

E7) - ANADOLU OTOYOLU, İZMİT-ADAPAZARI KESİMİ SAPANCA GEÇİŞİ GÖL İÇİ JEOFİZİK ETÜD RAPORU

1. GİRİŞ VE AMAÇ:

Anadolu otoyolu, İzmit-Adapazarı kesimi proje çalışmalarında, kritik ve problemlili bir saha olarak görülen Sapanca geçişi için, mevcut demiryolunda göl içinde doğru bir miktar öteleme yapılarak otoyolun göl içine oturtulması bir alternatif olarak düşünülmektedir (11 nolu varyant). Bu nedenle Yüzevler ile Teknekelem arasında uzanan ve sahilden itibaren göl içerisine doğru 50m. genişliğinde olan sahil şeridi boyunca, muhtemel otoyol dolgusunun oturacağı göl tabanının jeolojik yapısını belirlemek amacıyla mekanik sondajlara paralel olarak rezistivite ve sismik kırılma çalışmalarının yapılması istenmiştir.

Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü'nün 25.4.1975 tarihli ve 0264 nolu yazısı üzerine, arazi çalışmalarına 20 Haziran 1975'te başlanmış ve 25 Ağustos 1975 tarihinde çalışmalar tamamlanmıştır.

2. SAHANIN GENEL JEOLJİSİ VE MEKANİK SONDAJ

ÇALIŞMALARI:

Jeofizik ölçüm yöntemlerine ve alınan ölçümlerin değerlendirilmesine girmeden önce söz konusu bölgenin yakın çevresinin jeolojisine kısaca değinmek jeofizik verilerle jeolojik verilerin bir bütün olması nedeniyle gereklidir.

2.1 Yüzevler-Uzunkum Arası Sapanca Gölü Kıyısı ve Yakın Cıvarı Jeolojisi (Ref 7)

Yüzevler-Uzunkum arasında göl kıyısına paralel, karaya doğru 250m.'lik bir şerit boyunca tabanda, Ponsiyel yaşlı Kalaycı formasyonu şeyl üyesi "Kfm₂", üstte uyumlu olarak Kalaycı Formasyonu Üst Kırıntılı Üye "Kfm₃" bulunmaktadır. En üstte ise kıyı boyunca dar, Mümtaziye'ye doğru geniş alanda mostra veren ve bütün seviyeler üzerinde uyumsuz olan Kuvaterner yaşlı alüvyon bulunmaktadır. **Şekil1.1**

A-) Şeyl Üyesi: Kalaycı formasyonunun orta üyesidir. Genel olarak plastik kil ve şeylden oluşmuştur. Arada ince, yer yer kalınlaşan kamalanma, merceklenme gösteren kum, çakıl seviyeleri bulunmaktadır. Şeyl üyesinin hakim rengi gridir. Şeyl üyesinin üst seviyelerinde kılavuz tabaka olarak izlenen 30-40 cm. kalınlıkta kömür tabakası şeyl üyesine giren hemen bütün sondajlarda izlenmiştir.

B-) Üst Kırıntılı Üye: Kalaycı formasyonunun en üst üyesidir. Üyenin hakim rengi kahverengidir. Alttaki şeyl üyesi ile arasında geçiş zonu bulunmaktadır. Bu geçiş zonunda renk kahverengi-gri karışımıdır. Bu zonda kil ve kum çakıl seviyeleri ardışıklıdır. Üst kırıntılı üyede hakim litoloji çakıldır. Çakıl; kumlu, siltli ve killidir. Çakıl seviyelerinden başka, killi ve ince kumlu, silt seviyeleri izlenmiştir.

C-) Alüvyon: Kuvaterner yaşlı olan alüvyon, bütün birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Göl kıyısında ince şerit halinde Sapanca ve Mümtaziye'ye doğru geniş alanda mostra verir. Kil, kum, çakıl seviyelerinden oluşmuştur.

2.2 Mekanik Sondajlar

Yapılan jeofizik çalışmalara paralel olarak yürütülen mekanik sondajlar sonunda elde edilen jeolojik loglar ve SPT değerleri, alınan ölçümlerin değerlendirilmesi, jeolojik kesitlerin çıkarılması ve bazı jeoteknik parametrelerin elde edilmesinde kullanılmıştır. Verilen SPT vuruş sayıları üzerinde derinliğe ve su seviyesine göre bir düzeltme yapılmamıştır. Ayrıca sert veya sıkı

formasyonlarda SPT değerlerinin ortalaması alınırken 30 cm.'den daha düşük penetrasyonlarda elde edilen vuruş sayıları da ortalamaya dahil edilmiştir.

