

BAŞİSKELE-KOCAELİ CİVARINDA YER ALTI SUYU AKİFERLERİNİN TESPİTİ İÇİN JEOFİZİK ve SONDAJ ARAŞTIRMALARI

Geophysical and Drill-hole Investigations for Detecting Groundwater Aquifers Around Başiskele-Kocaeli

Cengiz KURTULUŞ¹ ve Ali BOZKURT²

ÖZET

İzmit-Başiskele beldesinde yeraltı suyu araştırmak amacıyla elektriksel özdirenç metodu uygulanmıştır. Çalışma Schlumberger elektrot sistemini uygulayan Düşey Elektrik Sondaj ölçümlerini (DES) kapsamaktadır. Çalışma alanı İzmit kenti doğusunda sedimanter bir alanda yer almaktadır. Veriler 5 adet DES istasyonundan toplanmış ve değerlendirilmiştir. DES verilerinden üstte özdirenci 40-70 Ω m arasında değişen örtü tabakası ile onun altında özdirenci 94-102 Ω m arasında değer alan çakıllı kum tabakası ve en altta ise özdirenci 102-150 Ω m arasında değişen kumlu çakıllı birimin istiflendiği anlaşılmıştır. Burada 80 m derinlikte açılan iki adet su sondaj kuyusunun her birinden saniyede 12 lt su alınmıştır.

ABSTRACT

Electrical Resistivity method for groundwater exploration in İzmit-Başiskele district was applied. The investigation involved the utilization of Vertical Electrical Sounding (VES) technique with schlumberger electrode array system. The studied area is located within the sedimentary basin. The data acquired from the 5 DES stations were interpreted. The VES results of the data revealed three layers namely the topsoil of resistivity 40-70 Ω m, gravely sand of 94-102 Ω m and sandy gravel of 102-150 Ω m. The water of flow 12lt/sec was obtained from the drill-hole drilled up to 80 m of depth within sandy gravel in the investigation area.

GİRİŞ

Su kaynakların kullanılabilirliği yarı kurak ve kurak bölgelerde hatta yağışlı alanlarda bile hem nüfus ve hem de endüstri için yeterli miktarda kaliteli suyun temini açısından birinci derecede önem arz etmektedir.

Bunun sonucu olarak yüzey suları yıl süresince güvenilir bir kaynak olamaz. Bu nedenle yüzey kaynaklarına alternatif kaynakların araştırılması gerekir. Bu durum insanları önemli ölçüde yer altı sularına bağımlı kılmaktadır. Yer altı suyunun bulunduğu sedimanter ortamdaki kimyasal karışımlar uygunsa, çıkartılan suyun kullanımı kolaylaşır. Eğer yer altı suyunun bulunduğu yerin üstünde kırıksız kristalen veya bozuşmamış bir yapı varsa suyun kalitesi daha da artar. Günümüzde yer altı suyunun jeofizik metotlarla araştırılması hem ekonomik ve hem de kolay olması nedeniyle önem arz etmektedir. Bu nedenle, yer altı suyunun sedimanter havzalarda jeofizik yöntemlerle araştırılması hidrolik özelliklerin iyi bir şekilde bilinmesini gerektirir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar jeofizik metotların su araştırmalarında diğer metotlardan çok daha güvenilir olduğunu göstermiştir (Carruthers, 1985 ve Emenike, 2001).

¹ Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, B1, İzmit-KOCAELİ
e-mail: cengizk@kocaeli.edu.tr

² ABM Mühendislik, Araştırma Bilgi Merkezi, İzmit-KOCAELİ.
e-mail: alibozkurt@abmjeo.com

Su araştırmalarında jeofizik metotlardan rezistivite, sismik, manyetik, uzaktan algılama, elektromanyetik vs kullanılmaktadır. Bunların içinde en etkilisi Düşey Elektrik Sondajı (DES) ile yapılan rezistivite metodudur (Olayinka ve Mbachi, 1992; Olorunni ve Olorunfemi 1987; Ariyo, 2003).

