

JEOTERMAL ENERJİ SANTRALLERİNDE KİMYASAL UYGULAMALARI, UYGULAMA ESNASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE İŞLETMELERE MALİYETLERİ

Alper Tunga DOST

ÖZET

Bu çalışmada jeotermal enerji santrallerinde sudan kaynaklanan korozyon ve birikinti problemlerinin yaratacağı sorunlar, bu sorunlar karşısında yapılacaklar hakkında bilgi verilmektedir. İşletmelerde bir sorunun yaşanmasını beklemekten çok, koruyucu önlemler ile oluşmamasını sağlamanın önemi vurgulanmaktadır. Bu çerçevede; doğru uygulamaların işletmelere kazandırdıkları veya diğer bir bakış açısıyla yanlış veya eksik uygulamaların işletmelere kaybettirebilecekleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Jeotermal enerji üretiminde santrallerdeki gider kalemleri içinde yer alan kimyasal şartlandırma programları eğer doğru seçilmezse veya hassas olarak takip edilmezse umulmadık maliyetler ile karşılaşılması söz konusudur. Burada dikkat çekilen maliyet oluşan sorunun çözümüne harcanan bakım, onarım giderlerinden çok santralin durduğu sürede kaybetmiş olduğu üretim kayıplarıdır. Hazırlanan bu çalışmada santrallerdeki su kimyası ve uygulamaları konusunda dikkat çekmek, beklenmeyen üretim kayıplarını azaltmak, bir mühendis olarak ülke ekonomisine katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal, İnhibitör, Birikinti, Korozyon, Üretim kaybı.

ABSTRACT

This study, mainly focuses on the issues such as corrosion and scaling and the solutions for such problems that are commonly faced in geothermal power plant operations. It is strongly advised to be ready and proactive rather than observing it. Under this condition, this study gives comments about wrong applications and makes additional advises for appropriate actions. Chemical consumptions are not negligible costs in geothermal power plants. A wrong program selection or inappropriate applications creates many issues and unexpected costs. Most important cost is production losses rather than maintenance, replacement or cleaning costs. In order to minimize these unwanted results such as production losses; this study intends to emphasize the importance of water treatment in geothermal power plants.

Key Words: Chemical, Inhibitor, Scale, Corrosion, Production losses.

1. GİRİŞ

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarına bir yönelim ve bu tip enerji kaynaklarının popülaritesinin artması beklenen bir gelişmedir. Zira fosil bazlı yakıtlar ile enerji üretmek gelişen ekonomik koşullar altında ciddi maliyetlere ulaşmaktadır. Yakın geçmişe kadar maliyetler dışında pek dikkate alınmayan bir unsur bir anda en ön plana geçmiştir. Bu da “Çevre” unsurudur. Çernobil felaketinden sonra nükleer enerjinin güvenilirliği tartışılırken, gün geçtikçe CO₂ emisyon oranları, küresel ısınma, ozon

tabakası, insanlar üzerinde kanser hastalıklarının tür ve gelişimlerdeki olumsuz trend biz mühendisleri ciddi bir alternatif arayışına itmiştir. Bu günlerde yurdumuzda özellikle jeotermal ve rüzgar enerjisi, hidroelektrik santrallerin ardından popülaritesini arttırmış, ilk sıralara yerleşmeyi hedeflemektedir.

Aslında jeotermal enerjiden faydalanmanın tarihi ülkemizde de çok yeni değildir. Jeotermal amaçlı ilk sondaj Balçova/İzmir'de 1963 yılında açılmıştır. Enerji üretimi amaçlı ilk girişim ise Denizli Kızıldere'de 1968 yılında açılan sondajla başlamıştır. Geçen yaklaşık 50 yıllık süreç içinde ülkemizde ciddi yol alınmış Kızıldere ve Germencik'te yapılan ilk girişimlerden sonra özellikle Menderes Grabeninde onlarca yatırım her biri 50-100MW hedeflerle yola çıkmıştır.

