

## JEOTERMAL KUYULARDA ÇİMENTOLAMA OPERASYONLARI

Bülent TOKA\*

### GİRİŞ

Jeotermal enerjiden yararlanmaya yönelik sondaj çalışmaları her geçen gün daha derinlere doğru artarken, karşılaşılan zor sondaj koşulları yeni sondaj tekniklerini de uygulamaya zorlamaktadır. Jeotermal sondajlarda uygulanan yeni teknikler sondaj çalışmalarının başarı ile tamamlanmasına neden olurken kuyu kullanım ömrünü de artırmaktadır. Ülkemizde son zamanlarda özellikle özel sektör tarafından uygulanan çok kademeli ve layner çimentolama yöntemleri sondajların başarı ile tamamlanması sağlanmaktadır.

Bu çalışmada; jeotermal sondajlarda çimentolama operasyonlarında karşılaşılan problemlerin üstesinden gelebilmek için uygulanan çok kademeli çimentolama ve layner çimentolama operasyonlarını hakkında bilgi verilecektir.

### ÇİMENTOLAMA OPERASYONLARI

Çimentolama operasyonu; formasyonlar arası geçirimsizlik sağlamak amacıyla, kuyu cidarı ile muhafaza borularının arasının çimento şerbetiyle doldurulması işlemidir. Yapılan operasyon tekniği ise sondaj çamuru ile çimento şerbetinin yer değiştirmedir. Bu teknikte çimento şerbeti çimentosu yapılacak boru dizisinin içerisine pompa ile basılır, dizinin en altındaki boru pabucundan çıkan çimento anülüste yükselirken sondaj çamurunu yüzeye doğru iterek yer değiştirir.

Çimentolama operasyonu üç önemli ana amacı yerine getirir; (i) formasyon zonları arasında izolasyon sağlar, (ii) sülfatlı yer altı suların korozyon etkisinden boruları korur ve (iii) formasyonun sağlamlaştırılmasını ve koruma boru dizisinin aksenal yüküne destek sağlar.

Çimentolama işleminde üç farklı teknik uygulanmaktadır; tek kademeli çimentolama, çok kademeli çimentolama ve layner çimentolama.