3. FORMASYONLARIN KARAKTERİSTİK REZİSTİVİTE VE SİSMİK HIZ DEğERLERİ

3.1 Ön-Etüdler:

Göl içi jeofizik çalışmalara başlamadan önce **Bölüm 2.1**'de adı geçen jeolojik birimlerin karakteristik rezistivite ve sismik hız değerlerini belirli sınırlar içerisinde tayin edebilmek amacı ile formasyonu en iyi temsil ettiği kabul edilen kesimlerde bazı ön-etüdler yapılmıştır.

Şekil-1'deki jeolojik haritada görüldüğü gibi SPT mekanik sondajlarından F-4, F-5 ve F-6 sondajları Kfm₃, olarak anılan formasyon içerisinde , F-9, F-10 ve F-12-A sondajları Kfm₂ olarak anılan formasyon içerisinde F-7, F-8 sondajları ise Kfm₃ altta Kfm₂ formasyonunun bulunduğu geçiş sahasında açılmıştır.

Sondajlar sonunda elde edilen jeolojik birimler ile SPT değerlerinin, rezistivite değerleriyle korelasyonunu incelemek için, bu mekanik sondaj noktalarında rezistivite ve sismik kırılma çalışmaları yapılmıştır. Alınan ölçümler **Şekil 10-a**'da mekanik sondaj logları ve rezistivite loglarının korelasyonu ile verilmiş, elde edilen karakteristik değerler ise **Tablo-1**'de, aynı zamanda söz konusu sondajlardaki ortalama SPT değerleri ile karakteristik P-dalgası hızlarını da vermektedir.

3.2. Sismik Hız Ve Rezistivite Değerlerinin SPT Değerleri İle Korelasyonu Ve Bunların Formasyonun Litolojik Özellięi İle İlişkisi:

Sondaj kuyuları yakınında kısa "off-set" uzaklığı kullanarak sismik atışlar yapılmıştır. P-dalga hızı ile ortalama SPT değerleri arasındaki bağıntılar **Şekil 3a**'da log-log kağıdı üzerinde gösterilmiştir. Düşey logaritmik ekseninde P-dalgası hızı(m/sn) olarak, yatay logaritmik ekseninde N, yani her 30 cm. için standart penetrasyon testleriyle elde edilen "ortalama" darbe adetleri çizilmiştir.

Genellikle P-dalgası hızındaki bir artma formasyonun sıklığı hakkında iyi bir göstergedir ve bundan böyle de taşıma gücünün arttığına işaretler. **Şekil-4**'te düşey logaritmik ekseninde Sakai tarafından kil ve silt için deneylerle elde edilen Vs hızı ile O.D.T.Ü çevresinde (Ref 4-5-6) sismik kırılma çalışmaları ile killi, siltli, kumlu ve çakıllı sahalarda Sakai tarafından geliştirilen konik-penetrasyon cihazının kullanılması ile elde edilen darbe adeti ve bunlardan hesaplanan taşıma gücü değerleri işaretlenmiştir. Sakai tarafından elde edilen sonuçlarda S-dalgası hızı ile N darbe adeti arasında, belirli limitler içerisinde oldukça düzgün değişimler görülmekte, ancak yer yer ani "hız atlamaları" göstermektedir.

P-dalgası hızı ile N darbe adeti arasındaki ilişkiyi gösteren sonuçlarda bu hız atlamaları oldukça ani olarak taşıma gücünün 2 Kg/cm² olduğu ve P-dalga hızınının 170 m/sn olarak bulunduğu bölgeye rastlamaktadır. Ani hız artmasının nedeni grafikte belirtildiği gibi formasyonun su içermesidir. P-dalgası hızı ile 2 ila 7,5 Kg/cm² (N=60 ve N=225) olduğu aralıkta oldukça lineer bir değişme dikkati çekmektedir.

Etüd sahasında F(4-12 A) sondaj kuyuları sonuçları yukarıdaki çalışmalara benzer şekilde log-log eksenlere çizildiğinde sonuçları üç grup altında toplama mümkün olmaktadır.