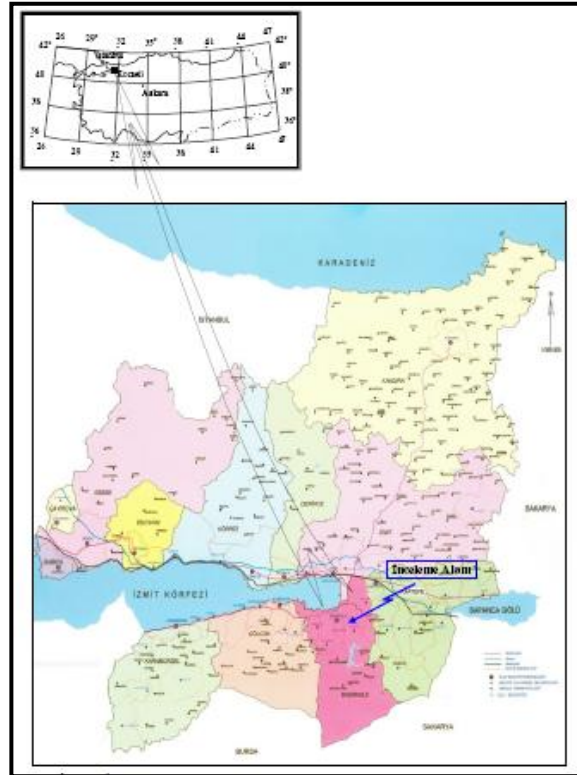
Çalışmanın Amacı

Çalışma İzmit Körfez'i doğusunda kalan alanın yeraltı jeolojisini kavramak ve aşağıdaki hedeflerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır:

- Yer altı tabakalarının kalınlık ve öz direnç değerlerinin belirlenmesi,
- İnceleme alanının hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi ve olası yeraltı suyu bulunduran hazne kayacın belirlenmesi,
- Çalışma alanında su alınacak uygun kuyu yerlerinin tespit edilmesi,
- İyi akifer zonlarının nitelendirilmesi için jeo-elektrik parametrelerin hesaplanması,
- Anakaya ve formasyon profilinin çıkartılması.

Çalışma Alanının Yeri

Çalışma alanı Kocaeli ili, Başiskele belediye sınırları içinde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

