduğu, tuzlu bir özellik taşıyan alüvyon şeklindedir. Alüvyonda açılan şahıs kuyularına ait suların EC'lerinin yüksek oluşu(1500 den büyük) bu durumu doğrulamaktadır.

Andan Boğazında alınan jeofizik özdirenç hattında, kesitte verildiği gibi mermerlerdeki kırıklı ve faylı yapı ile ovadaki birimlerde deniz suyunun karışımı tespit edilmiştir.

Buna göre içme-kullanma suyu ihtiyacıyla açılacak olan sondaj kuyusunun deniz suyundan etkilenmeyecek şekilde yerinin tespiti yapılmıştır.

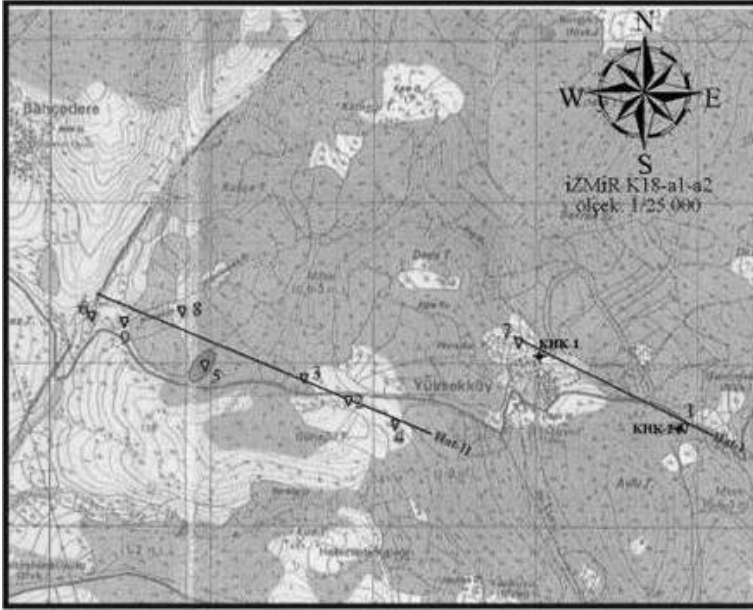


Şekil-11 Andan Boğazı kesiti(HAT-IV)

e) İzmir Aliğa-Yüksekköy Arazileri

Yüksekköy arazilerinde İ.Ö.İdaresi tarafından, içme-kullanma amaçlı iki adet sondaj kuyusu açılmış ve açılan sondaj kuyularında yeraltısuyu alınamamıştır. Daha sonra Aliğa kaymakamlığı DSİ'ye başvuruda bulunarak, üçüncü kuyu yerinin belirlenmesi istenmiştir. Etüt alanında kuyu açılması düşünülen lokasyonlara yer altı yapısını aydınlatmak ve formasyonların kalınlık, yayılım ve derinliklerini bulmak amacıyla, iki adedi İl özel İdaresince açılan kuyu başı olmak üzere toplam 9 adet DES ölçümü alınmıştır.

İnceleme alanı Neojen yaşlı kayaçlar(Andezit, aglomera, tuf, bazalt) yüzlek vermektedir.



