

# YERALTISUYO ÇALIŞMALARINDA KUYU JEOFİZİĞİNİN YERİ VE METODLARI

C The place and the methods of borehole geophysics in  
groundwater studies )

Oktay Doğan

DSİ Yeraltısulan Dairesi, - Ankara

ÖZ : Yeraltısuyunun araştırılması, planlanması, işletilmesi ve işletmeden sonra gelişmenin kontrolü gayesiyle yapılan çalışmaların tümünde, kuyu jeofiziği metodlarının uygulanmasının önemli bir yeri vardır.

Kuyu jeofiziği, sondaj kuyusu içinde yapılan jeofizik ölçülerini kapsar. Su temini gayesiyle açılan sondaj kuyularında yapılan jeofizik çalışmalarda uygulanan ölçü tekniği, ölçünün programlanması ve değerlendirme, diğer Petrol ve Maden kuyusu jeofiziğinden ayrı özelliğler taşırlar.

Makalede, bu özelliklerin ışığı altında kuyu jeofiziği metodlarının tatbikatları incelenmiştir.

ABSTRACT : The application of the methods of borehole geophysics has diagnostic importance in groundwater studies which includes groundwater investigations, planning, production, production control.

Borehole geophysics comprises all geophysical measurements applied in boreholes. The measuring technic of geophysical work, log programming and interpretation in water wells exhibit distinguished characteristics from those oil and mining borehole geophysics«

In the article, the application of borehole geophysical methods have been outlined in the light of those characteristics.

## GİRİŞ

Yeraltısuyu çalışmalarında istenen hidrolojik, jeolojik, ve araştırma jeofiziği bilgilerinin, kuyuda yapılan jeofizik ölçülerle çözümünün aranması için yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır« Önceleri kuyu jeofiziği petrol kuyularında tatbik edilmiş; ekonomik nedenler ile süratle gelişmiştir« Yeraltısuları araştırmalarında!« tatbikatı iyi neticeler vermiş; metodların yararlılığı, objektif ve ekonomik oluşu nedeni ile, hidrojeolog veya su kuyusu mühendisinin güvendiği bir sistem olmuştur. Bunlara ilâveten yeraltısuyu araştırması gayesiyle yapılan jeofizik etüdler, kuyulardan elde edilen jeofizik parametrelerle güvenilir hale gelirler. Araştırmacı, jeolojik ve hidrojeolojik bilgilerin objektif olmasını ister. Kuyu jeofizik ölçüleri objektif olmalarından başka aynı zamanda su taşıyan tabakanın yakın civarında yapılmaları nedeni ile önem kazanırlar. (İn - situ)

## FİZİKSEL PARAMETRELER

Kuyu içinde yapılan ölçülerle elde edilen fiziksel parametreler, yeraltısuyu terimleri yönünden tefsir edilerek, akiferin kalınlık, uzanım, yapı, porozite, perméabilité, nem miktarı, suyun kalitesi, verim ve kuyu inşaaı hakkında bilgiler verirler. Parametrelerin açıklanmasında, hidrolojik ve jeolojik ön verilere gereken önemin verilmesi jeofizik ölçülerin yararlılık sınırlarını tayin eder» -Bu parametreleri elektriki, radyoaktif ve termal olarak üç grupta toplayabiliriz. Ölçü metodlarında bu parametreler açıklanacaktır,

## KUYU JEOFİZİĞİNİN TATBİKATI

Yeraltısuyu çalışmalarında, kuyu jeofiziğinin tatbikatı üç ana bölümde incelenebilir. Bu bölümler birbiri ile yakın ilişkilidir.

- 1 — Yeraltısuyu araştırması (jeolojik veya jeofizik)
- 2 \_ Yeraltısuyunun işletilmesi esnasında ortaya çıkan problemler (Akışkan ilişkileri, akiferler arasındaki ilişki vs.)
- 3 — Teçhizden sonra kuyunun kontrolü

## ÖLÇÜ METOTLARI

Bu üç ana bölümde yapılan tatbikatlarda kullanılan ölçü metodları şöyledir.

- 1 — Elektriki ölçüler
  - a) Rezistivite
  - b) Akışkan kondüktivite
  - c) Self Potansiyel
- 2 — Radyoaktif ölçüler
- 3 — Temperatur ölçüleri
- 4 — Diğer yardımcı teknikler

### Elektrik? Ölçüler

Rezistivite : Elektrot sayısına ve ölçü aralığına göre isimlendirilir. (Tek nokta, norma! 16, norma! 64)

Ölçtüğü değer : Zahiri rezistivite, ohm - m cinsinden

Özelliği ve gayesi : Tabaka sınırları, relatif perméabilité, litoojik karakter, korrelasyon, tuzluluk, çimentolanmayı verir. Self Potansiyel ile birlikte kullanılır.