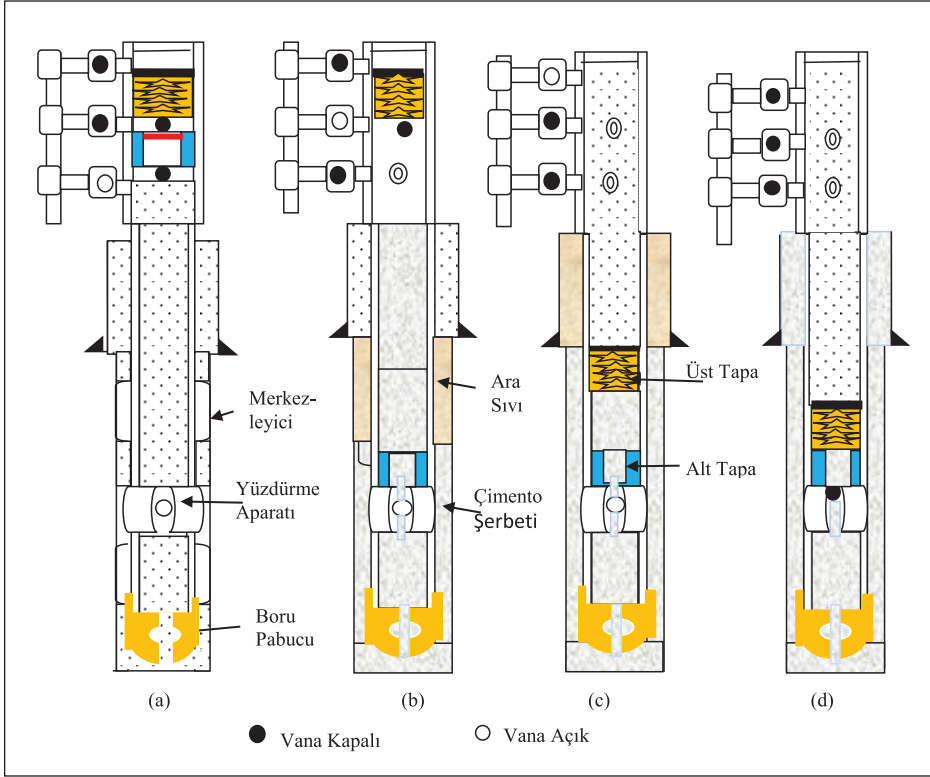
### 1. Tek Kademeli Çimentolama

Tek kademeli çimentolama geleneksel bir yöntem olup sığ derinliklerde başarı ile uygulanır. Bu çimentolama operasyonunda kuyu tabanına koruma boruları indirildikten sonra borunun en üst ucuna çimentolama başlığı monte edilir. Boru ile çıplak kuyu cidarı arasına çimento şerbeti yerleştirme operasyonu ise aşağıda anlatıldığı gibi gerçekleştirilir.

- Çimentolama başlığı üzerindeki en alt vana açılır (diğer vanalar kapalı) ve sondaj çamuru ile sirkülasyon yapılır ve sirkülasyona anülüsteki çamur inceltilene kadar devam edilir (Şekil 1a). Çamurun incelmelerini takiben, çimento basımı öncesi, belli miktarda ara sıvı (genellikle su) boru içerisine basılır.
- Sirkülasyon ve ara sıvının basımının ardından çimento başlığı üzerindeki alt vana kapatılır. Ortadaki vana açılır ve alt tapa serbest bırakılır. Hesaplanan miktardaki ve belli bir yoğunluktaki çimento şerbeti boru içerisine basılır (Şekil 1b).
- Çimento şerbeti basımı sonrası ortadaki vana kapatılır. Üst tapa serbest bırakıldıktan sonra en üstteki vana açılır (Şekil 1c).
- Öteleme sıvısı (sondaj çamuru) ile çimento şerbeti anülüste ötelenir ve öteleme işlemi üst tapanın alt tapa üzerine oturmasıyla biter (Şekil 1d).
- Çimentolama işleminin tamamlanmasından sonra çimentonun prizlenmesi için 24-48 saat arasında beklenir.

Geniş boru çapların (20" ve 13<sup>3/8"</sup>) çimentolanmasında çimentolama zamanını azaltmak için kullanılan takım dizisi içerisinden (stab-in/

\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Sondaj Daire Başkanlığı, Ankara



Şekil 1- Tek kademeli çimentolama operasyonu

inner-string) çimentolama yönteminde ise; tij dizisinin en alt ucuna bağlanan özel aparat yüzdürme aparatının üzerindeki geçirimsiz yuva ya oturtulur ve çimento işlemi tijler içerisinden yukarıda anlatılan yöntemle benzer şekilde uygulanır.

## 2. Çok Kademeli Çimentolama

Tek kademeli çimentolama işlemlerinde karşılaşılan problemlerin üstesinden gelebilmek için uygulanan sistemlerden birisi çok kademeli çimentolamadır. Bu sistemin tercih edilmesinin ana sebepleri:

- (i) Düşük pompa basınçları sağlar,
- (ii) Zayıf formasyonların çatlamasını ve dolayısıyla kaçak yapmasını önlemek için çimento şerbetinin toplam hidrostatik basıncı düşürür,
- (iii) Değişik formasyonlar için uygun çimento seçimine olanak sağlar,
- (iv) Koruma boru dizisinin tamamının çimentolanmasına olanak sağlar,

- (v) En tabandaki boru dizisinin (boru pabucunun) kesin olarak çimentolanmasını sağlar.

Kademeli çimento aparatlarının boru dizisi içerisinde yerleştirileceği yerler, ya dizi uzunluğuna ya da zayıf formasyonun bulunduğu zona göre seçilir.