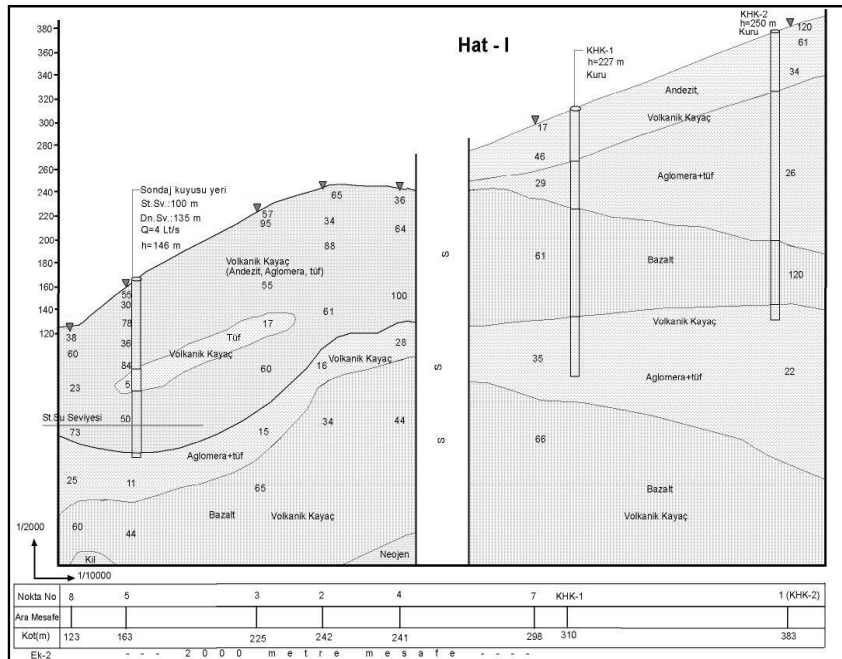
Şekil-12 Aliğa Yüksekköy Jeofizik lokasyon haritası

İ.Ö.İdaresi yetkilileri kuyunun ilerlemesinde meydana gelen aksaklıklar nedeniyle kuyuyu 146 metrede bitirmişlerdir. Açılan kuyuda St.Sv.:100 m, Dn.Sv.:135 m ve $Q=4$ L/sn bulunmuştur.

Kuyularda benzer volkanik kayaçlar geçilmiş olsa da DES-5 de açılan sondaj kuyusu daha yüksek öz dirençli ve kırıklı - çatlaklı yapıları kat etmiştir. Kuyuların kotlarına bakıldığında Kuyu-2 383 m, Kuyu-1 310 m ve Kuyu-3 de ise 163 m dir. Son kuyuda statik seviyenin yaklaşık 100 metrelerde olması neden diğer kuyularda su alınmadığının da bir göstergesidir.

Eğimli bir arazide yapılan DES ölçümlerinin kotları sırasıyla; DES-6 96 m, DES-9 113 m, DES-8 123 m, **DES-5 163 m**, DES-3 225 m, DES-2 242m, DES-4 241 metredir. Daha düşük; kotlardaki DES ölçümlerinde, daha düşük öz dirençli birimlerin olması ve köyden uzaklaşılması olumsuzluk olarak düşünülmüştür.

İ.Ö.İdaresince içme-kullanma amaçlı açılmış sondaj kuyuları Kuyu-1 224 metre derinlikte ve