Akışkan Kondüktivite : Ölçtüğü Değer : Kuyudaki suyun veya çamurun mikromhos/cm. cinsinden elektrik? iletkenliği (kondüktivitesi)

Özelliği ve gayesi : Kuyularda zamanla tuzluluk değişimi, arteyen kuyularda tuzlu su kaçakları, çamur tuzluluğunun kaydı, rezistivite ölçüleri için kantitatif hesaplamalarda çamur tuzluluğu kaydı.

Self Potansiyel : Formasyonlar ile çamur arasındaki rezistivite farkından doğan elektrokimyasal potansiyelin kaydı.

Ölçtüğü değer : Milivolt olarak ölçülür

Özelliği ve gayesi : Porosité indikatörü, rezistivite ile birlikte litooloji karakter ve korrelasyon, kalitatif su analizi, özel hallerde kantitatif analiz (Akiferdeki suyun rezistivitesinin tayini) (Bak. Ref. 6). Kalkerli formasyonlarda Gamma Ray ile birlikte çatlak tesbiti, Muhafaza borusu kaynak yerleri tesbiti, teçhizden sonra korozyon çalışmaları.

## Radyoaktif ölçüler

iki ana bölümde toplanır,

Ä — Tabii radyoaktivitenin ölçülmesi Gamma Ray

B — Radyoaktif kaynağın formasyondaki tesirlerinin ölçülmesi

Gamma Ray »Tabii Radyoaktivite Ölçtüğü Değer: Formasyonların tabii radyoaktivite kaydı mîlröntgen saat veya cps.

özelliği ve Gayesi : Ki! tabakalarının ayinimi, killi kalkerde kalitâf ki! oranı, litolojik karakter ve korrelasyon, çimentolu zonlarda SP ile birlikte çatlak porositesi tesbiti, İşletme geliştirmesinde kontrol ölçüsü

B --- Radyoaktif kaynaklara göre iki bölümde toplanır.

1 — Gamma

2 — Neutron

Kaynakların formasyonun gönderdiği radyoaktif ışınların kaydedilmesine göre ölçü cinsleri şöyledir.

Gamma - Gamma

Ölçtüğü değer : Sunî gamına radyasyon kaydını, puis sayısı olarak (cps) verir,

Özeliği ve Gayesi : Puls sayısı  $N = N_0 e^{-cds}$ , göre d yoğunluğunun logaritmik fonksiyonudur,

N : Sayacın tesbit etliği puls sayısı

No : Kaynak şiddeti

d : Bulk yoğunluk

c : Zaman sabiti (TG)

s : Dedektör kaynak aralığı

olduğuna göre ölçüler doğrudan doğruya bulk yoğunluğu verir, ölçünün diğeri bir adı da yoğunluk loğudur,

$p = dg - db / dg - df$  ifadesinden porosité hesaplanabilir.

P : Porozite  $d_g$  : Dane yoğunluğu  $d_b$  : Buik yoğunluk  $d_f$  : Suyun yoğunluğudur» Su tablası allında perméabilité hesaplanabilir. Litolojik karakter ve korelasyonda kullanılır. Çimentolu formasyonlarda, volkanik zonlarda işletme geliştirmede faydalıdır.

Neutron - epithermal Neutron veya Neutron - Gamma

Ölçtüğü değer : Neutron kaynağı radyasyonunun, neutron veya gamma ışını cinsinden cps- puis sayısı olarak kayıdır.

Özelliği ve Gayesi : Hidrojen, neutronun kütlesine eşittir. Kaya-  
cın hidrojen muhtevasının yani suyun direkt fonksiyonudur. Doygun  
zonlarda permeabiliteyi verir. Diğer adları hidrojen veya porozite lo-  
đudur. Muhafaza borulu kuyuda su tablası üstündeki asılı su zonunu  
teşhis eder. (Bak. Ref 5) Su satürasyonunu kantitatif olarak verir. Li-  
tolojik karakter ve korelasyonda gamma ray ile birlikte kullanılır; iş-  
letme geliştirmesinde çok faydalıdır.

### Temperatür Ölçüleri

Kuyu boyunca temperatür gradient! derece cinsinden ölçülür ve  
devamlı olarak kaydedilir.

