

ÜLKEMİZDEKİ JEOTERMAL SONDAJ ENDÜSTRİSİNİN GELİŞİMİ

Umran SERPEN
Niyazi AKSOY

ÖZET

Ülkemizde jeotermal sondajların başlangıcı olarak 1960'ın başlangıç yıllarını kabul edebiliriz. Aslında bu tarih, tüm dünyada da jeotermal sondajların yaygın olarak delinmeye başladığı ve ABD'nin de bu çerçevede devreye girdiği yıllardır. Bu yıllarda petrol sektöründe ciddi bir sondaj teknolojisi mevcuttu. İlk yapılan jeotermal sondajların genelde sığ kuyular olduğu biliniyor ve bundan ötürü jeotermal sondajlarda ciddi sorunlarla karşılaşılmamıştır.

Jeotermal kaynakların dışa boşalım bölgeleri ve sığ olanları tükenmeye yüz tutunca, daha derin kuyular delinmeye başlanmıştır. Ancak, ülkemizde ilk derin kuyu, yaklaşık 3 on yıl sonra 1997 yılında 2300 m'ye Kızıldere'de MTA tarafından delindi. Bundan onbeş yıl sonra, bugün ülkemizde 2000 m'yi aşan birçok ve 3000 m'yi aşan 10 kuyu, 3500 m'yi aşan 1 kuyu bulunmaktadır.

Giderek artan ve petrol kuyuları derinliklerine ulaşan jeotermal kuyu derinlikleri, beraberinde bazı sorunlar getirmekle kalmamış ve bunların jeotermal olmalarından kaynaklanan parametreler de eklenince, sondaj zorlukları artmıştır. Bunun yanında, kullanılan makina ve donanımların da güncellenememesi ve endüstriye yeni oyuncuların girmekte gecikmesi, ayrı sorunlar yaratmıştır.

Bu çalışmada, giderek derinleşen jeotermal sondajlardaki zorlukları araştırdıktan sonra, bunlara üretilen çözümler ve bu çözümler çerçevesinde jeotermal sondajların ülkemizdeki gelişimi sunulmaktadır. Bu gelişimi ve bu gelişim sürecindeki kuyu delme prosedürleri üzerinde yapılan araştırma için "öğrenme eğrisi" yöntemi kullanılmakta ve sondaj performansındaki gelişmeler incelenerek yorumlanmakta; gelecekteki gelişmeler konusunda öneriler sunulmaktadır.

1.GİRİŞ

Türkiye'de jeotermal sondajların bugününü anlayabilmek için dünkü durumuna da bir göz atmak gerekir. Ülkemizde jeotermal sondajların başlangıcı 1960'lı yıllardır. O tarihte 1000 m'ye kadar olan komple kuyularımız (13^{3/8"}, 9^{5/8"} ve 7" ile donatılmış, bazan 20" te içeren) GD3000 makinasıyla yaklaşık bir ay içinde tamamlanmaktaydı. El Salvador'a 1974'te gittiğimizde, benzer derinlikte kuyuların, yaklaşık aynı zaman dilimi içinde, o zamanın tanınmış amerikalı yüklenicisi Loffland Brothers tarafından yapıldığını gözlemiştik. Kullanılan teknoloji benzer olmakla beraber, amerikalı firmanın donanımları ve kullandıkları malzeme çok daha iyiydi. O tarihlerde UNDP projesi malzemeleri tükenince, çimento tapaları, "Composite Catalog" lardan gözlendiği kadarıyla, lastik levhalar ve tahtadan, "guide shoe" lar ise manşon ve alçı-çimento karışımından imal edilmekteydi. Gözlenen başka bir durum da, ülkemizdeki benzer kuyu maliyetlerinin yurtdışındakilerininin 1/3'ü seviyesinde olmasıydı. Aradan geçen yarım asır sonunda, artık ülkemizde 2000 m'lik kuyular yaklaşık 30 gün içinde yapılmaktadır. Bu önemli bir ilerlemenin göstergesidir, çünkü kullanılan teknoloji çok ta değişmedi. Bu çalışmada, son yarım asır zarfında ülkemizde sondaj tekniği ve teknolojisi ile kullanılan ekipmanların ve işgücünün nasıl değiştiği ve gelecekte neler yapılması gerektiği konularını incelenecektir.

2. UZAK DOĞUDA JEOTERMAL SONDAJLAR

Sarmiento vd., (2007) Filipinler'deki sondajlar hakkında ciddi bilgiler sunmaktadır [1]. Filipinler jeotermal sondajlara 1964 yılında başlamış; bu tarih aşağı yukarı ülkemizde jeotermal başlangıcına ve aynı yıllara (Balçova'da ilk sondaj da aynı yılda yapılmıştı) denk geliyor. Yıl 2005'e kadar Filipinler'de yapılan sondaj sayısı 658, şimdilerde bu sayı sanırım 1000'e yaklaşmıştır. Öte yandan, bu sondajların oldukça derin sondajlar olduğuna dikkat çekmek gerekir. Tongonan ve Palimpinon sahalarını 1980'de ziyaret ettiğimizde, gözlediğimiz 2000 m'den çok daha derin üretim ve reenjeksiyon kuyuları, yönlü ve sirkülasyonsuz, su ile kaçarak yapılmaktaydı. O yıllarda hatırlanacağı gibi, bizim en derin kuyularımızdan sadece birkaç tanesi 1200-1500 m aralığındaydı ve hiçbiri de üretken değildi. 2000 yılına gelindiğinde, sadece 2 kuyumuz (Seferihisar ve Kızıldere R-1) 2000 m derinliğe erişmiş ve geçmişti. Bugün itibarıyla, 1000 m'yi aşan derin kuyularımızın sayısının 200 civarında olduğu söylenebilir.