Figure 1. Location map of the investigation area

Jeoloji

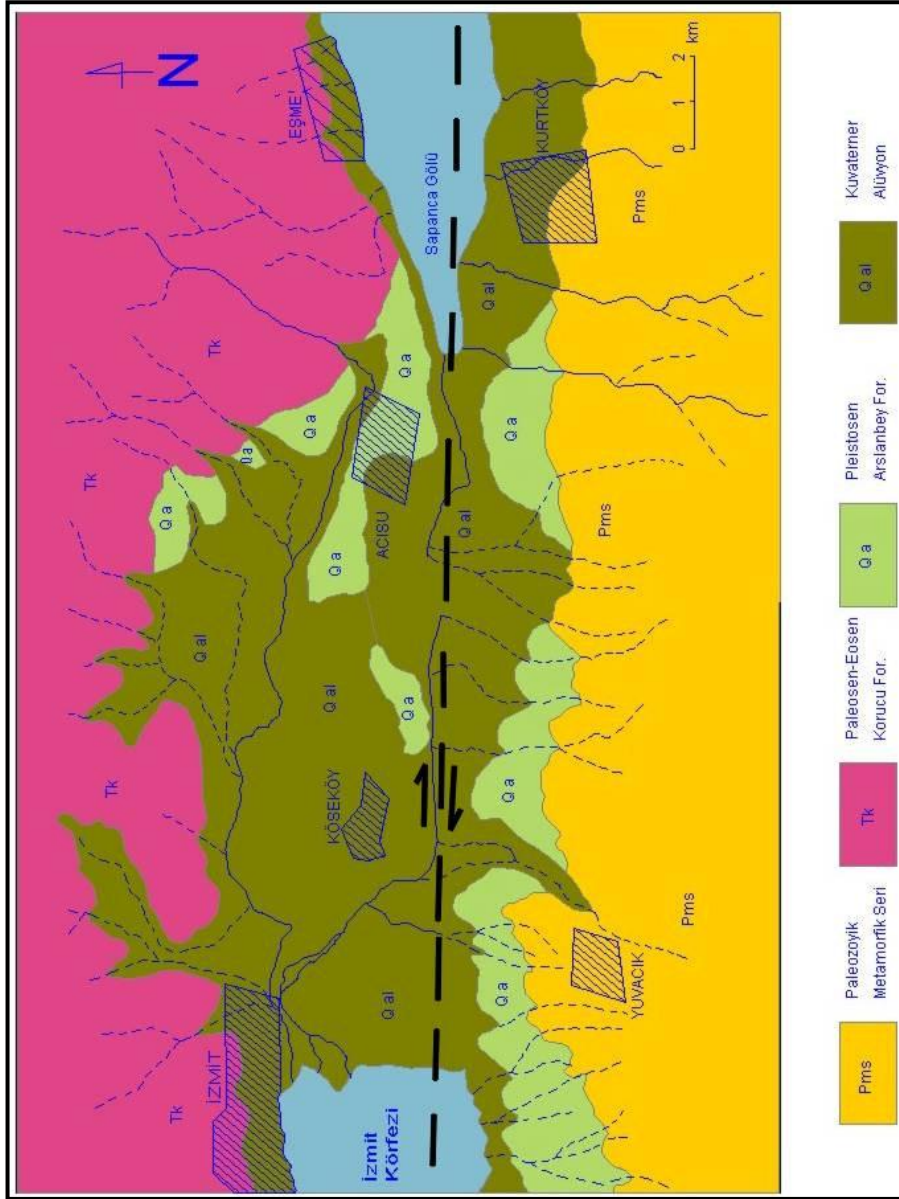
Genel Jeoloji

İncelenen bölge, İzmit Körfezi ile Sapanca gölü güneyinde, doğu batı doğrultusunda uzanan oldukça geniş bir yüzölçümüne sahip olan Armutlu Yarımadası'ndadır. İnceleme alanının yer aldığı İzmit ve civarında Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik' e ait birimlerin bulunduğu Genel Jeoloji Haritası Şekil 2. de sunulmuştur. Armutlu Yarımadası, Pontidlerin batı kesiminde, Kuzey Anadolu Fay'ına ait kollarla sınırlı ve karmaşık yapısal unsurlar taşıyan bir bölgedir. Kuzeyde yer alan İstanbul zonuna ait kaya topluluklarıyla, Güneyde Sakarya zonuna ait kaya topluluklarının bir araya geldiği önemli bir konuma sahiptir. Dolayısıyla hem eski hem de yeni tektonik süreçlerden oldukça fazla etkilenmiştir. Bölgeye ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit Şekil 3'de verilmiştir. Paleozoyik; Armutlu Yarımadasının temel birimlerini oluşturan kristalen şist, killi şist, serizit şist ve rekristalize kireçtaşları Armutlu Yarımadası'ndaki Metamorfik topluluğu oluşturmaktadır. Bu temel birimlerde herhangi bir adlamaya gidilmemiş veya değişik adlamalar yapılmıştır. İlk olarak metamorfizma derecelerinin farklılığından dolayı metamorfikler, İznik metamorfik topluluğu ve Pamukova metamorfik topluluğu adlamasıyla iki kısımda incelenmiştir (Göncüoğlu ve diğ.,1984). İznik ve Pamukova metamorfik topluluğuna ait kayalar arasında yanal ve dikey geçişler sebebiyle bu kayalar gruplarının sınırlarını kesin olarak ayırmak mümkün olmamıştır. Başka bir çalışmada ise bu metamorfik temel birimler Armutlu metamorfik topluluğu olarak isimlendirmiştir (Yılmaz ve diğ., 1989). Metamorfiklerin en üst seviyesini Kristalen kalkerler oluşturmaktadır. Kısmen kompakt kısmen şisti görünüşte, çok çatlaklı gri-kırmızımsı renklerden oluşan kristalen kalkerlerin ayrışmaya maruz kalmış kesimlerde, beyaz, açık gri, kirli sarı renkler hakimdir. İnceleme alanının oldukça batısında yer alan Değirmendere' nin güneybatısındaki yükseltileri oluşturur. İnceleme alanında gözlenmez. Mesozoyik; Armutlu metamorfik topluluğu üzerine uyumsuz Üst Kretase yaşlı Abant Formasyonuna bağlı metamorfik kayalar ile derin magmatikler (Plütonikler) ve epimetamorfik klastik kayaların karmaşasından oluşan