

# MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜDLERİMİZDE LOĞLARIN YERİ

(Application of Well Logs in Engineering Geology)

C. Çoruh — F. Sanıav

Türkiye Petrolleri A. O. Ankara

ÖZ

Bu tebliğde, kesin hesaplan öngören mühendistik işleri için gşrekü mühendislik jeolojisi araştırmalarında kayaların, sadece, kumtaşı, şeyi veya kireçtaşı gibi tanımlanmasının yeterli olmadığı belirtilerek, kayaların fizik özelliklerine göre, ölçülebilen parametrelerle, etüt etmek gerektiği üzerinde durulmuştur. Bu tür etüdlerde loğlar, önemli ve etkili bir araştırma yolu olduğundan, loğların Türkiye Mühendislik jeolojisi etütlerine neler getirebileceği tartışılmıştır. Bilhassa, teknik ve ekonomik yönden, bu metodlar üzerinde durulacak bir kaç örnekte yetini)\* mistir.

## aiRiř

Mühendislik işleri kayaların jeoloji ve fizik yönünden araştırılmasını gerektirdiğinden, mühendislik jeolojisi etütleri esas itibariyle sondaja ve karot alımına bağılıdır. Karot alımındaki başarı ise sondörün donanım ve bilgisine olduğu kadar, yeraltında geçilen tabakaların özelliklerine de bağılıdır. Yeraltını meydana getiren kayaların özellikleri, karot değerlendirmeleri ile, her zaman doğru sonuca ulaşmaya imkân vermez. Özellikle, Türkiye gibi karmaşık jeolojisi (ve tektoniği) olan bir ülkede en ideal iş koşulları altında bile, doğal şartlar nedeniyle, yüksek bir karot kurtarımı beklememek gerekir. Nitekim, düşük karot kurtarımı dolayısıyla projede yapılan farzların tutarsızlığı inşaat esnasında bir çok beklenmedik şartlarla karşılaşılmasma sebep olmaktadır. Bu nevi sürprizler, projeyi zaman ve maliyet yönünden değişikliklere götürdüğünden, teknik problemler çözülsün bile ekonomik bakımdan proje yapılırlığını (feasibility) olumsuz bir şekilde etkiler.

Bu gibi durumlardan kaçınmak, verilerin kalitatif ve kantitatif olarak daha yüksek bir düzeye çıkarılması ile mümkündür. Loğlar bu amaca hizmet ederler.

Gerek teknik ve gerekse ekonomik yönden konu Türkiye için büyük önem taşır. Bir çok projede ortaya çıkan sürprizler, karot alma sistemi ile yapılan klasik etütlerin yalnız başına yeterli olmadığını göstermektedir. Maliyet yükselmesi ve proje gecikmesi şeklinde problemlerin ortaya çıkması zaman zaman basına bile intikal etmektedir. Örnek olarak, Keban barajı inşaatında karşılaşılan sürpriz verilebilir. Etüt safhasında 20 km. ye yakın toplam uzunlukta karotlu sondajla tesbit edildiği sanılan uygun bir temel, inşaat esnasında bulunmamış ve projede gerek zaman ve gerekse teknik olarak bazı değişiklikler yapılması zorunluğu ortaya çıkmıştır. Bunun Türkiye yönünden nelere mal olduğu kolayca tahmin edilebilir.

## LOĞLARIN UYGULAMASININ ETÜTLERE KATKİSİ

Bir taraftan jeoloji problemleri, projeleri önemli ölçüde etkilerken, diğer taraftan bugünkü teknolojik imkânlar bizi gerçeğe en yakın çözümlere götürecektir. Sondajlarla karotlardan çıkarılmak istenilen bilgiler, bu imkânlardan yararlanarak çok daha sıhhatli bir şekilde, çok daha kısa zamanda ve çok daha ucuza elde edilebilir. Bu başarının yolu, sondajlarla birlikte loğların yeterli bir şekil ve ölçüde kullanılmasıdır. Yani eldeki probleme göre, en iyi çözümü verecek log veya log kombinasyonlarının kalitatif ve kantitatif yorumu sağlamak amacıyla kullanılmalıdır.