Özelliği ve gayesi : Akifer ayırımı, kuyuya suyun giriş yerlerinin  
tesbiti, faydan beslenmede veya termal sularda akifer korrelasyonü,  
kantitatif hesaplamalar için kuyudaki temperatür değerini verir. Ge-  
nel olarak akışkan logu olduğundan kondüktivite ile birlikte kullanılır.

### Diğer Yardımcı Teknikler

Kaliper : Kuyu çapının ölçülmesidir. Birimi inch veya cm.'dir.

Özelliği ve gayesi : Çimentolu formasyonlarda, volkanik sahre-  
lerde çatlak tesbiti, korrelasyon, radyoaktif loğların kantitatif anali-  
zinde, teçhiz borusu kontrolunda kullanılır.

CCL - Teçhiz kontrol i'ogu :

Özelliği ve gayesi : Su kuyuları için özel yapılıdır. Ölçü hassasiye-  
ti fazladır. Borunun et kalınlığını verecek kadar hassas yapılabilir. Bo-  
ru birleşme yerleri, filitreler, teçhiz borusunda zamanla meydana ge-  
len korozyonun tesbitinde kullanılır. Hassas bîr CCL özel log cinsi ha-  
len DSİ yeraitisuları jeofizik îaboratuvannda yapılmış olup, geliştiril-  
mektedir.

Flowmetre :

Ölçtüğü değer : Kuyudaki suyun düşey hızı

Özelliği ve gayesi : Kaiiper iogu ile birlikte debi hesaplamaların-  
da kullanılır. Ölçü prensibi Termal veya mekanik olabilir. Petrol kuyu-  
ları için geliştirilmiş olup radyoaktif deteksiyona dayanan bir sistem  
su kuyularında ancak çok özel problemlerde kullanılabilirse de aletin  
kalibrasyonu için araştırmaya ihtiyaç gösterir. (Bak. Ref. 5)

## TEFSİR VE-PROGRAMLAMA

Genel anlamda metodiann ana prensibi akifer zonlann teşhisi, incelenmesi ve ekonomik olarak suyun teminidir. Jeolojik yapı, kuyu ölçülerinin tefsirinde ski bölümde incelenir.

1 — Çimentolanmamış Kayaçlar. (Kil, silt, kum, çakıl),

2 — Çimentolanmış kayaçlar (Konglomera, Kumtaşı, kalker), volkanik ve metamorfik kayaçlar

Bu tefsir bölümlemesine göre genel programlama şöyle olabilir. Çimentolanmamış kayaçlarda : Elektriki Rezistivite - Self Potansiyel Gamma Ray, Akıştan kondüktivitesi, Temperatür loğları

• Çimentolanmış kayaçlarda : Elektrikî Rezistivîte - Self Potansiyel Gamma ray, Neutron (Epithermal), Gamma gamma akışkan kondüktivitesi, Temperatür, Kaliper Flowmetre

Bu programlama özel litoiojik şartlarda ayrı ayrı veya birlikte tatbik edilebilir« Teçhizat, ölçü hassasiyeti, kuyu şartları, kuyudaki geometrik faktörler loğların tercih sebebi olabilir»

Netice olarak, kuyu jeofiziği metotlarının yeraltısuyu araştırmalarında yararlı olarak kullanılmasının, Jeoloji, hidrojeoloji, araştırma jeofiziği, ve geokimya ile kurulan yakın ilişkilere bağlı olduğu ifade edilebilir,

## REFERANSLAR

- 1 — Patten E, Bennett G. - Application of Electrical and radioactive well logging water hydroiogy.
- 2 — Jones P. H., Skibitske H. E.- Subsurface geophysical methods in ground-water hydrology (Advances in geophysics-AP).
- 3 — Doğan O. - Petrofizik ve Elektrik! loğlar - jeofizik ve tatbikatları (Cilt 1, DSİ yayını, 1970)
- 4 \_ Doğan O. - Jeofizik metodlarla yeraltısuyu araştırması (ODTÜ Yeraltısuyu geliştirme kursu, 1969 - DSİ yayını)
- 5 — Keys W. S. - Well logging in groundwater hldrofogy (SPWLA - Transaction - 1967)
- 6 —, Alger FL P. - Intepretation of electric logs in fresh water wells in unconsohdated formations (SPWLA, Transaction 1966)
- 7 \_ whitman H. H. — Estimating water quality from electrical logs in Southwestern Lousiana (State of Louisiana Geological Survey Pamplet No. : 16)
- 8 — Turcan A. N. - Calculation of water quality from electrical logs, Theory and Practice (State of Louisiana Geological Survey, Pamplet No. 19)
- 9 \_ Pirson J. S. - Handbook of Well log Analysis - 1963