310-610 m/sn sismik hızlara denk düşen zeminler **Tablo-1**'de "Gevşek" zeminleri karakterize etmektedir. 610-1400 m/sn hızla belirtilen zeminler killi-silt için "yarı-sert", çakıl ve kum için "orta-sıkı" olarak gösterilmektedir. 1400-2000 m/sn sismik hızlar "çakıl-kum" için sıkı, killi-silt için "sert" olarak

tarif edilebilir. Log-log grafikte dikkati çeken en önemli nokta ani hız artışı gösteren formasyonun hem sıkı hem de su ile doymun olduğudur.

Tablo-1'den çıkarılan sonuçlar şunlardır: 4. sütunda çakıl-kum için belirtilen rezistivite 31-250 ohm.m gibi geniş bir aralıkta değişme göstermektedir. Bu rezistiviteye eş değer olan sismik hız değeri ise 550-1990 m/sn arasındadır. Killi-silt için bulunan 17 ohm.m'lik düşük rezistivite değeri 1950 m/sn gibi yüksek bir sismik hıza karşılık gelmektedir.

Rezistiviteyi çok düşük olan bu formasyonun büyük bir sismik-hız vermesi mantığa aykırı gibi görülmektedir. Ancak sismik hızın artması halinde kesinlikle rezistivitenin de artacağını düşünmek hatalı olur. Çünkü sismik hız rezistivite gibi formasyonun içinde bulunduğu sıvının elektriksel iletkenliğine bağlı değildir. Oysa ölçülen rezistivite değeri formasyonun içinde bulunduğu suyun rezistivitesiyle (ρ_w) doğru orantılıdır. Bu nedenledir ki killi ve siltli birimler içinde buldukları yüksek seviyede klor ve sülfat konsantrasyonu nedeniyle düşük rezistivite değerleri verirler ve sahada kolaylıkla tanınabilirler.

Sismik hız ve rezistivite arasındaki böylesine ters bir korelasyon (yüksek hız, düşük rezistivite) temiz kayalarda örneğin kalker, granit gibi kayalarda görülmez, bu durum sadece yüksek seviyede klor konsantrasyonu içeren birimler için karşılaşılan bir sonuçtur. İşte bu nedenledir ki, etüd sahamızda düşük rezistivite gösteren bu seviyelerin sıklıkları hakkında bilgi elde etmek için sismik-kırılma çalışmaları yapılmıştır. Rezistivite çalışmaları bizlere yukarıdaki özelliklerden dolayı granüler malzeme içindeki killi-siltli birimleri belirleme imkanı vermektedir. Oysa sismik-kırılma bunu bize verememektedir. Yukarıda anlatılan önemli etkenlerden dolayı sahada jeofizik çalışmalar yapıldığı sırada her iki metodun denenmesinde yarar ve zorunluluk vardır.

4. GÖL İÇİ JEOFİZİK ÇALIŞMALARI

4.1 Çalışmanın Kapsamı:

Yüzevler ile Uzunkum arasında yapılan göl içi jeofizik çalışmaları iki hat boyunca yapılmıştır. Birinci hat sahilden göl içerisine doğru 25m. mesafede, ikinci hat ise 50 m. mesafededir. Her iki hat sahile hemen hemen paraleldir. Uzunkum kesiminde de yine söz konusu iki hat boyunca sismik kırılma ve rezistivite çalışmaları yapılmıştır.

4.2 Rezistivite Çalışmalarında Kullanılan Yöntem Ve Teknik:

Literatürde su üstü rezistivite çalışmalarına pek nadir rastlanmaktadır. Schlumberger ve Leonardon (1934), Boulos (1971) su üstü rezistivite çalışmalarını ilk defa uygulayanlar olmuşlardır. Bu araştırmalarda genellikle Schlumberger elektrot sistemi kullanılmış ve akım su üzerinden verilerek alttaki tabakaların durumları incelenmiştir. İlk araştırmacıların karşılaştıkları sorunların başında, elektrik ölçüsü alınan noktaların ölçü alınışı sırasında sabit bir durumda tutulmalarındaki güçlükler olmuştur. Boulos(1971), Khor Kundi kesiminde killi siltli birimler altındaki granit kayanın derinliğini %10 yaklaşıklıkta tayin etmişti.