Loğların mühendislik jeolojisi etütlerine katkısını vermeden önce, karot alımındaki güçlükleri ortaya koymakta fayda vardır. Devamlı karot alınması hallerinde aşağıdaki faktörler dezavantaj olarak karşımıza çıkar.

i) Yüksek maliyet : Devamlı karot alımı aslında pahalı bir methodur. Muhtelif nedenlerle çoğu zaman maliyet, tahminlerin üstüne çıkmaktadır.

ii) Uzun zaman : Karotlu sondajlarda zaman, çok etkili bir faktördür. Sondaj zamanının büyük bir kısmını manevralar aldığından, bir bakıma, yapılan işe nazaran zaman çok daha uzundur. Örneğin;

petrol sondajlarında günde 100 - 200 m. ye kadar ilerlemek mümkün olduğu halde, karotlu sondajlarda aynı metrajı yapabilmek için haftalara ve hatta aylara ihtiyaç olabilir.

m) Kamt kurtanımı : Çok önemli bir problemdir Karot alıcıların mükemmelliğine rağmen, bilhassa sert ve yumuşak tabakaların ardalanma (alternasyon) gösterdiği yerlerde yumuşak kısımların karotlarda görünmemesi en büyük mahzurlar arasındadır.

iv) Karotların karışması : Önemli yanlışlıklara sebep olabilir. Karot derinlik ölçülerindeki hataların yanı sıra karışma olayı veya böyle bir olayın olabilme ihtimali projelerin kaderini etkileyebilecek durumlar ortaya çıkarabilir.

v) Laboratuvar testleri için numune seçimi sırasında da zaman, maliyet ve hatta karot karışması problemleri yeniden kendini gösterir.

Sondajlarda log uygulaması yukarıdaki problemleri ortadan kaldıracaktır. Bilhassa sondajcılık yönünden, yenilmesi güç bir problem olarak karşımıza çıkan sert ve yumuşak tabakaların ard arda bulunması halinde, durum loğlarla aydınlatılabilir. Etüd edilen sahanın doğal şartlarına bağlı olarak, örneğin, bir rezistivite loğu hangi seviyelerin yumuşak tabakalara karşıt geldiğini (tekabül ettiğini) kolayca gösterebilir.

Log uygulaması karotlu sondaj problemlerini minimuma indirirken teknik yönden aşağıdaki avantajları da sağlar.

i) Loğlar yeraltının doğal şartları altında yapılan ölçüleri esas aldığından kayalardaki gerçek değişimleri yansıtırlar. Bu kantitatif değerlendirmelerde bilhassa önemlidir. Karotlar üzerinde yapılan testlerde, yeraltı şartlarının ortadan kalkması önemli bir noktadır. Bu bakımdan mühendislik hesapları için gerekli olan elâstik parametreler akustik loğlar yardımı ile bulunabilir.

n) Log değerleri karotlara nazaran daha büyük bir alanı karakterize eder. Bunun için karotlarda görünmediği halde, kuyu civarındaki önemli şart değişikliklerinin tesbiti mümkün olabilir. Bu nokta bilhassa homogen olmayan kayalar için önemlidir.

m) Gerek derinlik ölçümünde ve gerekse verilerin değerlendirilmesinde öznel (subjective) görüşler log sonuçlarını etkilemez.

Kayalar mühendislik jeolojisi bakımından sert ve yumuşak olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Yumuşak kayalarda karot kurtanımı düşük olup, penetrasyon testlerini de gerektirebilir. Loğlardan su, kil, kum ve çakıl seviyeleri, temel kaya ve elâstik parametreleri tesbit edilebilir. Fakat kantitatif değerlendirmeler killerden dolayı zor olabilir.

Sert kayalarda karot kurtanımı sertlik değişmediği takdirde yüksektir. Loğlarla; su seviyesi, kıl, şeyil ve jips bantları, uygun şartlar altında çatlak zonları, geçirgenlik (perméabilité) değişmeleri, saçılmış (dissémine) jips ve alterasyon (değişme) zonları bulunabilir.

