

YERALTISUYU ÇALIŞMALARINDA KUYU JEOFİZİĞİNİN YERİ VE METODLARI

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

Oktay Doğan

DSİ Yeraltısuları 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 özellikler 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 programing 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 art-

maktadır. Önceleri kuyu jeofiziği petrol kuyularında tatbik edilmiş; ekonomik nedenler ile süratle gelişmiştir. Yeraltısuları araştırmalarındaki 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, permeabilite, 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

Elektrikî Ölçüler

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

Ölçtüğü değer: Zahiri rezistivite, ohm - m cinsinden

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

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

Özelliği ve gayesi: Kuyularda zamanla tuzluluk değişimi, ar-tezyen 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: Porosite indikatörü, rezistivite ile birlikte litoloji 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

İki ana bölümde toplanır.

A – Tabii radyoaktivitenin ölçülmesi Gamma Ray

B – Radyoaktif kaynağın formasyondaki tesirlerinin ölçülmesi

Gamma Ray -Tabii Radyoaktivite Ölçtüğü Değer: Formasyonların tabii radyoaktivite kaydı miliröntgen saat veya cps.

Özelliği ve Gayesi: Kil tabakalarının ayırımı, killi kalkerde kalitatif kil oranı, litolojik karakter ve korrelasyon, çimentolu zonlar-

da SP ile birlikte çatlak porositesi tesbiti, işletme 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 gamma radyasyon kaydını, puls sayısı olarak (cps) verir.

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

N : Sayacın tesbit etliği puls sayısı

N_0 : Kaynak şiddeti

d : Bulk yoğunluk

c : Zaman sabiti (TC)

s : Dedektör kaynak aralığı

olduğuna göre ölçüler doğrudan doğruya bulk yoğunluğu verir. Ölçünün diğer bir adı da yoğunluk logudur.

$P = d_g - d_b / d_g - d_f$ ifadesinden porosite hesaplanabilir.

P : Porozite d_g : Dane yoğunluğu d_b : Bulk yoğunluk d_f : Suyun yoğunluğudur. Su tablası altında permeabilite 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- puls sayısı olarak kayıdır.

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

Temperatür Ölçüleri

Kuyu boyunca temperatür gradienti derece cinsinden ölçülür ve devamlı olarak kaydedilir.

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

DiğerYardımcı Teknikler

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

Özelliği ve gayesi: Çimentolu formasyonlarda, volkanik sahalere çatlak tesbiti, korrelasyon, radyoaktif logların kantitatif analizinde, teçhiz borusu kontrolunda kullanılır.

CCL- Teçhiz kontrol logu:

Özelliği ve gayesi: Su kuyuları için özel yapılıdır. Ölçü hassasiyeti fazladır. Borunun et kalınlığını verecek kadar hassas yapılabilir. Boru birleşme yerleri, filitreler, teçhiz borusunda zamanla meydana gelen korozyonun tesbitinde kullanılır. Hassas bir CCL özel log cinsi halen DSİ yeraltısuları jeofizik laboratuvarında yapılmış olup, geliştirilmektedir.

Flowmetre:

Ölçtüğü değer: Kuyudaki suyun düşey hızı

Özelliği ve gayesi: Kaliper logu ile birlikte debi hesaplamalarında kullanılır. Ölçü prensibi Termal veya mekanik olabilir. Petrol kuyuları 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 metodların ana prensibi akifer zonların teşhisi, incelenmesi ve ekonomik olarak suyun teminidir. Jeolojik yapı, kuyu ölçülerinin tefsirinde iki bölümde incelenir.

1 – Çimentolanmamış kayaçlar. (Kil, silt, kum, çakıl).

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

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

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

Bu programlama özel litolojik şartlarda ayrı ayrı veya birlikte tatbik edilebilir. Teçhizat, ölçü hassasiyeti, kuyu şartları, kuyudaki geometrik faktörler logların 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 hydrology.
- 2 – Jones P. H., Skibitske H. E.- Subsurface geophysical methods in groundwater hydrology (Advances in geophysics-AP).
- 3 – Doğan O. - Petrofizik ve Elektriki loglar - jeofizik ve tatbikatları (Cilt 1, DSİ yayını, 1970).
- 4 – Doğan O. - Jeofizik metodlarla yeraltısuyu araştırması (ODTÜ Yeraltısuyu geliştirme kuru, 1969 - DSİ yayını).
- 5 – Keys W. S. - Well logging in groundwater hldrofogy (SPWLA - Transaction 1967).
- 6 – Alger F. P. - Intepretation of electric logs in fresh water wells in unconsolidated 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.