Bu araştırmamızda yeni bir etüd tekniği geliştirilmiş ve su altında formasyonların 30 m. derinliğe kadar detay araştırmalarına olanak tanıyan bir yöntem denenmiştir. Daha önce su üstü rezistivite çalışmalarında akımın su üzerinden verilmesi denenmişti. Kullanılan bu yeni teknikte, akım 3/8 inch'lik boruların ucundaki elektrot vasıtası ile doğrudan göl tabanına sokularak verilmiştir. Böylelikle göl suyunun üst tarafta bir tabaka olarak eğri yorumunu etkilemesi önlenmiş gibi çakıl-kum seviyeleri içindeki killi-siltli birimlerin eğri üzerinden tanınması kolay olmuştur.

Daha önce yapılan saha çalışmaları göstermiştir ki(Ref 3), elektrodun doğrudan doğruya araştırılan formasyon üzerinde bulanmaması halinde temel kayaya ait birçok önemli bilgiler kaybolmaktadır. İşte bu nedenledir ki bu çalışmalarda akım ve potansiyel elektrodları doğrudan göl tabanına batırılmıştır. Şekil-5a'da göl üzerinde yapılan jeofizik çalışmaların prensibi görülmektedir.

İkişer metre uzunluğundaki boruların birbirine vidalanmasıyla göl suyunun en fazla 12 m. derinliğe eriştiği bölümlerde elektrik sondajı yapma olanağı doğmuştur (Şekil 5d).

3/8 inch'lik eklemeli bu borular daha sonra boş bidonların önünde kaynak edilmişlerdir. Sonra daha geniş bir boru içinden geçirilmiş, ölçü alınacağı sırada bu borular göl dibine bırakılmıştır. Borular bidon üzerindeki kelebek vasıtasıyla sıkıştırılarak istenilen yerde uzun süre sabit kalması sağlanmıştır. Bu bidonların sağa sola yalpa yapmaması bidonların altına yerleştirilen bir çift 10 x 10 x 150 cm. boyutundaki tahtalar vasıtasıyla sağlanmıştır. Wenner'in dört elektrot dizilimine göre hazırlanmış iki ip kayık arasında gergin olarak istenilen uzaklıklarda serilmiş ve daha sonra ipin uçlarına bağlı beton plakalarla gergin bir durumda ölçülere hazırlanmıştır. Göl kıyısından sırasıyla 25 ve 50 m. uzaklıklarda atılmış şamandıralar ölçü noktasının başlangıcı olmak suretiyle jeofizik çalışmalar yaklaşık 2 km. uzunluğunda bir kıyı şeridi boyunca yapılmıştır.

Çok kötü hava şartları altında bile rezistivite çalışmaları sürdürülebilmiş ancak dalga gürültüsünün fazla olması nedeniyle bozuk havalarda sismik kırılma çalışmaları yapılamamıştır.

Uygulamada Wenner eşit elektrod aralığı yöntemi kullanılmıştır. Çünkü, jeolojik yapı şekilleri (özellikle alüvyal sahalarda sık görülen kamalanma, mercetlenme, tabaka durumları ve tabakalardaki yanal geçişler...v.s.) en belirgin şekilde Wenner yöntemi ile bulunur. Yöntemin aslı, isminden anlaşıldığı gibi eşit aralıklarda, izoleli elektrodlar yardımıyla (su ile elektrik devresinin kontağını yok etmek için), belirli noktalarda (R) direnci ölçülerek $\rho=2\Pi.a.R$ (a=elektrod aralığı) ifadesinde görünür rezistiviteyi bulmak, bu ölçümler yardımı ile jeolojik kesitleri ortaya çıkarmaktır.

4.3 Sismik Kırılma Çalışmalarında Kullanılan Yöntem Ve Teknik:

Göl içi kırılma çalışmalarında, bataklık ve çamur üzerindeki sismik kırılma araştırmalarında kullanılan MARSH jeofonlarından faydalanılmıştır. Su üstünde 25x25x4 cm. boyutundaki mantar plakaların hemen altına sarkıtılan jeofonlar belirli bir hat boyunca iki kayık tarafından sabit ve gergin bir durumda tutulmuştur. Şekil-5b jeofon kablosunun bir hat boyunca gerilmesi sırasında zarara uğramaması için kablo, aynı boyda kalın bir ipe bir çok yerden bağlanmıştır. Betonların ağırlıkları bu iplere gelecek şekilde bir düzenek hazırlanmıştır. Jeofonların çıkış soketleri S.I.E. firmasınınca yapılan RS-4 sismik kırılma cihazına bağlanarak kayıtlar alınmıştır. Jeofonların su üstünde buldukları anda duyarlılıklarının fazlasıyla artması nedeniyle aletin "Gain" (Kazanç) seviyesi düşürülmüş, gürültüyü önleyebilmek için jeofonlar mantar plakaya değişik açılardan saplanmıştır. Bu durum aletin kazanç seviyesinin artmasına ve neticede "iyi" ilk varışların teminine imkan vermiştir. Çalışmalar daha çok gölün sakin olduğu sabahın erken saatlerinde yapılmıştır(Şekil 5c).