seri ve bunların üzerine ise diskordanslı olarak Eosen yaşlı Sarısu volkanitleri gelmiştir. Sarısu volkanitleri inceleme alanının güney kesiminde yüzeylenmiştir. En iyi mostralalarına, İznik, Yalacdere, Dumanlıtepe, Bahçecik ve Karamürsel yolu üzerinde bulunan Kızderbent köyü dolayında rastlanmıştır. Tersiyere ait kayalar bölgede büyük sahalar kaplayan diyabaz, bazalt ve andezitlerden oluşur. Denizaltı volkanizması sonucu meydana gelen bu volkanitler bölgede geniş sahalar kaplar ve önemli yükseltileri meydana getirir. Genel olarak, esmer, kahverengimsi, bazen beyaz, sarı ve yeşilimsi renkleriyle tanımlanan bu volkanitler birbiri ile son derece girift olduklarından bunları birbirinden ayırt etmek mümkün olmamıştır. Armutlu yarımadası'ndaki volkanik materyallerin Paleosen-Eosen'e ait fosilli kalker ve filiş seviyeleri içerdiği ayrıca bazı bazaltik lavların pillov-lav karakterinde olmasından dolayı volkanik kayaların Paleosen-Eosen esnasında meydana gelen deniz dibi erüpsiyonları neticesinde oluştuğu düşünülmektedir. Bölgede bazaltın özelliklerini diyabaza oranla az kaybetmiş olması; diyabazda yaygın olan pek çok fayın bazaltta devam etmemesi, her iki kütleli oluşumu arasında bir zaman farkını işaret etmektedir. Bu bakımdan diyabazın yaşı Paleosen-Eosen ve bazaltın yaşı Eosen-Pliyosen arasında kabul edilebilir. Makroskobik olarak farklılıklar gösteren bu kütlelerin daha önceki çalışmalardan alınan bilgilere göre mikroskobik incelenmesinde hemen hepsi (epidotlaşmış, albitleşmiş, kloritleşmiş, ayrışmış) diyabaz olarak tayin edilmiştir. Bazalt bölgede diyabaz üzerinde oldukça büyük sahalar kaplar. Çeşitli renk ve makroskobik özellikteki diyabazdan kırmızımsı-siyah rengi ve fazla ayrışmaya maruz kalmamış özelliği ile ayırt edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda yapılan mineralojik tetkik sonucunda ayrışma gösteren melonokrat bazalt olarak tayin edilen numune kısmen fenokristal ve kısmen mikrolitler halinde zayıf kloritleşme göstermektedir. Volkanik seri İnceleme alanında andezit, bazalt, tüfit, tuf, ve aglomeralarla (Eosen Yaşlı Sarısu Volkanitleri) temsil edilir. Tersiyer Çökelleri; Pliyosen yaşlı çökeller özellikle daha yaşlı formasyonlarla diskordanslı olarak görülürler. Pliyosen çökelleri volkanitler üzerinde yaygındır. (Akartuna, 1968) Yarımadaının