Loğlar yardımı ile eğim ve doğrultu ölçüleri de yapılabilir, Bu ölçüler doğrultu ve eğimi verdiği gibi, fayları ve seclimantploji olaylarını da gösterirler. Mühendislik jeolojisi araştırmalarında zaman zaman gerekli olan ısı ve sıvı akış ölçülerinin de loğlarla yapılabileceğini belirtmekte fayda vardır. Porozite (gözeneklilik) tayinleri de loğlardan yapılabilir.

## LOG UYGULAMASININ EKONOMİK YQNÜ VE TÜRKİYE AÇISINDAN ÖNEMİ

Türkiye'de mühendislik jeolojisi ile ilgili olarak sondajlara harcanan para Türkiye için önemli bir miktara ulaşır. Bu bakımdan üzerinde durulması gereken iki nokta vardır :

0 Sondaj makina ve donanımından mümkün olduğu kadar fazla yararlanmak şarttır. Yani kısa zaman, uzun metraj verimde esas olmalıdır.

ii) Açılmış kuyulardan mümkün olduğu kadar çok yönlü yararlanmak amaç olmalıdır. Bu modern teknolojinin bir gereğidir.

Yukarıdaki hususlar ekonomik olduğu kadar, teknik bir gerekliliktir. Bu gerekliliğin yerine getirilmesi ise loğlarla mümkündür. Problemler sondaj - log kombinasyonu ile çözülmeye çalışıldığı takdirde, sondaj zamanı ve maliyeti azalırken, problemler daha ayrıntılı şekilde aydınlatılmış olacaktır. Loğlar kuyularda, çeşitli fizik parametrelerin Ölçümüne imkân verdiğiinden sondajlardan maksimum şekilde yararlanılmasına yol açar.

Kuyularda log uygulamasının etkili bir şekilde yapılması\*problemlere en uygun çözümün bulunmasında geniş katkısı olduğundan

projelerin yapırlık etütlerinde öngörülerini Şaftları, inşaat devresinde sürdürmek mümkün olur. Sondaj - log kombinasyonu sondaj süresini, sondajın yalnız karot alınarak yapılmasına göre bir hayli düşürebilir. Bu, projelerin etüt süresini kısalttığı gibi, aynı makina ve donanımdan daha fazla yararlanmaya imkân verir.

Türkiye'nin kalkınma davasında» projelerin kısa süre içinde *W* mamlanması önemli bir faktördür. Sondajla ilgili hemen hemen her türlü malzemenin ithal edildiği de dikkate alınır, log, uygulanması aynı makina ve donanımdan daha fazla yararlanmaya imkân vereceğinden bu yolla ayrıca döviz yatırımından tasârîf Sağlanabilir.

Log uygulaması, Türkiye'ye has karmaşık yeraltı sorunlarındaki ş#\* zümünde, bilhassa aşağıdaki durumlarda faydalı olmaya adaydır :

- i) Karstik olaylar.
- ii) Çatlak sistemleri.
- iii) Jips, kil şeklindeki ara tabakalı kayalar,
- iv) Faylı zonlar.
- v) Hava ile sondaj yapılan kuyular
- vi) Muhafaza borusu indirilmiş kuyular,
- vii) Gözle görülemeyen litoloji değişimlerinin olduğu yerler, örneğin killeşmenin arttığı veya azaldığı yerler.

Loğlardan Türkiye'de ne şekilde yararlanılacağını daha iyi belirtmek için etütleri tamamlanmış veya tamamlanmak üzere olan bir kaç projeyi, log imkânlarının mevcut olduğunu ve bunların Optimum bir şekilde kullanıldığını kabul ederek inceleyelim :

Çok uzun bir etüt devresinden sonra, elde edilen sonuçlar üzerinden inşaatına başlanılan Keban Barajı ele alınabilir. Sondajlar sonucunda düşünülen baraj ve santralla ilgili temel şartlarının varlığı zannedildiği halde inşaat safhasında uygun bir santral yeri bulunmasında güçlük çekilmiştir. Bu durum sondaj karotlarının değerlendirilmesinde dikkatle çekmediği halde, hafriyat sırasında görüleri kil ceplerinden ve temel olarak düşünülen kayanın beklenen sağlamlıkta olmayışından ileri gelmiştir. İnşaat safhasında ortaya çıkan durumlar, log sonuçlarından, etütler sırasında öngörülebilir. Sondaj-log kombinasyonu ile etüt Süresi kısaltılabilir. Loğ değerleriyle yüzey jeofizik metotların sonuçlarının korelasyonu problemlere ayrıntılı çözümler sağlayabilir.