Petrol arama ve işletmesinde keşif sayısının delinen kuyu sayısı ile arttığı, bilinen bir gerçektir. Ülkemizde de petrol keşiflerinde bu olgu doğrulanmıştır. Benzer bir akışkan doğal kaynak olan jeotermal kaynaklar için de, benzer bir yaklaşım doğru kabul edilebilir. Filipinler ile karşılaştırıldığında, Filipinler'deki jeotermal elektrik üretiminin yapılan sondaj sayısı ile 2000 MW_e'i aştığı gözlenirse, birçok başka nedenleri de olabilesine rağmen, bizim de neden 100 MW_e'ler seviyesinde kaldığımız anlaşılabilir.

Filipinler'deki jeotermal kaynakların hepsi volkanik kökenlidir. Bu tür volkanik ortamlarda yapılan sondajların kendine özgü sorunları (anormal düşük basınçlı formasyonlar ve bunlarla ilgili çamur-çimento problemleri, aşırı sert ve aşındırıcı kayalar, çok yüksek sıcaklıklar, vb.) ve çözümleri olmaktadır. Aynı bölgede bulunan Endonezya'da benzer kökenli jeotermal kaynaklara sahiptir ve benzeri sorunlar ve çözümlerle içiçedir. Bunun ötesinde, Endonezya jeotermal kaynaklarının 28000 MW_e kapasiteye (dünyadaki en büyük) erişebileceği söylenmektedir.

Sekiz ay önce Endonezya'da kapasitesi yüksek önemli bir jeotermal projede gerçekleştirilen jeotermal sondajları inceleme olanağı bulduk[2]. Endonezya'daki jeotermal sondajlar hakkında bilgimiz daha önceki katıldığımız bir proje yanında, son 15 yılda Endonezya'luların Dünya Jeotermal Kongre'lerine (WGC's) gönderdiği bildirimleri okumamızla gelişti. Bu bildirimlerin bilimsel ve teknolojik içerik olarak kalitesinin son yıllarda oldukça geliştiğini, özellikle laboratuvarlarda çamur ve çimento üzerine yapılan araştırmaya yönelik çalışmalarda kalitenin oldukça arttığını görmek ve söyleyebilmek mümkün.

Hem Filipinler ve hem de Endonezya'da jeotermal endüstrisinin belkemiğini petrol endüstrisi oluşturuyor. Bu ülkelerde sondajların büyük bir kısmı ulusal petrol şirketleri tarafından gerçekleştirilmiş ve gerçekleştiriliyor. PNOG (Filipinler Ulusal Petrol Şti.) ve Pertamina (Endonezya Ulusal Petrol Şti.) herbiri en az 40-50 yıllık deneyimi olan kuruluşlardır. PNOG, özellikle offshore'da, Pertamina ise hem karada hem de offshore'da uzun yıllardır çalışan deneyimli ulusal kuruluşlar. Bu bakımdan geniş petrol sondajı deneyimleri var ve buna dayanarak uzun yıllardır jeotermal sondajları da başarıyla yapmaktalar.

Öte yandan, bu uzakdoğu ülkelerinde önemli jeotermal projeler gerçekleştiren Chevron gibi bir petrol devi, her iki ülkede de çalışmaktadır. Sarmiento vd., (2007)'de görüldüğü gibi[1], Filipinler'de jeotermal kuyuların yarısına yakını Chevron tarafından yapılmış görünüyor. Burada önemli olan, köklü ulusal ve yabancı petrol şirketlerinin jeotermal sondaj işine soyunmaları olup, jeotermal sondaj sektörünün güçlü olması bundan kaynaklanmaktadır. Petrol şirketlerinin bu konudaki diğer bir avantajı da işletmeciler olmalarıdır. Bu şirketler arama yaptıkları sahaları geliştirerek, buralarda güç santralleri kurabilmekteler.

Bizde ise gelişim farklı olmuş, ulusal petrol şirketimiz (TPAO) bu işe girmezken, yine eskiden gelen sondaj geleneği olan (biraz farklı amaçlar için de olsa) ve aramacı bir kurum olan MTA bu işlevi üzerine almıştır. Bu anlamda bir okul olan MTA, kâr amaçlı kuruluşlar olan petrol şirketlerinden felsefi yaklaşım olarak farklı olup, donanımları, teknolojisi, insan kaynakları ve know-how'ı onlar kadar hiçbir zaman olamamıştır. Ayrıca, 70'li ve 80'li yıllarda devlet tarafından tahsis edilen kaynakların çok kısıtlanması da, donanım ve teknoloji açısından faydalı olmamıştır. Bu bakımdan yapılan sondajların kalitesinin ve performansının bir petrol şirketinin optimumuna ulaşamaması normal kabul edilebilir.

Öte yandan, TPAO'ya 1980'li yıllarda jeotermal proje geliştirmesi açısından görev verilmiş ve TPAO iki farklı (biri volkanik, diğeri graben sistemlerine dayalı) projede çalıştıktan sonra devam etmemiştir. TPAO'nun bu işten neden vazgeçtirildiğini, ya da kendisinin mi gönülsüz olduğunu bilmiyor. Keşke devam edebilseydi ve böylece volkanik kökenli jeotermal kaynaklarımıza 30 yıl önce el atılmış olurdu. Bugün ülkemiz, jeotermal kaynaklarımızın değerlendirilmesi açısından daha iyi bir konumda olabilirdi.

3. ÖĞRENME EĞRİSİ

Yukarıda adı geçen iki ülkede yapılan jeotermal sondajların başarılı bir şekilde sağlıklı olarak tamamlanmaları ve hizmete sunulmaları, bu ülkelerdeki jeotermal sondajların ulusal ve yabancı petrol şirketleri tarafından yapılmalarından, kaynaklanmaktadır. Örneğin, Endonezya'da jeotermal sondaj yüklenicileri de yine petrol ve doğal gaz sektöründe deneyim kazanmış büyük şirketlerdir. Bunlardan aynı projede tanıdığımız bir tanesi, karada 15 büyük makinası ve 8 adet offshore platformu sahiptir.