Çok kademeli çimentolama operasyonun aşamaları;

- Koruma borusu kuyu tabanına indirildikten sonra, kuyu hacminin en az iki katı hacmindeki bir kapasite ile sirkülasyon yapılarak çamur inceltirir yani iyileştirilir. Bu iş aynı zamanda yüzdürme aparatlarının düzenli çalışmasını ve boru içerisinde yabancı madde olup olmadığını kontrolü için önemlidir. Ayrıca kuyu içerisindeki çamurun sirkülasyon basıncının belirlenmesine yardımcı olur.
- Birinci kademe çimentolama, tek kademeli çimentolama işleminin bir benze-

ridir (Şekil 2a). Fakat boru içine basılan çimento şerbeti sütununun en üst ucu, ikinci kademe çimento aparatının hemen altında kalır.

- Yüzeiden atılan açma bombası, kademe aparatındaki açma valfini hareket ettirerek ikinci kademe çimentolama operasyonu başlatır. Açma bombası valfin üzerine oturduğu zaman, çamur sirkilasyon basıncının 1200-1500 psi (83-103 bar) üzerindeki ilave pompa basıncı pimleri kırar ve kademe deliklerin önündeki kolları aşağı doğru iteler. Kolların aşağıya doğru itilmesiyle açılan delikler boru ile anülüsü birbirine bağlar. İkinci kademeye başlamadan önce çamur ile sirkilasyon yapılır. Çimentolama operasyonu sırasında ilk kademedeki çimento şerbeti prizlenir ve mukavemet kazanmaya başlar (Şekil 2c).
- İkinci kademe için gerekli olan çimento şerbeti basıldıktan sonra kapatma

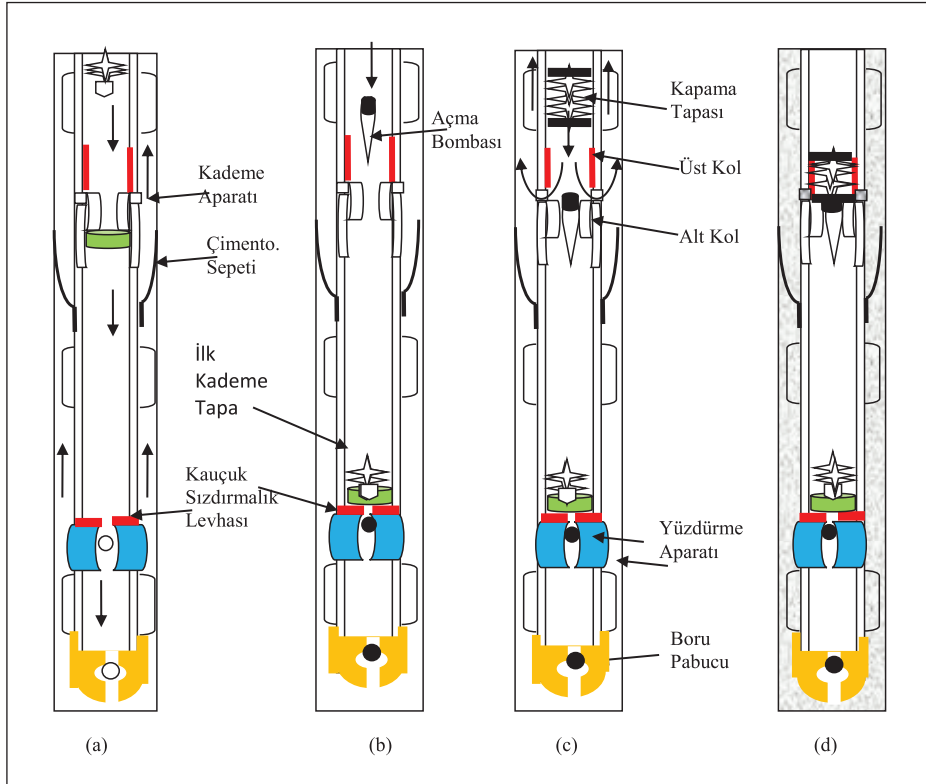
tapasıyla ötelenir. Öteleme sırasında çimento kademe aparatındaki deliklerden geçerek yukarıya doğru yükselir.