Oymapmar barajı rezervuarı etütleri sondaj - log kombinasyonu ile çok kısa sürede sonuçlandırılabilir. Bu rezervuardaki araştırmalar geçirimsizliği sağlayacak olan formasyon yayılımının tesbitini hedef aldığından, devamlı karot alımına gitmeden sondaj - log uygulaması ile problem açıklığa kavuşturulabilir. Sondaj noktalarının tesbiti için yapılacak yüzey jeofizik metodu neticelerinin log değerleri ile korelasyonu ise araştırmaların geçerliğini arttırabilir.

Yine Oymapmar aksı gibi karmaşık etütlerde log uygulaması, araştırmaları daha etkili bir yola sokabilir. Karstik olaylarla birlikte çatlak sistemlerinin önemli durumlar yarattığı bu gibi projelerde, log değerlendirmeleri bizi ayrıntılı bilgilere götürdüğü gibi etüt süresini de büyük ölçüde kısaltabilir. Kuyularda yapılacak akustik log ölçüleri ise, bu gibi projelerle ilgili problemlere elâstik parametreler cinsinden bir görünüm kazandırır. Proje hazırlayıcıları yönünden bunun ne kadar önemli olduğu ortadadır.

## SONUÇ

Log uygulamasının mühendislik jeolojisi etütlerimizdeki önemi dikkate alınarak aşağıdaki genel yargılar çıkarılabilir.

i) Sondaj kuyularından daha çeşitli ve ayrıntılı bilgiler elde edilebilir. Bu projelerin geleceği bakımından önemlidir. Keban Barajı örneğinde karşılaşılan sürprizler önceden bilinebilir.

ii) Kayalar mühendislik işlemlerinde doğrudan doğruya etki eden parametreler cinsinden incelenebilir.

iii) Karot almanın mutlaka şart olmadığı yerlerde maliyet sürpriz sayılacak derecede düşürülebilir. Örneğin rezervuar etüt sondajlarında amaç geçirimsiz formasyonu tesbit ise, bu iş hiç karot alınmadan yürütülebilir. Bu sondaj zaman ve maliyetini minimuma indirir.

iv) Sondaj makina ve donanımından maksimum şekilde yararlanmak mümkündür.

v) Hangi derinlik karotlarınm laboratuvar testine tabi tutulacağı tesbit edilebilir.

vi) Türkiye yönünden, tetkik ve ekonomik faktörleri etkilediğinden, log uygulaması önemlidir. Bu sahada gerekli teknolojiyi uygulayabilmek herşeyden önce zamanımızın gereğidir.

Mühendislik jeolojisi etütlerimizde loğların yeri dikkate alındığında bu sahada bir aşamaya imkân olduğu ortaya çıkar. Yeni projelerin etütlerinde olduğu kadar halen devam etmekte olan veya etütleri tamamlanmış projelerde bîne log uygulamakta fayda olabileceği unutulmamalıdır.

### KONU İLE İLGİLİ TÜRKÇE KAYNAKLAR

- Çoruh, C., 1969 — Sondaj Kuyularında Jeofizik Araştırmalar ve Elektrik Kuyu Loğları : EİE Bülteni, Sayı 24, S. 12.
- Ergin, K., 1961 — Tatbiki Jeofizik : İ.T.Ü. Yayınları, Sayı 451, S. 359 - 401.
- Güventürk, Ş., 1970 — E.B.İ.M. de Log Değerlendirmesi : Raman, Sayı 2, S. 9.
- Sanlav, F., 1970 — Deniz Sondajlarında Log İşlemleri (Çeviri) : Raman Sayı 3, S. 22,
- Sanlav, F., 1971 — Maden Aramalarında Loğların Yeri : Madencilik Bilimsel ve Teknik II. Kongresi, 25 - 27 Şubat 1971. Tebliğ olarak verilecektir.
- Saydam, T., 1969 — Kuyu Loğlarının Değerlendirilmesi I : I.T. Ö. Petrol Arama ve İşletme Kürsüsü (Ders Notları).