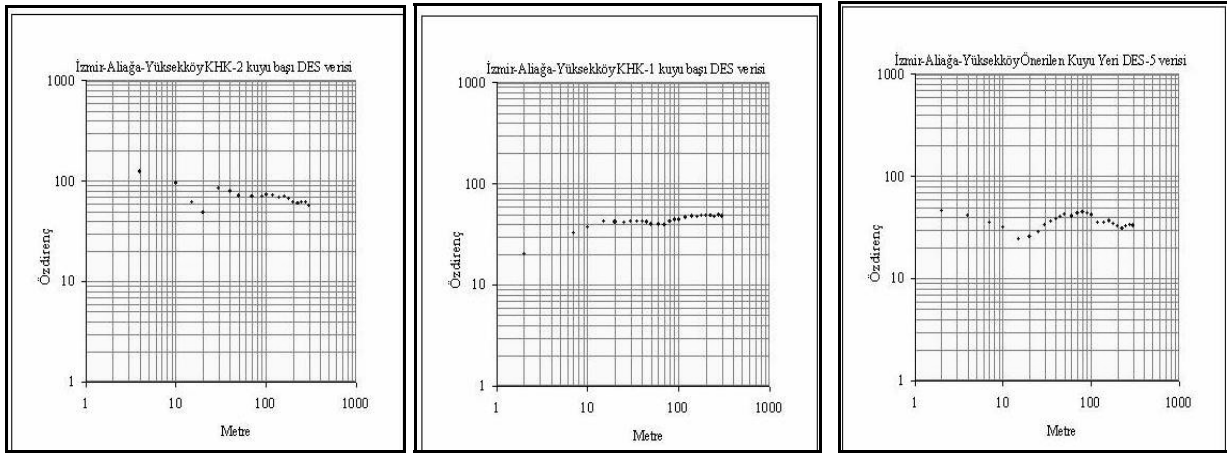


Şekil-13 DES verilerinin kesitte gösterimi

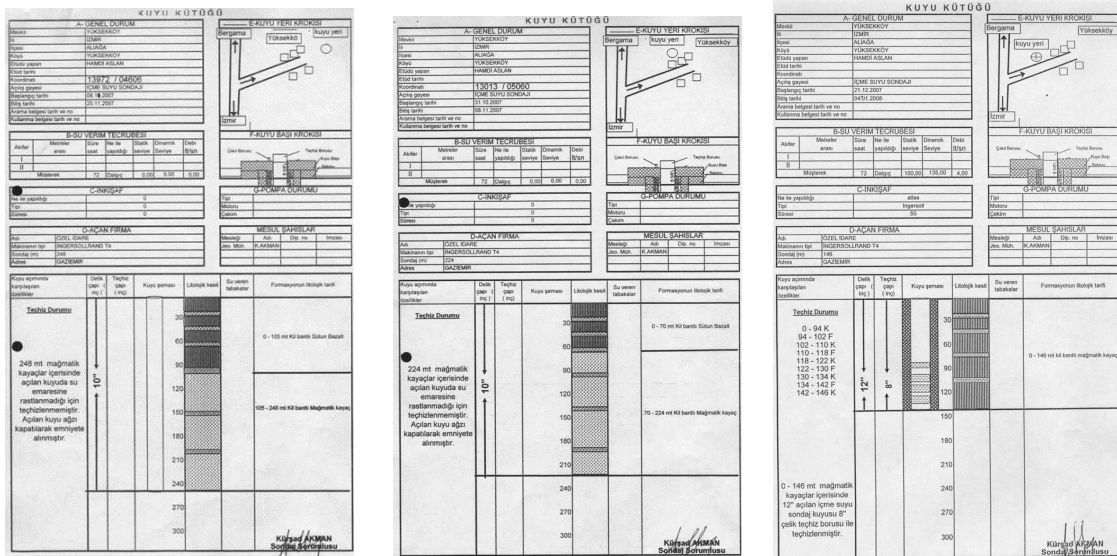
İnceleme alanında kuyu açılarak yeraltı suyu alınabilecek formasyon; Volkanik yapılar kayaçlarının kırıklı çatlaklı kısımlarıdır. Jeolojik yapı, jeofizik değerler, köye olan mesafe ve ulaşım koşulları da dikkate alındığında DES-5 nolu ölçüm noktasının sondaj açılacak en uygun yer olduğu düşünülmüş ve 250 metre derinliğinde bir sondaj açılması önerilmiştir.

kuru, Kuyu-2 248 metre derinlikte ve kurudur. Köyün ihtiyacı $Q=2-3$ L/sn dir.

Genel olarak düşük öz direnç değerleriyle temsil edilen yapılar Volkanik kökenli Tuf ve Ağlomera+Tuf, Yüksek öz direnç değerleriyle temsil edilen Volkanik kayaçlar (Andezit, Ağlomera, Bazalt) olarak ayırtlanmıştır.