Jeotermal sahalarda enerji üretimi esnasında akışkanın ekipmanla teması esnasında gerekli önlemler alınmadığı durumlarda bazı problemlerin yaşandığı görülmüştür. 1985 yılında tüm dünyada 2000MW lık bir kurulu jeotermal enerji üretim kapasitesi olduğu düşünülürse, jeotermal özelinde kimyasal uygulama tecrübesinin de oldukça sınırlı olduğu söylenebilir. Sadece ülkemizde değil tüm dünyada jeotermal sahalarda spesifik bazı sorunlar yaşanmakta, bunlara çözümler benzer şartlarda çalışan kazan, buhar şartlandırma veya soğutma suyu şartlandırma tecrübeleri esas alınarak geliştirilmiştir, geliştirilmektedir. Ne yazık ki jeotermal için kimyasal firmalarının araştırma ve geliştirme faaliyetleri diğer marketlere nazaran daha küçük bir yüzde oluşturmaktadır. Firmalar aktif market ve talebe göre çalışmalarını ve bütçelerini ayarlamakta ve önem sırasına almaktadır. Bu nedenle kimyasal uygulayıcısı olarak firmalar benzer tipte problemler için üretilen çözümleri sahadan sahaya denemekte, daha sonra başarılı olan yöntemi geliştirmeye çalışmaktadır.

Bu gün; gerek teknolojisi, gerek uygulama şekli ne olursa olsun en temel işletme problemleri;

- Kuyu, ekipman, dozajlama sistemleri ve korunacak sistem üzerinde oluşan birikintiler
- Yukarıda anılan kritik noktalarda görülen korozyon
- Soğutma Kulesi ile soğutma yapan tesislerde tipik bakteriyel kirlenme, korozyon ve depozitlenme (kışır) sorunları
- İşletmeden kaynaklanan sorunlar
- İşletme dışındaki şartlardan kaynaklan sorunlar olarak sınıflandırabiliriz.

Aşağıda bu ana başlıkları ayrı ayrı inceleyebiliriz:

2. BİRİKİNTİ VE DEPOZİTLENME SORUNLARI VE OLUŞTURDUĞU MALİYETLER

Jeotermal akışkanın içeriğine bağlı olarak bazı mineraller üzerindeki basınç kalktığında yani yeraltından yeryüzüne çıktığında su içindeki çözünürlüklerini kaybederler. Veya basit bir ifade ile su içinde zorlanmış şartlarda çözünmüş olan bileşenler, bu zorlanmış şartlar kalktığında sistem üzerinde kritik noktalarda birikinti ve deposit oluşturmaya başlar. Aslında bu potansiyel rezervuarın şartlarına göre değişir. Örneğin Menderes grabeninde en öncelikli rastlanan problem kalsiyum karbonatlı birikintilerdir. En bariz örnek olarak Denizli Pamukkale travertenlerini örnek olarak gösterebiliriz. Hiçbir şartlandırmaya maruz bırakmadan doğrudan atmosferik koşullara çıkan jeotermal akışkan üzerinden basınç kalkınca tüm kalsiyum karbonat içeriğini geçtiği yüzeye bırakmaktadır. Böylece devasa birikintiler oluşabilmiştir. Örneğimizi ne kadar abartılı seçtiysek de santrallerde yaşanabilecek depozitlenme hızı gün veya saat hesabı ile bir üretim kuyusunu tamamen kullanılmaz hale getirebilir. Örnek olarak; saatte 1500 ton üretim kapasitesi olan bir santralde yapılan başarısız bir şartlandırma sonucunda sadece 1 ppm yani ton başına 1 gr sertlik kaçacağı sistemde 1 ay içinde yaklaşık 1 ton birikinti oluşturacaktır. Bu şartlar altında zaten kuyu, dozaj sistemi veya santral bileşenlerinin çok kısa süre içinde devre dışında kalma olasılığı açıktır.