Filipinler'de 2000 m'yi aşan, derin, yönlü ve sirkülasyonsuz delinen kuyuların 30 gün civarında delindiğini Sarmiento vd., (2007) söylemektedir[1]. Endonezya'da ziyaret ettiğimiz jeotermal projede delinen yönlü kuyular aynı zamanda geniş çaplı yapılmakta ve 30" konduktör, 20" yüzey borusu, 13^{3/8"} üretim koruma borusu ve 10^{3/4"} + 9^{5/8"} filtreli boru dizileriyle techiz edilmektedirler. Ayrıca, bu kuyuların yönlü ve son 1000 – 1500 m'lerini sirkülasyonsuz delindiklerini, umutmamak gerekir. Kullandıkları çamur lignosulfonatlı tatlı-su bentonit çamurudur. Rezervuarda çoğu zaman "underbalance" tekniği de kullanılmıştır. Bu kuyuların ilki 76 günde tamamlanmış ve sonraki kuyuların (7 adet) delinmesinde bu süre azalarak yedinci kuyuda 24 güne düşmüştür. Sondaj şirketi değişmiş, yeni başlayan şirket yine 76 günle başlamış ve yine yedinci kuyuyu 22 günde tamamlamıştır. Burada öğrenme eğrisi sürecinin çalıştığı gözlenmektedir. Büyük çaplı, yönlü ve tam kaçaklı kuyularda başlangıçtaki yaşanan sorunlardan öğrenilen ders ve kazanılan deneyimle, daha sonraki kuyular giderek çok daha kısa zamanlarda tamamlanmaktadır. Bu öğrenim süresi, 5-6 kuyu kazılmasında geçen kısa bir süreç olmaktadır[2].

Mesleğe 1967 yılında TPAO'da ilk başladığımızda, Mağrip sahasındaki sondajların gelişimi ile ilgili bir rapor okumuştuk. Bu rapor kısaca, Mağrip sahasında yapılan 1700 m derinlikteki sondaj sürelerinin nasıl 3 aydan 17 güne indirildiğini anlatmaktaydı. Bu başarı, delme işleminin daha hızlı yapılmasından çok kaçak, takım sıkışması gibi olayların önlenmesiyle ve kuyunun tek çapla kazılıp, üretim borusu ile techiz edilmesiyle sağlanmıştı. Daha o zamanlar öğrenme eğrisi kavramı pek ortada yoktu, ama rapor tipik bir öğrenme eğrisi hikayesi idi. Daha sonraları bu kavram TPAO Sondaj Grubu içinde gelişti ve hatta bu konuda Petrol Kongreleri'nden birinde bildiri de yayınlandı.

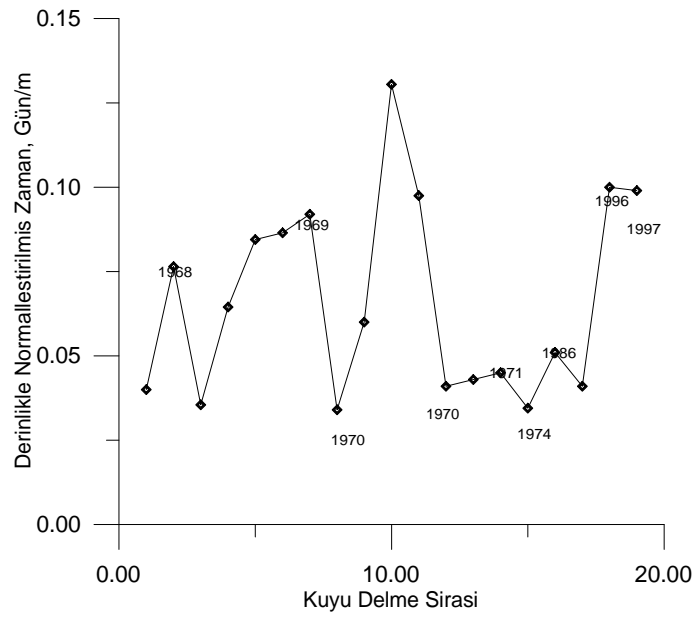
Birçok mühendis arkadaşımız sondaj sürecini azaltmak için, daha hızlı delme yapmak gerektiğini düşünmekte. Bu, sadece kısmen doğru olan bir yaklaşımdır. Tüm kuyu inşa sürecinin yaklaşık %40-60'ı delme işleminde geçmektedir. Bu nedenle, bu konuda sağlanacak bir iyileşme, süreci gerçekten kısaltabilir. Bunu sağlamak için, uygulanan sondaj parametrelerini (matkap yükü, rotasyon, pompalama) arttırmak kuyu sapması ve dogleg, takım kopmaları, delinmeleri, takım sıkışmaları ve tahlisiye gibi başka sorunlara neden olabiliyor. Hatta tüm bu sorunlar sondaj sürecinin daha fazla uzamasına da neden olabilmektedir. Hızlı delme olayının, iki ucu keskin kılıç gibi olduğunu, unutmamak gerekir. Makina-ekipmanın yıpranmışlığını dikkate almadan sondaj parametrelerini zorlamak, onların erken bozulmasına neden olarak, daha ciddi sondaj sorunlarını ortaya çıkarabilir. Sondaj ilerleme hızını arttırmak, ancak doğru malzeme ve ekipmanı seçip, sondaj optimizasyonu yaparak sağlanabilir. Bu konuda uygulanması gereken en doğru yol budur, ama bunun da sağlam ekipmanla desteklenmesi gerekir.