batisındaki Sarmasiyen çökelleri üzerinde uyumsuz olarak yer alan bu birimlerin Ponsiyen - Pliyosen çökelleri olduğunu belirtilir. Pliyosen çökelleri genellikle kumtaşı, kötü tabakalanmalı konglomera, çamur taşı ve marn aralanmasından oluşur. Kaba konglomera max. 25 cm çaplı bloklar içeren çoğunlukla 6-8 cm nadiren 1- 2 cm çaplı yuvarlak çakılların killi kalkerli bir çimentoyla birbirine bağlanmasından meydana gelmiştir. Çakıllar üst seviyelerde bağlayıcı malzemenin yeterince sıkı olmamasından dolayı fazlaca görülür. Birim içerisindeki iri taneli çakıllar tamamen diyabaz ve bazalttan ibarettir. Bu birim yarımadaanın şekillenmesinde önemli rol oynayan KAF Zonuna bağlı hareketlerden etkilenmiştir. Pliyosen tabakaları az kalınlığa sahiptir. İnceleme alanının orta bölümünde yaygındır. Arslanbey formasyonu (Qa) inceleme alanının kuzey ve güney kesimlerinde yüzeylenir ve genel olarak sarımtırak veya beyaz rengi ile tanımlanır. Ancak kuzeydeki litoloji ile güneydeki litoloji bariz farklılıklar sunmaktadır. Kuzeyde İzmit körfezine bakan yamaçlarda sarımsı kahverengi ve marn, kil, kum, çakıl düzeyleri ile kendini belli eder. Orta-iri derecede yuvarlaklı çakıllarda kuzeybatıya doğru bir yönelmeyle birlikte tanelerin uç kısımları biraz kalkıktır. Alüvyonlar derelerin denize döküldüğü yerlerde, teşekkül etmiştir. Materyal derelerin geçtiği yerlerde aşındırdığı taşların münavebe ile çakıl, kum, kil olarak yığılmasından oluşmuştur. Dere meyillerinin azaldığı kesimden itibaren dere yatakları boyunca yerleşen alüvyonlar E-130 Karayolundan itibaren hızla genişleyerek kalın bir istif halinde kuzey sınırımızı oluşturarak denize kadar ulaşır.

İnceleme Alanın Jeolojisi

İnceleme alanı ve yakın çevresinde genç alüvyon çökeller mevcuttur. Yüksek morfolojiden doğan derelerin daha düşük ve eğimin son derece azaldığı morfolojiye geldiğinde bünyesinde taşıdığı malzemeyi bırakmasıyla alüvyon istif oluşur. Siltten blok boyutuna kadar pek çok taneden oluşan alüvyonlar gevsek tutturulmamış malzemelerdir. Genelde kil, silt ve kum yüzeylerinden oluşan birim yeraltı suyu etkisine bağlı olarak gevsek – orta katı kıvamlıdır. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında yüzeyden itibaren 0.80–1.10 m. arasında dolgu devamında sarımsı kahve renkli, yer yer gri renkli, üst seviyeler gevsek, alt seviyelerde orta kıvamlı, yer yer kumlu ara bantlar içeren siltli kil tespit edilmiştir.



Şekil- 2. Bölgesel jeoloji haritası. (MTA, 2003)

Figure 2. Regional geology map

Veri Toplama ve Yorum Metotları

Çalışmada jeofizik metotlardan elektrik özdirenç metodu kullanılmıştır. Bu metotta yeraltı yapısının özelliklerini araştırmak için bir çift akım elektrodundan yere doğru akım gönderilir ve iki potansiyel elektrodu arasındaki voltaj farkı ölçülür.

ÜST SİSTEM		SİSTEM		SERİ	FORMASYON	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYK	KUVATERNER	PLEYİSTOSEN	ARSLANBEY	HOLOSEN	ALÜVYON	Qal		Güncel tutturulmamış kil, kum, çakıl
				Qa		Konglomera, kumtaşı, çakıltaşı, marn		
	TERSİYER	PALEOSEN-EOSEN	KORUCU	Tk		Kumtaşı, silttaşı, kilitaşı, marn, volkanit ara kalkılı		
MESOZOYK	TRİYAS(?)					Pzms		Şist, Grovak, Rekrystalize kçt., Mermer
PALEOZOYK	PERMİYEN(?)		METAMORFİK SERİ					

Şekil 3. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (MTA, 2003)

Figure 3. Generalized stratigraphic sequence of the region (MTA, 2003)

Özdirenç metodu formasyonun özdirenç ve onu kontrol eden porozite, dane özelliği, tuzluluk gibi fiziksel parametrelerin ölçülmesi prensipleri üzerine kuruludur.