2 iş günü içinde sahile 25 metre mesafedeki hat üzerindeki noktalarda karşılıklı profil atışı tamamlanmıştır.

Sismik çalışmalara da rezistivite çalışmalarına benzer şekilde önce karadaki mevcut sondaj kuyuları yakınında kısa off-set'li atışlar yapılarak başlanmıştır(Şekil 10a).

Bu çalışmalarda amaç, P-dalgası hızıyla SPT sonuçlarının korelasyonunun araştırılması ve göl içinde karşılaşılabilecek formasyonların sıklıklarının belirlenmesine yardımcı olmasıdır.

4.4 Göl İçerisindeki İlk Denemeler

Rezistivite çalışmalarına göl içinde C-2, C-4 sondaj noktaları yakınında alınan ölçülerle başlanmıştır

Bu ölçülerden elde edilen eğri log-log kağıtta Şekil 6a ve Şekil 6b'de görülmektedir. Bu eğriler üzerinde önemle durulması gereken nokta rezistivite eğrilerinde görülen ani bükülmeler olmalıdır. Jeolojik log'dan görüleceği gibi bunlar siltli-kil veya kumlu silt seviyelerine karşıt olmaktadır. C-2 sondaj kuyusu yakınında 6.90 m.'de kumlu silte girilmektedir. Rezistivite eğrisi ise 7. metrede ani olarak bükülmektedir. C-4 sondaj neticelerinde ise siltli kile 9.70 metrede girilmiştir. Rezistivite eğrisi ise 10. Metreden sonra ani olarak düşüş göstermektedir.

5 REZİSTİVİTE ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Rezistivite ölçümlerinin değerlendirilmesi iki ana yaklaşıma göre yapılmıştır. Bunlardan ilki jeofizik çalışmalara paralel olarak göl içerisinde incelenen hat üzerinde veya yakınında yapılan mekanik sondajlar ile uyum sağlayacak şekilde, karakteristik değerleri göz önüne alarak rezistivite ölçümlerinin değerlendirilmesidir. Diğer bir yaklaşım ise, sadece C-2 ve C-4 mekanik sondaj kuyularından elde edilen logları, karotla elde edilen karakteristik değerlerle birlikte kullanarak, incelenen hat boyunca ölçülen rezistivite değerlerinin yorumlanmasıdır. İkinci yaklaşıma göre elde edilen kesit sadece ana formasyon sınırlarını (kum-çakıl, kil-silt gibi) belirleyen bir kesit verecektir.

Rezistivite sondajlarının neticeleri Şekil7'de verilmiştir.

6 SONUÇ VE TAVSİYELER

Bu çalışmalar sonucu elde edilen neticeler aşağıda özetlenmiştir.

- 1) Ölçülen rezistivite değerlerinde batıdan doğuya doğru dikkate değer şekilde azalmaların görülmesi batıdaki çakıllı-kumlu birimlerin yerini killi siltli seviyelere terkettiğini açıkça göstermektedir. Doğudaki seviyelerde rezistivitenin 20 kat daha azalması hidrolik geçirgenliğin azaldığının önemli bir işaretidir.
- 2) 124/10 ile 125/4 noktaları arasında göl suyu 50. metrede ilk 25 metreye nisbeten önemli derinlik artışı göstermekte ve derinliklerin fazla arttığı bu noktalarda kil-silt kalınlıklarında dikkate değer fazlalıklar görülmektedir.
- 3) 50. metreden geçen kesitte 125/18 ile 124/36 noktaları arasında kalınlığı 1-1,5 metreye erişen killi-siltli bantlar uzanmakta ancak 124/36 noktasının batısında bu bant yerini daha kalın ve satha yakın siltli-killi seviyelere terk etmektedir.
- 4) Hidrolik geçirgenliğin kil veya silt nedeniyle azaldığı düşüncesiyle doğuda düşük transmissibiliteye sahip seviyeler batıda daha serbest hareketli yeraltısu içerir çakıllı-kumlu seviyelere geçişmektedir.
- 5) Derin rezistivite çalışmalarından ortaya konan neticelerde; temel kaya olabilecek bir formasyonun 250 metreden daha derinlerde yer aldığı ve graben oluşumu sırasında düşey atımın çok fazla olduğu ortaya konmuştur.