Şekil 1. Tipik bir boru cidarı - CaCO_3 bazlı - birikintisi

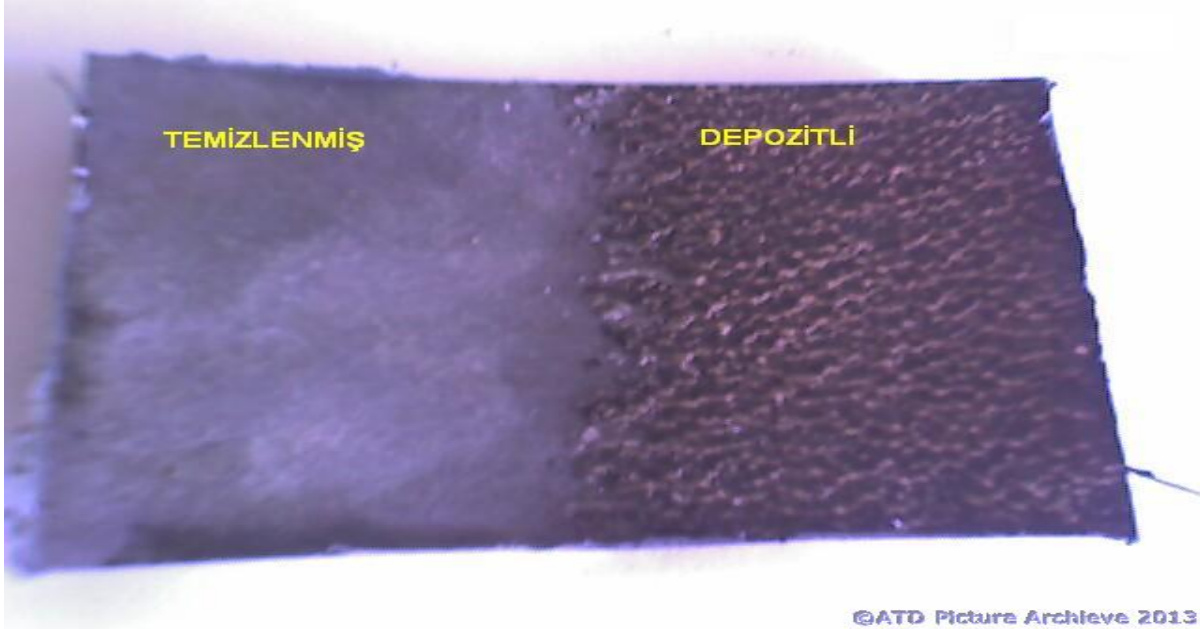
Depozitlenme sorunu sadece kuyu içindeki kesitin daralmasına yol açmaz. Bunun yanında casing ve kapiler boru üzerinde de bir tabaka oluşturacağı için dozaj ekipmanının kuyu içerisinden yukarı çekilmesini engelleyecek, sonucunda kuyu içinde kaybedilmesine kadar gidecek bir sorunlar sinsilesine yol açabilecektir.

Birikinti problemleri; uygulanan inhibitör ve teknik uygulamaların tipine göre (zorlanmış koşulları azaltmak için basınç ayarlamaları, ısı izolasyonları vb) değişim gösterebilir. Sıklıkla karşılaşılan birikintiler akışkanın ani yük kayıplarına uğradığı yani ani genişleme ani daralma gibi noktalarda kendini gösterebilmektedir.



Şekil 2. Değişik tipte birikintiler

Kışır oluşumuna etkiyen en önemli parametreler sıcaklık, su hızı ve basınç değerlerindeki ani değişimler olarak gösterilebilir. Saha çalışanları en çok vana arkalarında, separatörlerde, silencer ve peşindeki savaklarda, yani basıncın ve sıcaklığın çok ani olarak düştüğü yerlerde birikintiyeye rastlamaktadır. Bazen basit bir basınç ayarlaması kimyasalla dahi çözülemeyen yığılma sorunlarını çözebilmektedir. Aynı şekilde re injeksiyon hatlarında da soğumadan kaynaklı silis bazlı çökeller en büyük riski oluşturlar. Bu noktalarda da sıcaklık çok önem taşımaktadır.



Şekil 3. Aynı levha üzerinde depozitli ve temizlenmiş yüzey.