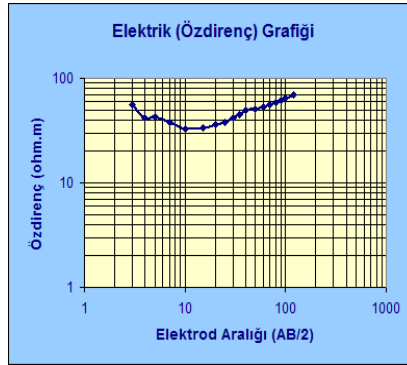
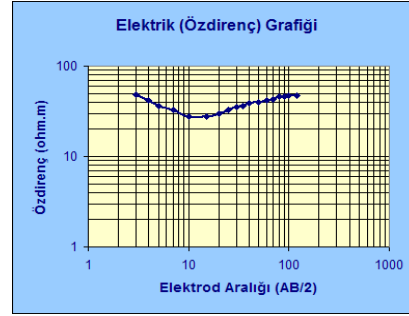
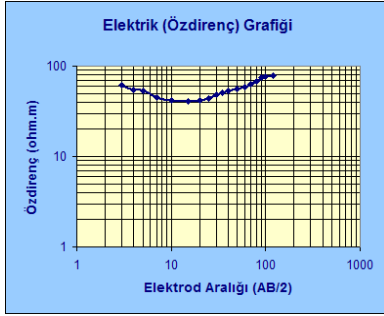
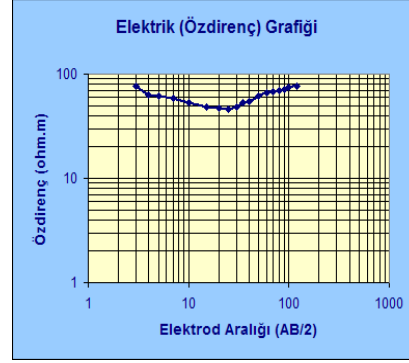
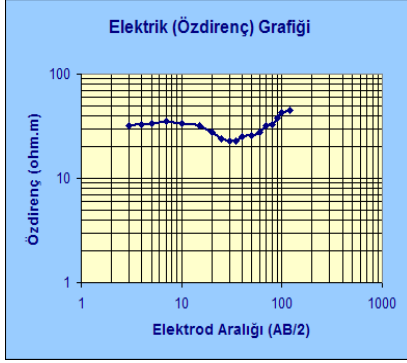
Elektriksel rezistivitenin değerlendirilmesi elde diğer jeofizik verilerin olmaması durumunda oldukça zordur. Araziye elde edilen rezistivite eğrileri hem nitelik hem de nicelik bakımından değerlendirilir.

Düşey elektrik sondaj (DES) verileri genellikle artan elektrotların aralığıyla değişen bir dizi görünür özdirençlerin bir serisini kapsar. Bu eğriler özdirençin derinlikle değişiminin niteliğini gösterir (Şekil 4).

Rezistivite verilerinin yorumu için birçok yorumlama metodu mevcuttur. Bu metotlar nümerik metotları, eğri çakıştırma tekniğini veya bilgisayar destekli programları içerir.