Öte yandan, ilerleme hızını da içine alan sondaj sürecini hızlandırmak için, öğrenme sürecinde, geçmişteki deneyimlerden alınan ders ile iyi bir planlama ve sıkı denetlenen bir uygulama gerekiyor. Bunların yanında, sağlıklı makina-ekipman ve yeni teknoloji kullanma da, süreçleri kısaltmada önemli bir rol oynayacaktır. Bunların yanında, lojistik de çok önemlidir. Yol boylarınca geçerken görülen, ekipman eksikliği ve malzeme sağlanamaması nedeniyle durdurulmuş sondaj makinaları, ülkemizde bu konuda yönetim eksikliğine de işaret etmektedir. Lojistik tek bir sondaja sağlanması yanında, birbiri

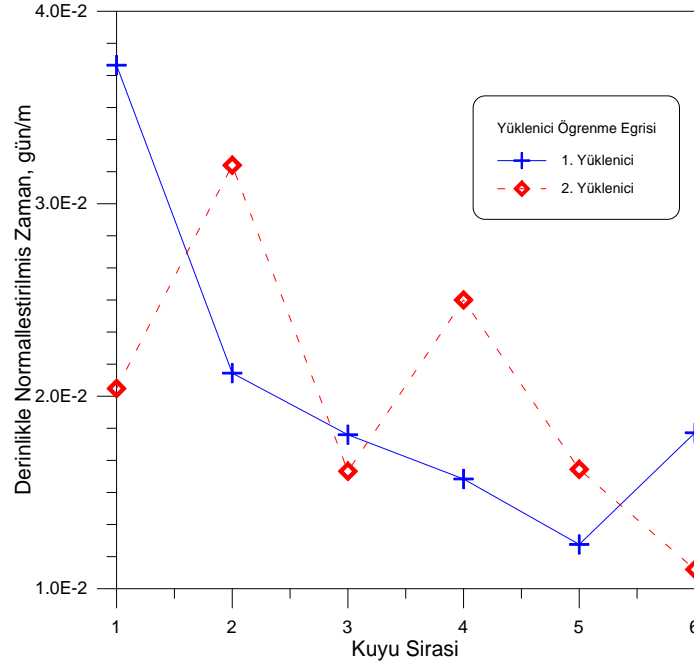
ardından gelen kuyular arasında beklemeyi de önlemelidir. Öte yandan, lojistik konusundaki sorunları çözmek için, özel sektör operatörlerinin malzeme konusunda yardımlaştığını görmek oldukça sevindiricidir.

Öğrenme eğrisi konusunda ülke içi ve dışından birkaç çarpıcı örnek vermek yararlı olabilir. Şekil 1 Kızıldere’de 1970-2000 yılları arasında yapılan sondajlarla ilgili oluşturulmuş bir öğrenme eğrisidir. Bu eğriden görülen öğrenilenlerin birkaç kez unutulduğu yönünde. En ilginç olanı da 1970 yılında başlanan ve 1980’li yılların sonuna kadar devam eden öğrenme sürecinin ve kazanımların, 30 yıl sonra unutulmasıdır. Anlaşılan, makine ve donanımları değişmediği halde, geçen yıllar içinde kurum “know-how” ‘ını kaybetmiş görünüyor.

Şekil 2 yurtdışından, Endonezya’dan bir örnek. Bu kuyu planlarının 300 m’ye 20” boru, 900-1000 m’ye 13^{3/8}” boru ve 2000-2300 m’lere filtrelili 10 3/4” ve 9 5/8” liner indirilerek teçhiz edilmiş ve düşeyden 35-45° sapmış, yönlü kuyular olduğunu hatırlatmak gerekir. Her iki yüklenicinin de, 76 günden başlayarak 2000-2300 m’lik kuyuların delinme zamanlarının 22 güne indirdiklerini görüyoruz.