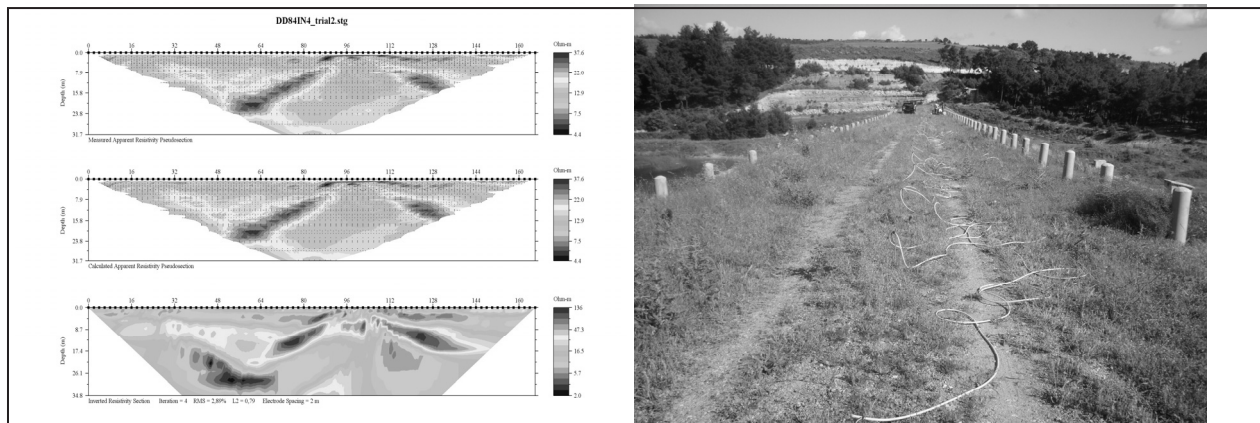


Şekil-14 Kuyu başları ile önerilen noktanın DES eğrileri



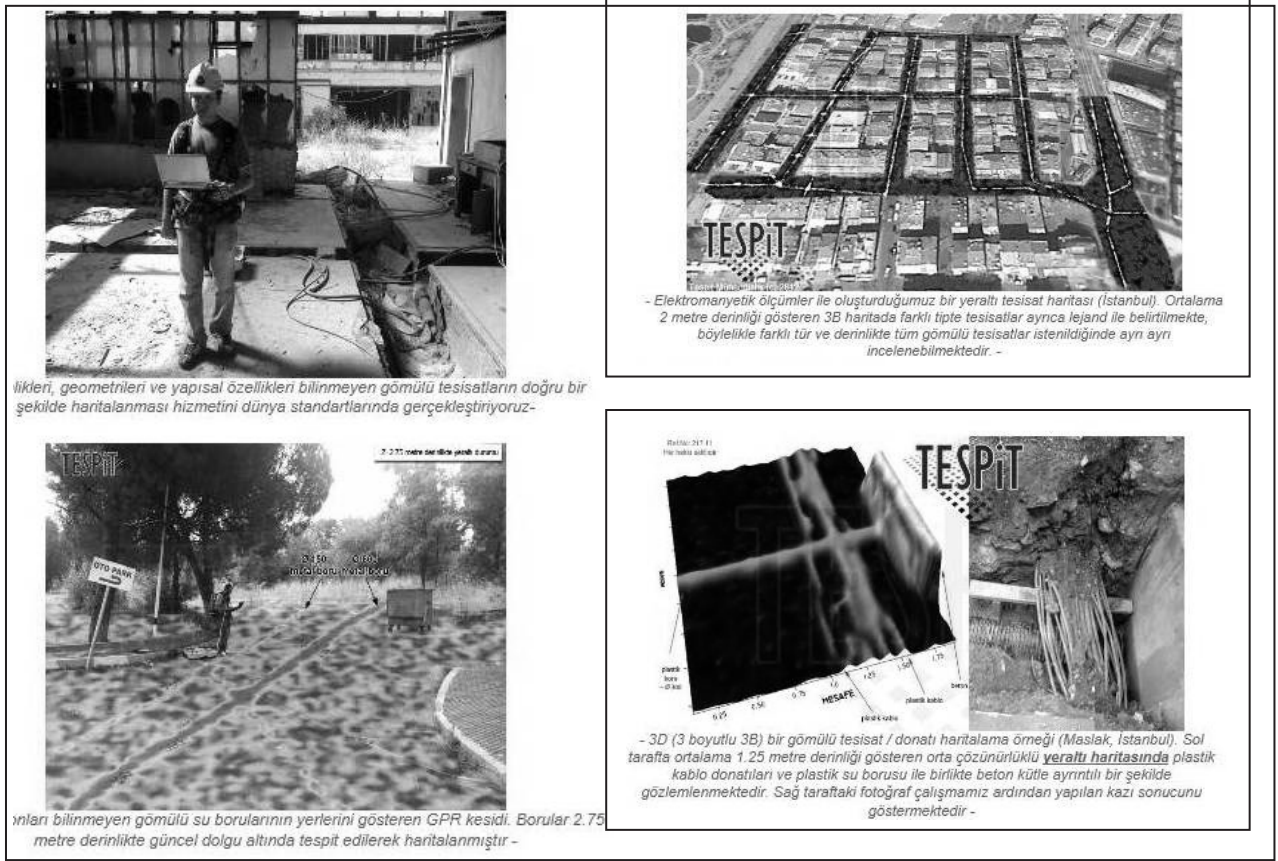
Şekil-15 Açılan sondajlara ait kuyu bilgileri