Bu çalışmada özdirenç eğrilerinin değerlendirilmesi iki tabaka TAGG ve üç tabaka CAGNIARD yardımcı abakları kullanılarak yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda gerek formasyon sınırlarının

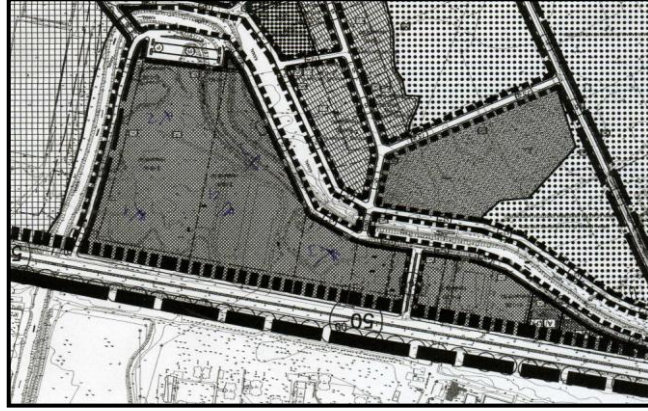
ayrıt edilmesi ve gerekse yorumu öz direnç özelliklerinden ve eğri karakterlerinden yararlanılarak yapılmıştır.



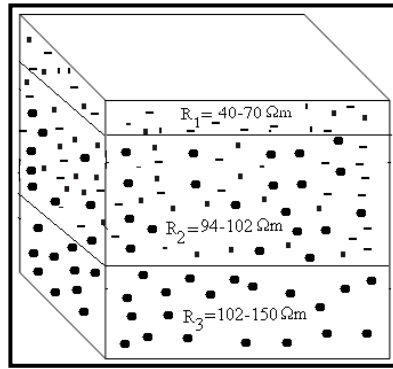
Şekil 4. Düşey elektrik sondajı verileri
Figure 4. Vertical electrical sounding data

Sonuç ve Tartışma

İnceleme alanında beş noktada yapılan öz direnç çalışması neticesinde (Şekil 5) yeraltında öz direnci 40-70 Ω m ve kalınlığı 5-10m arasında değişen örtü tabakası ve altında öz direnci 94-102 Ω m ve kalınlığı 5-35m değişen çakıllı kum tabakası tespit edilmiştir. Bu seviyenin altına ise öz direnci 102-150 Ω m arasında değişen kumlu çakıllı birim gelmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. İnceleme alanında DES ölçüm noktaları
Figure 5. DES points at the study area



Şekil 6. İnceleme alanı yeraltı tabakalarının özdirenç modeli
Figure 6. Resistivity model of the layers in the investigation area

Özdirenç değerleri bu alanın yeraltı suyu potansiyeli açısından çok verimli olduğunu belirttiğinden, bu alanda su sondajına karar verilmiştir. 80m derinlikte kumlu çakıllar içinde açılan iki adet su kuyusunun her birinden debisi 12lt/sn olan su elde edilmiştir. Çalışma sonucu jeofizik- özdirenç metodunun yeraltı suyu aramalarında ne kadar etkili olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

ARIYO, S.O. ODUWOLE, M.O and MOSURO, G.O., 2003. Hydro-geophysical,evaluation of groundwater potentials of Awa-Ijebu, Southwestern Nigeria. Journal of the Nigeria Association of Hydrogeologist (NAH) vol. 14 . pp 31-36.

CARRUTHERS, R.M., 1985. Review of geophysical techniques for groundwater exploration in crystalline basement terrain. British Geological Survey Report. NORGRG 85/3.

EMENIKE, E.A., 2001. Geophysical exploration for groundwater in a Sedimentary Environment. A case study from Nanka over Nanka Formation in Anambra Basin, Southeastern Nigeria. Global Journal of Pure and Applied Sciences Vol. 7, No 1.Pp1-11.

OLAYINKA, A.I and MBACHI, C.N.C, 1992. A technique for The interpretation of electrical sounding from crystalline basement Areas of Nigeria. Journal of Mining and Geology vol. 27. Pp 63-69.

OLORUNNIWO, M.A and OLORUNFEMI, M.O, 1987. Geophysical investigation for groundwater in Precambrian terrain, a case history from Ikare, Southwestern Nigeria. Journal of African Earth Sciences 6. Pp787-796.