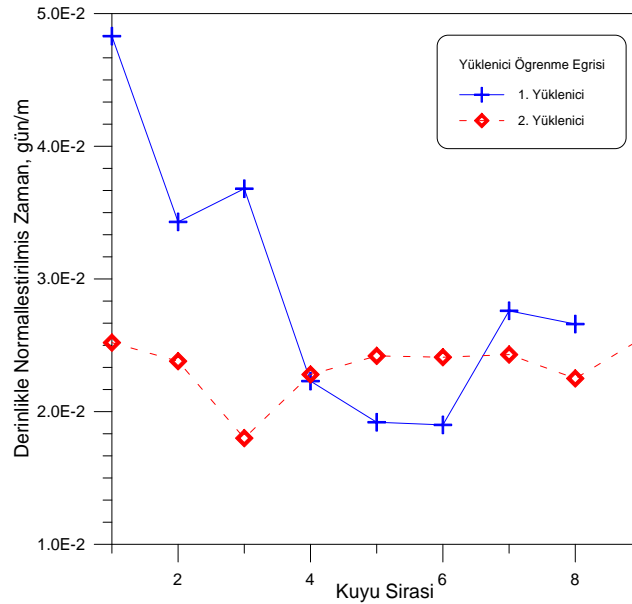


Şekil 1. Kızıldere jeotermal sondajları için yapılmış bir öğrenme eğrisi



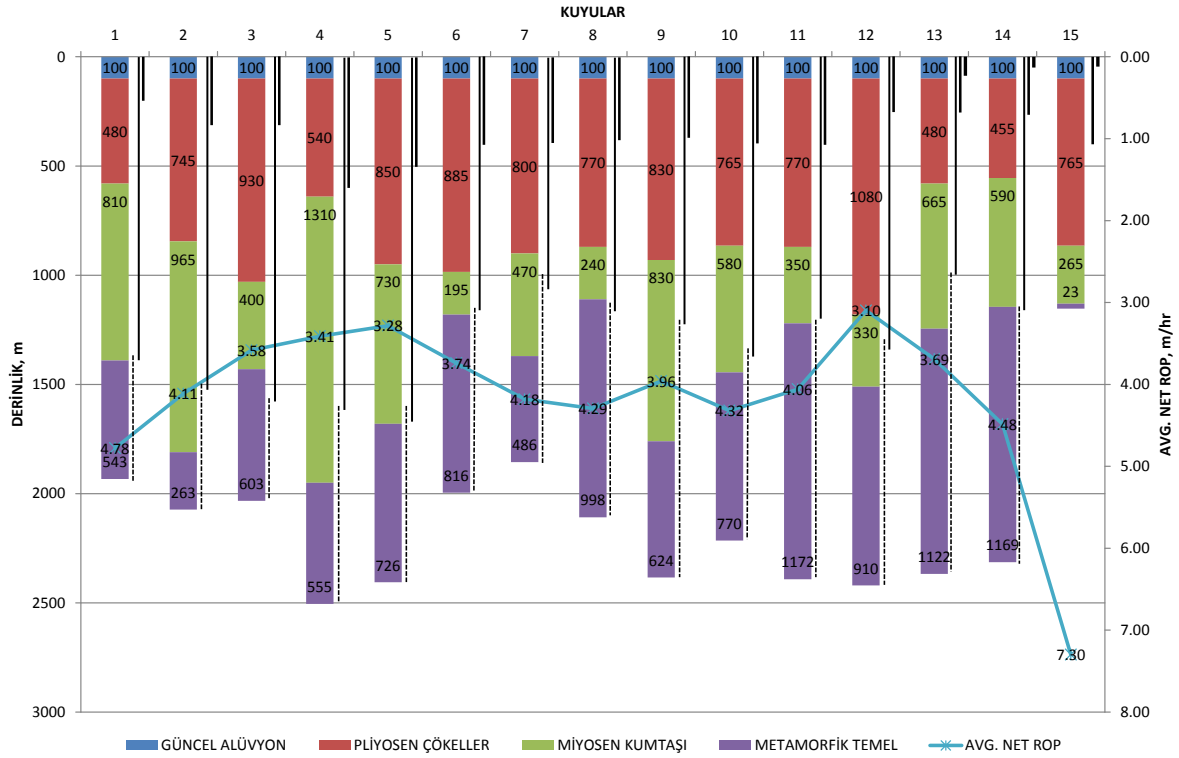
Şekil 2. Endonezya'da aynı sahada, farklı zamanlarda, farklı yükleniciler tarafından yapılan sondajlar için öğrenme eğrileri.

Şekil 3'te ülkemizdeki bir sahada çalışan iki farklı yüklenicinin öğrenme eğrileri görülmektedir. Bu şekilde birinci yüklenicinin bir öğrenme süreci geçirdiği ikincisinin ise, herhangi bir öğrenme süreci geçirmediği devam ettiği görülmektedir. Öyle anlaşılıyor ki, ikinci yüklenici öğrenme sürecini başka yerlerde yaşamış olup, birinci yüklenicinin burada öğrendiğini daha önceden öğrenmiş görünüyor. İkinci yüklenici ise, bu süreçte öğrendiklerini son kuyularda kaybetmeye başlamış gibidir.



Şekil 3. Ülkemizde aynı sahada farklı iki yüklenicinin öğrenme eğrileri.

Şekil 4'te ülkemizde bir başka sahada, bir başka yüklenicinin performansı görülmektedir. Gözlenen 15 kuyu boyunca performansta kayda değer bir değişiklik olmamıştır. Son kuyudaki değişiklik farklı bir teknoloji uygulanmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Bir başka sahada sondaj performansı görülüyor.

Bu değişik örnekler bakılınca, Endonezya'da elde edilen performansın, kuyuların yönlü, büyük çaplı ve tam kaçakla kazılmalarına rağmen, ülkemizdekilerden çok daha iyi olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır.

O zaman sondajcılarımızın etkinliklerini arttırmak için başvurulacak bir yol, "sondaj verimliliği"ni geliştirmekten geçebilir. Sondaj verimliliği, aşağıdaki denklemden de görüleceği gibi teknoloji, donanım ve yetkinlik (performance) değişkenlerinin bir fonksiyonudur[3].

$$DE = P (T + E)$$

Burada;

DE : Sondaj verimliliği,
P : Yetkinlik (Performans),
T : Teknoloji,
E : Donanım.

Son 30 yıl içinde ülkemizde sondaj teknolojisi ve donanımı değişmemiştir. Hala eski ve modası geçmiş amerikan ve romen sondaj makinaları kullanılmaktadır. Zaman içinde bunlarda bir takım tadilatlar yapılmıştır. Son bir yılda, yeni ve modern makinaların makina parklarına geldiğini gözlemek mümkündür. Daha güçlü sondaj makinalarının kullanımı, sondaj hızını artırma yönünde önemli bir parametre olmasına rağmen, bu konuda bir ilerleme gözlenmemiştir. Şekil 4'teki sondajların bazıları daha büyük bir makina ile kazılmıştır. Dolayısıyla, bazı hallerde öğrenme eğrisinde gözlenen tersine gidiş, özellikle yetkinliğin gerilemesinden kaynaklanmaktadır. Remson (1985), yetkinliğin sondaj verimliliğine katkısının iyileştirilmesi için aşağıdaki 5 adımlık bir program önermiştir[3]:

- 1) önerilen sondaj programının gözden geçirilerek, sıcaklık ve zaman ilişkili özelliklerin sayısallaştırılması,
- 2) geçmiş sondaj yetkinliğini de dikkate alan ayrıntılı bir zaman-derinlik eğrisinin kurulması,
- 3) yüklenicinin yaptığı işlemlerin kurulan derinlik-zaman eğrisine göre izlenmesi,

- 4) veri tabanı elde edilmesi için sağlıklı ve katı bir şekilde hazırlanmış günlük raporların hazırlanması ve izlenmesi,
- 5) kuyu tamamlandıktan sonra, rapor halinde bildirilen sonuçların gözden geçirilerek, beklentilerin karşılanıp karşılanmadığını gözlemek ve bir dahaki sondajda yanlışların düzeltilmesi için gerekli tedbirlerin alınmasıdır.

Bu yöntem izlenerek sondajcılarımızın yetkinliği bir miktar artırılabilir. Ayrıca, kaybedilen “know-how” da yerine koyulabilirse, eski yetkinlikler yakalanabilir. Bunun yanında, teknolojinin ve donanımın da iyileştirilmesi, sondaj verimliliğini de maksimize edecektir.