- Tapa kademe aparatına ulaştığında; çimento şerbetinin sirkilasyonu yapmak için gerekli basıncın üzerinde uygulanan ilave 1500 psi'lik basınç tapanın kademe deliklerini kapatır ve anülüsle boru içi arasındaki irtibatı keser. Böylece tüm boru dizisi tamamen çimentolanmış olur (Şekil 2d).

Bu yöntemin en önemli dezavantajı ise tüm kuyu dibi ekipmanlarında olduğu gibi güvenirliliktir.

### 3. Layner Çimentolama

Layner, yüzeye ulaşmayan kuyu içerisine bırakılan boru dizisi olarak tarif edilebilir. Bu sistemde layner, önceki borunun içerisinde bir miktarı kalacak şekilde, borunun alt kısmına layner askısı ile asılır. Layner askısının üzerindeki boru tutma aparatı (slips) vasıtasıyla



Şekil 2- Çok kademeli çimentolama

layner içinde bulunduğu boruya bağlanır. Boru tutma aparatını aktif hale getirmek için kullanılan layner askısı, mekanik veya hidrolik olmak üzere iki tiptir. Layner çimentolaması için gerekli olan ekipmanlar ise yüzdürme pabucu, yüzdürme aparatı, tapa oturma aparatı, layner askısı, layner yerleştirme aletleri, layner temizleme tapası ve tapaları iten pompadır.

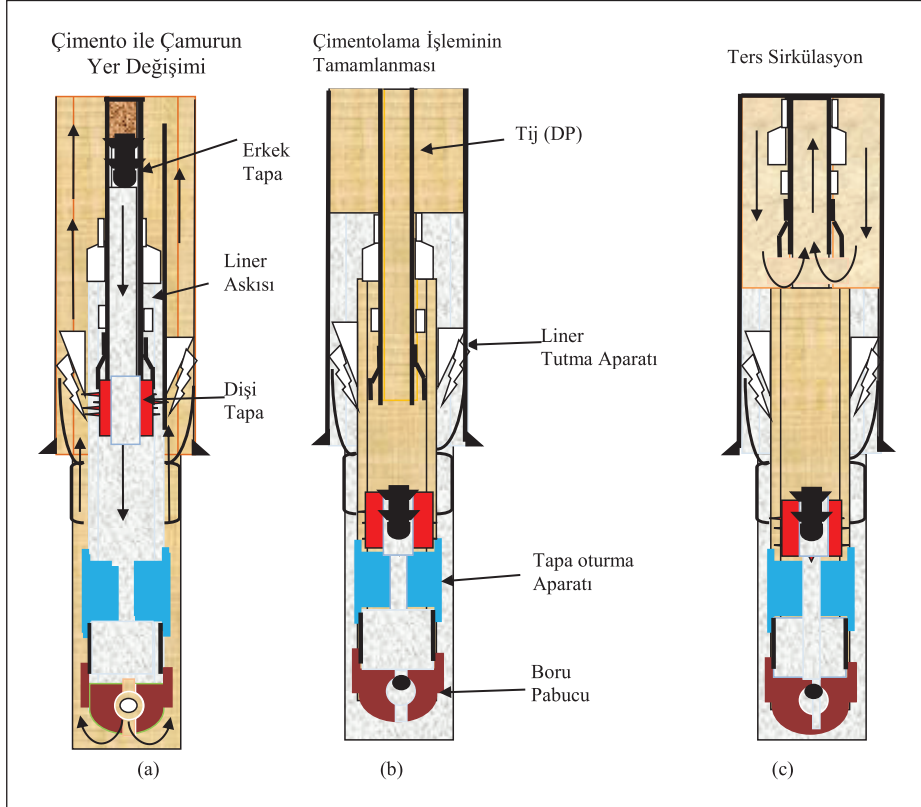
Layner çimentolama operasyonun başarısı, çimento şerbetinin sondaj çamurunu efektif bir şekilde ortamdaki uzaklaştırmasına bağlıdır. Koruma borularının kuyu içerisinde merkezlemesi, çimento şerbetinin çamur ile yer değiştirmesinde en önemli faktördür.