4. Önemli Yapılarda Rezistivite Çalışmaları



Şekil-16 Gölet üzerinde tomografi çalışması

Baraj ve gölet alanlarında, yeraltı yapısının belirlenmesinde tomografi çalışmaları hızla artmaktadır. Ayrıca borulu şebekeler ve kablo hatlarının belirlenmesinde başta yer radarı olmak üzere bu çalışmalar yapılabilmektedir.



Şekil-17 Güzergah ve yeraltı şehir şebekelerinin belirlenmesi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sizlere sunulan yukarıdaki örneklerden anlaşılacağı üzere, bir bölgede sondaj kuyusu (araştırma veya işletme olabilir) açılmadan önce bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik etüt ile birlikte jeofizik etüt çalışması da mutlaka yapılmalıdır. Bu etüt ile kuyu açılacak bölgedeki yer altı yapısı ortaya çıkarılmalı ve yeraltısuyu alınabilecek yapıların kalınlık, yayılım ve yapısı ortaya konulmalı ve kuyu derinliği ile kuyu lokasyon yeri hidrolik koşulları da dikkate alınarak jeofizik rezistivite ölçümlerine göre belirlenmelidir. Aksi halde açılan kuyularda alınamayacak yeraltısuyu karşılığı toprağa gömülen binlerce TL'nin rahatsızlığını herkes duymalıdır.

6. TEŞEKKÜR VE KAYNAKLAR

- İzmir-Selçuk-Pamucak ovası jeofizik rezistivite etüt raporu
- İYTE Kredi Yurlar Kurumu Hidrojeolojik etüt raporu
- Çok-Elektrotlu Jeofizik Rezistivite Ölçümlerinin Yeraltısuyu ve Jeotermal Arama Alanlarındaki Uygulamalarının Değerlendirilmesi, A. ÖZDEMİR, Sondaj Dünyası, S6, Haziran-2008
- Düşey Elektrik Sondajı Verilerinin Yorumu, Prof. Dr. Ahmet Tuğrul BAŞOKUR, 2004
- AGİ İzmir Çok Kanallı Rezistivite Kursu

Teşekkür: Yardım ve katkılarından dolayı başta Şube Müdürümüz Ömer ÇAĞIRAN ve Jeofizik Baş Mühendisi Erkan ATASOY olmak üzere, şubemiz ve sondaj şubesinde çalışan mesai arkadaşlarımızla, arazide beraber çalıştığımız teknisyen ve işçi arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.