4. ÜLKEMİZDE JEOTERMAL SONDAJLARDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Aslında, ülkemizin batısında yoğun olarak yapılan jeotermal sondajların geçilen jeolojik formasyon ve yapılar ile ilgili ciddi sorunları yoktur. Geçilen ilk stratigrafik birimler Kuvaterner ve Tersiyer yaşlı tortul kayalar ve daha sonra da metamorfik kayalar delinmektedir. Sedimanter kısımda kumtaşı, kilitaşı, kireçtaşı ve çakıtaşı gibi birimler ardalanarak geçilmektedir. Bu formasyonlar petrol sondajlarında olduğu gibi, ciddi sirkülasyon kayıplarına (Midyat kireçtaşı gibi) ve şişen, yıkılan ve dökülen şeyllere (Gercüş ve Germav, vb.) hiç benzemiyorlar ve onların yarattığı sorunlardan hiçbirini yaratmıyorlar. Tek sorun, çamura katıldıkları için, kuyu çapı genişlemeleri dolayısıyla, koruma borusu çimentolaması sırasında sürprizler yaratmalarıdır. Aslında, jeotermalde kuyu logu alma adeti gelişse, ya da çamur su kaybı daha iyi kontrol edilse, bu konu sorun haline gelmeyecektir. Öte yandan, Metamorfiklerde geçilen formasyonlar çoğunlukla mermer, kuvarsitist, kalşist gibi sağlam kayalardır. Sert ve aşındırıcı kayaç olmaları dışında, ciddi bir sorun yaşanmamaktadır. Bunlarda da mika ve grafit şistler dışında (su ile delinmediği sürece) yıkılma sorunu yoktur. Sirkülasyon kaybı olduğu zaman, zaten o zonların rezervuar olarak korunması ve çamurla kirlenmemesi gerekmektedir.

Aslında, jeotermal sondaj açısından sorun yaratabilecek en önemli olgu, yüksek sıcaklıktır. Bunun çamurda ve çimentolamada sorun yaratması beklenmekle birlikte, bunlar teknolojik olarak çözülebilir ve zaten çözülmüş sorunlardır.

Yukarıdaki bağlamda, sorun yaşanması beklenmeyen jeotermal kuyularda sedimanter kısımda bile takım sıkışmaları yaşandığı gözleniyor. Bunun yanında, sık sık sondaj borularının delinmesi ve kopmalar da görülmektedir. Ağırlık borularının bağlantılarından kopmaları sıkça rastlanan bir olaydır. Metamorfiklerde, ciddi kuyu sapmaları (30°), dogleg oluşumları veya başka nedenlerle takım sıkışmaları, sıcaklığa dayanımlı olduğu iddia edilen özel polimer çamuru kullanımına rağmen, gözleniyor. Bu nedenlerle kuyular saptırılıp, tekrar deliniyorlar. Kullanılan polimer çamurlarının içinde kullanılan maddelerin bir çoğunun yüksek sıcaklıklara dayanmadıkları bilinmesine rağmen, çok sıcak kuyularda kullanılırken bozulmaya uğradıkları gözlenirken, uygulamaya devam edilmektedir. Bunların jeotermal rezervuarlarda formasyon hasarı yarattığı hakkında ciddi savlar vardır. Bunların yanında, sondaj mühendisliği konusunda, sondajın performansını etkileyebilecek çok sayıda yanlış uygulamalar gözlenmektedir. Bunlar hakkında aşağıdaki birkaç örnek verilebilir:

- “Bottomhole Assambly” kullanılarak yapılan kuyu sapma kontrolü, bazı hallerde yanlış uygulanıyor ve bunda ısrar ediliyor.
- Jet sondaj yapılırken matkaba verilen hidrolik güç % 65-70 olması gerekirken, %15-25 arasında değişiyor. Bu nedenle kuyudibi hidroliği sağlıklı çalışmadığından, ilerlemeyi arttırmak için matkap yüküne ağırlık veriliyor ve o zaman kuyularda ciddi sapmalar ve “dog-leg”ler oluşuyor.
- Geniş çaplı ve sığ koruma borularında kullanılan “stab-in” teknolojisi, görelî daha küçük çaplı ve daha derinlere indirilen kuyularda kullanıldığı zaman, borulardaki boy değişimi hesapları bilinmediğinden, bazen sonuç olumsuz oluyor ve bu olumsuz sonuçlar başka aletlerin çalışmamasına atfediliyor.
- Matkap seçimleri değişik kriterlere göre yapılıyor. Herhalde insert matkaplar çok beğenildikleri için, 17½” matkaplar bile, insert olanlardan seçiliyor. Halbuki, kuyularımızın önemli bir kısmı

yumuşak veya en fazla orta sertlikteki tortul kayalarda geliyor. Çelik dişli matkaplar bu formasyonlar için daha uygun olabilir ve çok daha ucuzdurlar.