Şekil 3'te verilen layner çimentolama metodunun uygulama kademeleri;

- Layner dizisi bir önceki borunun içerisinde 60-150 metre arasında olacak şekilde indirilip layner yerleştirilmeden önce sirkülasyon yapılarak çamur iyi-

leştirilir ve kuyunun durumu kontrol edilir.

- Layner tutma aparatı aktif hale getirilir. Layner dizisi 10-12 tur sağa döndürerek layner yerleştirme kolları serbest bırakılır. Yerleştirme kollarının aktif olduğunu kontrol etmek için dizi yukarı doğru yavaşça çekilir. Yüzeyde kanca yükündeki düşmeden dolayı çözünme gözlemlendiğinde çimentolama işlemi başlar.
- Hesaplanan çimento miktarı layner indirme dizisi içerisinde basılır. Çimento şerbetinin peşinden alt tapa yüzeyden bırakılır ve arkasından pompa ile çamur basılarak ötelenir (Şekil 3a).
- Pompa iteleme tapası, layner askısında bulunan temizleme tapasına yerleştiğinde pompa basıncında bir yükselme gözlenir. Basınçtaki yükselmey-



le birlikte temizleme tapasını tutam pimler kırılarak alt tapa ve temizleme tapası birlikte layner içinde hareket eder.

- Temizleme tapası, tapa oturma aparatına kadar layner' ın etrafındaki çamuru çimento şerbeti ile yer değiştirir. Temizleme tapasının tapa oturma aparatına oturması neticesinde yüzeydeki pompa basıncındaki ani yükselim layner etrafına çimento şerbetinin tamamen yerleştiğini gösterir (Şekil 3b).
- Layner askısındaki tutma aparatları aktive edilerek, boru tutma aparatları laynerden ayrılır. Layner indirme dizisi, layner askısından tamamen çözülür. Çözülme yüzeydeki dizi ağırlığının düşmesinden gözlenir.
- Layner indirme dizisi, layner askısının biraz üzerine alınarak anülüsteki fazla çimento şerbeti ters sirkilasyon yöntemi ile temizlenir (Şekil 3c).

Layner çimentolanması en zor olan operasyonlardan biridir. Layner boyunca bağlantı yerlerinde oluşan kaçaklar veya boru arkasındaki formasyona olan kaçaklar sıklıkla karşılaşılan problemlerdir. Bu problemlerin nedeni;

- Anülüs açıklığının yeteri kadar olmaması
- Laynerin en üstü ile en altı arasındaki sıcaklık farklılığı

- Çimento yapılırken laynerin hareket ettirilememesi
- Formasyonun çatlamasını önlemek için pompanın yüksek debide çalıştırılmaması (türbülans akış sağlanamaması)
- Gaz gelişi nedeniyle çimento sütunu içerisinde kanalların oluşması.

## SONUÇLAR

Her geçen gün derinleşen sondaj çalışmaları, efektif kuyu dizaynları ve karşılaşılan çimentola problemleri, jeotermal sondaj sektörünü çok kademeli çimentolama veya layner çimentolama operasyonlarını uygulamaya zorlamaktadır. Kurumumuzun jeotermal sondajlarda karşılaştığı; boru dizayn derinliklerin belirlenmesi ve çimentolama operasyonu sıkıntılarının aşabilmesi için, çok kademeli çimentolama ve layner çimentolama yöntemlerinin uygulamasına yönelik çalışmalara bir an önce başlamasında fayda görmektedir.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Bourgoyne, A. T., Millheim, K. K., Chrnevert ve M.E, Young, F.S, 1991. Applied Drilling Engineering, s.104-107, Texas.
- Lyons, C. W., 1996. Standart Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering, Volume I, s. 1216-1223. Houston, Texas.
- Nelson, E.B., 1990. Well Cementing, Texas.
- Rabia, H., 1995. Well Engineering and Construction, s.167-170.