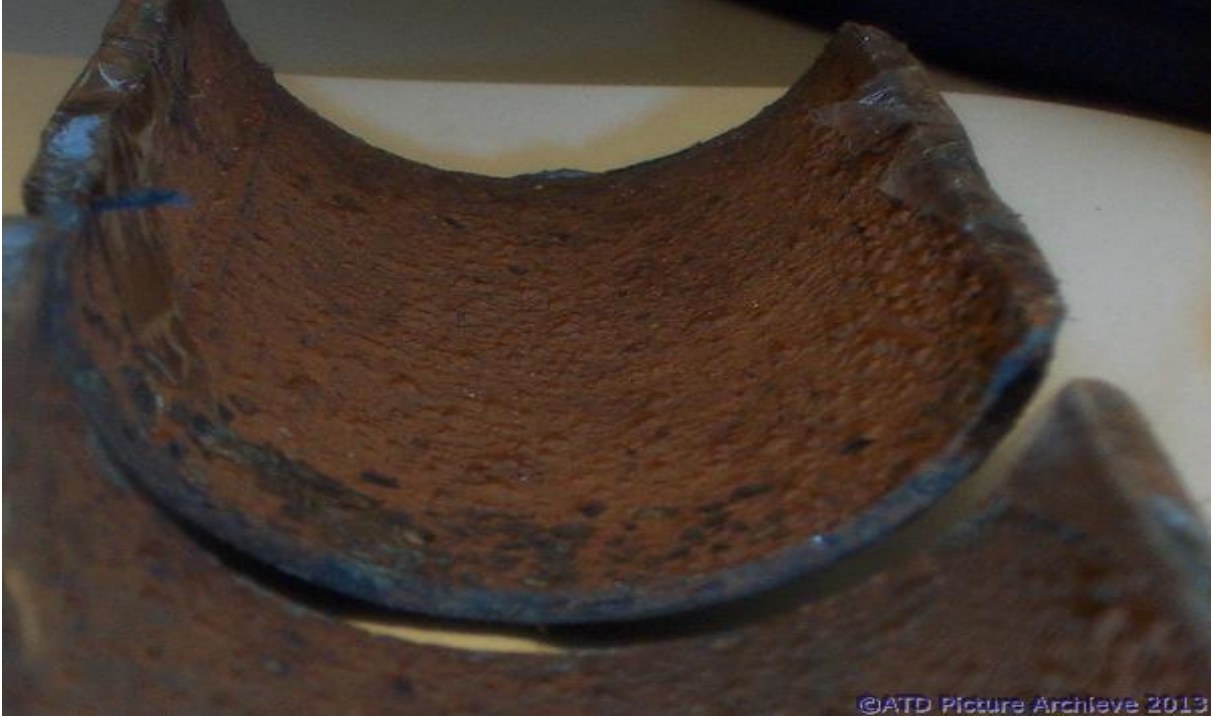
Üretim kuyularında yaşanan depozitlenme ve ya kışır sorunları öncelikle üretim kayıplarına neden olurlar. Yani çok düşük ve rutin analizlerle dahi anlaşılması çok güç sertlik kaçakları süreç içinde santralin enerji üretim trendinde düşüğe neden olur. Bu gibi durumda kısa süre içinde aniden çok daha büyük üretim kayıplarına uğramadan durmak ve bir temizlik yapma gerekliliği doğabilir. Bunların dışında sistem üzerinde kritik bir ekipman üzerinde istenmeyen bir tabakanın oluşması planlanmayan duruşlara neden olması nedeni ile yine üretim kayıplarına yol açacaklardır. Bu ekipmanlar genelde filtreler, pompa gövdeleri, basınç düşürücü vanalar olarak gösterilebilir. Günümüzde 20MW lık bir santralin 1 hafta duruşundan kaynaklan üretim kaybı ve bu süreçte yapılan temizlik masrafı, işçilik vb giderlerin toplamda 250-300 k\$ lık bir kayıba yol açabileceği hesap edilmektedir.