- Sondajcılarımız, kuyu kontrolü için ağır çamur kullanmayı, çok seviyorlar. Bitmiş ve filtreli boruyla techiz edilmiş kuyularda, en ufak kuyu hareketinde soğuk su yerine kuyuya çamur basılıyor. Bu da, özellikle rezervuarda formasyon hasarı sorunu yarayabiliyor. Sağlam formasyonların bulunduğu yerlerde ve techiz edilmiş kuyularda, kuyu soğuk suyla kontrol edilebilir.
- İster petrol, ister jeotermal kuyularda borular çekme gerilmesinde çalışmalıdırlar. Sıkıştırma gerilmesi altında çalışan borularda burkulma tehlikesi vardır. Bazı kurumlarımızın “liner hanger” kullanmayıp, filtreli boruları kuyu tabanına bırakmaları malumumuz. Bazıları da “liner hanger” ların askıya alma elemanlarını söküp onları “J-Slot” (bırakma düzeneği) olarak kullanıyor ve sondajcı arkadaşlarımız maalesef bunu uyguluyorlar.
- Delinecek kuyu derinliğine uygun sondaj makinasının nasıl seçileceği bilinmiyor ve bu konuda hesaplamaların nasıl yapılacağı konusu (petrol endüstrisinde genel hatları çok net çizilmiş olmasına rağmen) pek bilinmiyor. Daha çok katalog bilgilerine, yüklenicilerin güvencelerine, ya da bize birşey olmaz düsturuna dayanıyor. Kuyular derinleştikçe, sorun algılanmaya başlıyor, takım sıkışması durumunda riskler artıyor ve maliyet de yavaş ilerleme dolayısıyla artıyor. Sondajlarımızda çoğu kez riskli sınırlarda dolaşılıyor ve bazen daha derinlere gitmemiz gerektiğinde de, gidilemiyor.
- Bilindiği kadarıyla, ülkemizde kuyuya indirilirken 4 kez filtreli boru kopması oldu. Bunların nedenleri net olarak belli değil. Boruların mekanik özelliklerine göre olmaması gereken olayların nedeni konusunda, hatalı üretim üzerinde duruluyor. Boruların Çin menşeli olmaları ve daha önce başka ülkelerden alınan borularda böyle bir olaya rastlanmaması, bu konudaki şüpheleri artırıyor. Bir de plazma tekniğiyle delinen filtreler konusu vardır. Eskiden bu filtreler soğuk olarak freze ile açılmaktaydı. Plazmanın boruya verdiği hasar hiç araştırılmadı. Boruların metalurjisi ve plazmanın boruya etkisi konusunda bir araştırma başlatıyoruz.

Yukarıdaki örnekleri çoğaltmak mümkün. Ancak, bunlar sondajcılığımızın zayıf yönleri. Bunları ve daha birçoklarını düzeltmeden, sondaj sürelerimizi kısaltmamız pek mümkün görünmüyor. Herşeyden önce, mühendislik bilgilerimizi yenileyip, güncelleştirememiz ve araştırmaya önem vermemiz gerekiyor.

Diğer önemli bir konu, kullanılan teknolojidir. Şu sıralarda ülkemizde kullanılan sondaj makineleri büyük ölçüde 60'lı yılların modelleri. Yeni makineler geliyor, ama bunların seçimlerinin ne kadar doğru olduğunu uygulamada yaşanacaktır. Bu arada mekanik donanımlı devasa makineler de (F-320) kullanılmaktadır. Örneğin, kazdıkları geniş çaplı kuyular için Endonezya'lıların kullandığı sondaj makinası IDECO 2000'de güç aktarımı elektrik ile oluyor ve bu da makinaya esneklik sağlıyor. Bunun yanında, ülkemizde bazı yeni teknoloji uygulamaları hüsrana sonuçlanıyor, çünkü sondajcılarımız bu konuda maalesef yeteri derecede ehliyet sahibi değiller.

Ülkemizde 2000-2500 m'lik jeotermal kuyular iyi çalışan sondajcılarla 30-55 gün aralığında yapılıyor. Derinlik 1200-1300 m aralığında olunca kuyuların tamamlanma süreleri 23-36 gün arasında değişiyor. Tabii bu kuyulara en az iki koruma borusu indirilip, çimentolandığını ve bir de filtreli boru indirildiğini; ayrıca, bazı sahalarda sondaj makinası bırakılmadan önce, kuyunun üretime alındığını ve daha sonra tekrar temizlenerek bitirildiğini ve bu son kuyu tamamlama sürecinin 4-5 gün sürdüğünü unutmamak lazım. Kuyu derinliğinin 3000 m'ye erişmesi veya geçmesi durumunda sondaj süresi 80- 100 gün aralığında oynuyor.

Aslında bu süreler, bizim endüstrimiz, yukarıda bahsedilen birikimimiz, kullandığımız makina ve ekipmanların durumu ve teknolojimiz dikkate alındığında, fena sayılmaz. Ancak, geçen süredeki değişikliğin (öğrenme eğrisindeki gibi) azalma yönünde olmayıp, gelişigüzel değişken olması, sürenin öğrenmeden çok, kuyularda oluşan olaylara bağlı olduğunu gösteriyor.

Öte yandan, jeotermal sondaj konusunda Filipinler ve Endonezya'dan daha çok geride olduğumuz, bir gerçektir. Bu geri kalmanın nedeni Petrol endüstrisindeki makina-ekipman parkını ve mesleki birikimi jeotermal sondajlara aktaramamızdır. Bu, artık petrol endüstrisinin kısmen hem devlet ve hem de özel sektör yoluyla bu işe girmesiyle gerçekleşmeye başlamıştır.

Bir başka gerçek de, ülkemizdeki kuyu maliyetlerinin düşük olmasıdır. Bu olgu da, yatırımcılarımızın proje ekonomisini kolaylaştırıp, hafifletiyor ve projelerin nakite çok gereksinim duyduğu ilk evrelerinde yüklerini hafifletmektedir. Jeotermal sondaj maliyetlerinin jeotermal proje maliyetinin yarısına erişebileceği düşünülürse, çok ta önemli bir olgudur. Sondaj maliyetlerimiz kullanılan makina, çalışan yüklenici, teknoloji, yatırımcı taraf ile yüklenici tarafın sondaj mühendisliği bilgi ve birikimine bağlı olarak 500\$/m ile 1500\$/m arasında değişiyor. Bu aslında çok büyük bir fark olmakla beraber, aynı zamanda yatırımcılar tarafından yapılan seçimlerin getirdiği bir sonuçtur. En yüksek maliyeti bile alsak, 3 kuyuluk bir arama programı Türkiye’de en fazla 10 milyon dolara mal olurken, bu maliyet Filipinler’de 40 milyon dolara çıkıyor. Tabii orada doğa koşullarının çok daha zor olduğunu ve bunun da maliyetleri önemli bir ölçüde artıracığını, dikkate almak lazımdır. Yine de, 1’e karşın 4 gibi, çok büyük bir fark vardır. Yalnız orada yatırımcının elde edeceği getirinin de, kaynak sıcaklıklarının bizimkilere kıyasla çok yüksek olması ve kaynakların büyük olması dolayısıyla, büyük olacağını da unutmamak gerekir.