- 6) Sismik neticelerde büyük hız değeri veren seviyelere, kesitin batı kesiminde rastlandığı ve bu seviyelerin herhangi bir şekilde rezistivite ile sondaj verileriyle saptanan formasyon sınırlarına rastlamadığı ancak yüksek SPT değerleri veren seviyelere denk düştüğü görülmüştür.
- 7) Yüksek hız değeri gösteren formasyon çakıl, kum gibi granüler malzemeler olabildiği gibi, killi-siltli birimlerde aynı yüksek hız değerleri verebilmektedir.
- 8) I. kesitte (Şekil 10a) yüksek ve düşük hızları birbirinden ayıran kesik “çizgi-nokta” ile belirtilen hat kırmızı ile taranmıştır. 2 km.’lik bir güzergah boyunca batıda (123/42-124/16) noktaları arasında oldukça düz bir görünümde fakat 125/2 nolu noktanın doğusunda yüzeye daha da yaklaşmakta ancak hız değerleri batıdaki 2000 m/sn değerini 1500 m/sn değerine terketmektedir.
- 9) Özellikle Uzunkum civarında yüksek hız değerleri üzerinde düşük hız değerleri yer almakta ancak bu duruma batı kesiminde rastlanmaktadır.
- 10) Uzunkum civarında göl suyu derinliği gerek 25. ve gerekse 50. metrelerde çok azalmakta batıdaki çakıl, kum birimleri arasındaki ardalı kil-silt bantları, yerini doğuda tamamen tersine killi-siltli birimler içinde çakıl-kum bantlarına terketmektedir.

Jeofizik çalışmaları yönünden tavsiye edilecek husus şu olmaktadır.

124/16 ile 124/28 noktaları arasında daha geniş off-set mesafesi kullanarak yapılacak olan 4 sismik atış, yüksek hız tabakasının hangi derinliklerde yer aldığını belirleyecektir.

Ayrıca 18 Ağustos 1975 günü Yüzevler mevki 123/42 nolu noktada sahilden ve çevre halkın ifadelerinden göl su seviyesinin bir kaç gün önceye nazaran 1-1,5 metre gibi önemli bir azalma gösterdiği tesbit edilmiştir. Med-cezir olayının meydana getirdiği bu durum, göl su seviyesinin sürekli olarak ölçülmesi halinde daha da aydınlığa kavuşacaktır.

REFERANSLAR

- 1- Schlumberger, C ve M. Leonardon, E.G. 1934 *Electrical Exploration of water coveral areas.*
A. I. ME. Geophys. Prosp.
- 2- Boulos, F.K. *Electrical Sounding on the water surface at Khor Kundi El-Balari in Egypt.*
- 3- Kuran UĞUR, "1975" 60 *Mekanik sondaj kuyusu sonucunun sismik refraksiyon ve rezistivite sonuçlarıyla korelasyon (yakında yayımlanacak)*
- 4- Kuran UĞUR 1960, " Sosyal Sigortalar Genel Müdürlüğünce projelendirilecek olan O.D.T. Üniversitesi karşısındaki sahanın mühendislik jeolojisi ve jeofizik raporu (İmar ve İskan Bakanlığı),
- 5- Sakai, t.. 1968 " Sakai konik penetrometresine ait konferans, İmar ve İskan Bakanlığı.
- 6- Kuran UĞUR., 1975. *Yer altı suyundan maksimum verim elde edilecek sahanın jeofizik çalışmalarla saptanması ve bunların mühendislik sorunlarının çözümündeki önemi " Jeofizik" bülteni Türkiye Jeofizikçiler yayını,*
- 7- ÜNAL, Ahmet, 1975 "Sapanca Gölü Güney Kıyısı ve Civarı Jeolojik Raporu (yayımlanmış rapor).