Ekonomik açıdan bakıldığında, sondaj sürelerinin uzaması santralin üretime geçme süresini de uzatacağından, ekonomik olarak üretimden de ve dolayısıyla gelirden de bir kayıp yaşanması söz konusu olacaktır.

5. SONDAJLARDA EMNİYET

Endonezya ve Filipinler gibi ülkelerle karşılaştırıldığımız jeotermal sondaj endüstrimizde önemli bir eksiklik de “emniyet” konusudur. O ülkelerde, tüm çalışma alanları “safety first” logolarıyla donatılmış ve insanların da bu bilinçle hareket ettiği, gözleniyor. Endonezya’da gözleme imkanı bulduğumuz basit bir kuyu üretime açma işlemi bile, emniyet kurallarının sağlanması olayının ne kadar önemsendiğinin bir göstergesiydi ve bu konuda üretim birimiyle birlikte, yüklenici ve sondaj birimi çalışanları arasında ciddi bir toplantı yapıldı; tüm tedbirler alındıktan sonra kuyu açıldı. Sonuçta söz konusu kuyular, biraz buhar püskürtüp sustular, ama kimse bundan gocunmadı. Ülkemizde sondaj sürecinde uygulanan önemli operasyonlarda TPIC’in bu tür toplantılar yaptığı biliniyor ve bu da bir petrol şirketi olmasının sonucudur. Yine petrol kökenli bir başka şirketimizin de el kitapları olduğu biliniyor.

Emniyet olayı yalnız operasyonlar sırasında değil, planlama sürecinde de dikkate alınıyor. Bu nedenle örneğin, üretim koruma borusunun tamamen çimentolanması amacıyla, gereken tüm teknolojiler baştan planlanıp, uygulanıyor. Ülkemizde ise, bazı kuyularda üretim sırasında üretim koruma borusu üst kısımlarının ve dolayısıyla kuyubaşının serbestçe salındığı, gözle uzaktan bile görülebiliyor. Emniyet konusunda hiçbir taviz verilmemesi gerekiyor. Yine bir örnek vermek gerekirse, ülkemizde bazen tek emniyet vanasıyla çalışıldığı da, bir gerçek. Bu da altyapının (substructure) yeteri kadar yüksek olmaması dolayısıyla, ram veya anüler tip preventer’lerden biri feda edilerek yapılıyor. Bazan da, hızlı sondaj yapabilmek amacıyla emniyet göz ardı edilebiliyor. Halbuki, sloganda söylendiği gibi emniyetin herşeyin önüne geçmesi gerekiyor.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sonuç olarak özetlenirse, ilerlemek için her zaman batıya çevirdiğimiz yüzümüzü, jeotermal sondajlar konusunda uzak doğuya çeviriyoruz. Her ne kadar sondaj maliyetlerimiz düşse de, etkin sondaj yapmak ve daha iyi sondaj performansı sergilemek konularında onların bir hayli gerisinde kalmışız. Onların seviyesini yakalayabilmek amacıyla daha modern makina ve ekipman, daha yeni teknoloji kullanmamız, bunları ehliyetle uygulayabilecek işgücü ve sondajlarımızı sağlıklı bir şekilde yönetebilecek doğru eğitim almış ve birikimli mühendislere gereksinimiz vardır. Bir de, daha iyi performans için, emniyetten feragat edilmemesi bilincinin, ülkemizde yerleşmesi gerekiyor.

KAYNAKLAR

- [1] SARMIENTO, ZOSIMO, F. FEDCO, Filipinler’de Yüksek Sıcaklıklı Kuyuların Delinme ve Tamamlanmasına Toplu Bakış, 4. Sondaj Maliyetleri ve Yüksek Sıcaklıklarda Sondaj Fizibilitesi Çalıştayı, 2-5 Temmuz 2007 Muntinlupa City, Philippines.
- [2] SERPEN, U., 2012. LBL Drilling, Report to Electroconsult, January, Jakarta.
- [3] REMSON, D, 1985. Planning Technique-Key to Drilling Efficiency

ÖZGEÇMİŞ

Umran SERPEN

1945 yılı İzmir doğumludur. 1967 yılında İTÜ Petrol Mühendisliği Bölümü’nden mezun olduktan sonra, 1974 yılına kadar TPAO ve MTA’da petrol ve jeotermal sahalarında çalışmıştır. 1987 yılına kadar İtalyan ELECTROCONSULT mühendislik ve danışmanlık şirketinde El Salvador, Guatemala, Meksika, Nikaragua, Kosta Rika, Arjantin, Şili, Etiyopya, Kenya, Filipinler, Rusya ve İtalya gibi ülkelerde çeşitli jeotermal projelerde danışmanlık yapmıştır. 1987 yılından beri öğretim görevlisi olarak hizmet verdiği İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü’nde 2010 yılında Doçent unvanı aldıktan kısa bir süre sonra emekli olmuştur. Halen aynı Bölümde Okutman olarak ders vermekle birlikte serbest danışman olarak mesleğini icra etmektedir.

Niyazi AKSOY

1984 yılında İTÜ Petrol Mühendisliği Bölümünü tamamladı. 1984–1995 arasında MTA Genel Müdürlüğü jeotermal projelerinde sondaj ve test mühendisi olarak göre yaptı. 2001 yılında DEÜ Uygulamalı Jeoloji ABD’den doktora derecesi aldı. Halen DEÜ’de Doçent olarak görev yapmakta olup, jeotermal enerji projelerinde sondaj, test, saha yönetimi konularında danışmanlık yapmaktadır.