Basitçe scale yani kışır problemini görülebileceği yerleri sırasıyla hatırlarsak; dozaj başlığı (dosing chamber), kuyu içi ekipmanları, borulama (casing), dozaj hattı (capillary tube), tesis içi yüzey boruları, vanalar, filtreler, separatör sistemi, eğer akışkan geçici olarak dışarı veriliyorsa susturucu (silencer) ve hız ölçüm savağı, tesis içinde ısı transferinin söz konusu olduğu tüm ekipmanları transfer yüzeylerinde ve son olarak re injeksiyon hatlarıdır. Genelde kuyuda flash zone altına yapılabilecek bir dozaj yukarıda sayılan noktaların bir çoğunda efektif sonuç verir. Ama bazen kritik noktalarda ilave dozaj noktaları teşkili gerekebilir. Reinjeksiyon hatları ise ayrı bir proses olarak değerlendirilmeli ve şartlandırma programı geliştirilmelidir.

3. KOROZYON PROBLEMLERİ VE İŞLETMEYE MALİYETİ

İşletmelerde görülen bir diğer sorun korozyon birikinti gibi bir trend ile size sinyal vermez. Genelde yaratacağı sıkıntıyı fark ettiğinizde artık geçtir. Zira korozyon geri işlemeyen bir süreçtir. Yani

kaybedilen metal gider ve sistem bir süre sonra ciddi bir problem ile tesisi shut down noktasına getirebilir.



Şekil 4. Karbon çelik malzeme üzerinde ciddi korozyon etkisi.

Su kimyası açısından bakıldığında genelde ülkemizde jeotermal sahalardaki suyun karakteri birikinti yapıcı taraftadır. Yani asidik karakterde pH'nın aşırı düşük olduğu tarzda rezervuarlar ülkemizde sıklıkla görülmez. Korozyon genelde yanlış seçilen bir malzeme, yanlış kullanılan bir ürün veya ortam şartına uygun olmayan özellikte kimyasalın uygulanması ile ortaya çıkmaktadır. Malzeme üzerindeki korozyon kısa vadede yapılan kontrollerde görülemezse ummadık bir anda sorun olabilir. Yani kapiler tüpte yaşanan bir korozyon sorunu bir süre sonra dozaj başlığının ve ağırlığının kopması ile son bulabilir. Kimyasal uygulamasından kaynaklanan korozyon özellikle bir kaç şekilde ortaya çıkabilir:

- Ürünün düşük pH lı bir ürün olması ve temasta olacağı karbon çelik, SS304 , SS316 veya daha üst sınıf kullanılan çelik türlerinde korozif etkiler verebilecek özellikte olmasıdır.
- Ürünün ortam şartlarında parçalanması sonucunda oluşan yan ürünlerin korozif tesirlerinin olmasıdır.
- Çok ender olsa da kuyunun gaz içeriğine bağlı olarak uygulanan inhibitörlerin bizzat korozyona yol açtığı da tespit edilmiştir.

Yüzey ekipmanlarında yaşanan sorunlar ise eğer yedekli ise (pompa, vana, filtre vs) üretim kaybına uğramadan elimine edilebilir ama can sıkıcıdır ve ekibin ana sorumluluklarından çok bu tip işlere emek harcamasına yol açar.

Korozyon da birikinti gibi duruş ve üretim kaybı, işçilik, ekipman, yedek parça vb maliyetlere yol açacağından planlı duruşlarda yapılacak tetkikler ciddi önem taşır. Bu tip sorunlardan uzak durmak için doğru materyalde ekipman seçimi, kimyasalın uyumluluk listesi ve doğru kimyasalın seçimi şarttır.

4. SOĞUTMA KULESİ PROBLEMLERİ

Jeotermal enerji santrallerindeki soğutma kulelerinin diğer endüstriyel tesislerdeki kulelerde farkı make up yapılan yani kuleye beslenen suyun genelde santralde konsense olan su olmasıdır. Su oldukça saf olduğundan kışır sorunu yaşanmaz ama gerek jeotermalin doğasından kaynaklanan bazı korozif gazlardan gerekse bakterilerin kolayca üreyebileceği ortamda olmasından dolayı hem korozyon hem de bakteriyel kirlenme öncelikli iki ana sorundur. Bazı bakteri türlerinin korozyon ürünleri ve onlardan oluşan depozitlerde kümelenebildikleri için kışır olmasa da bakteriyel kökenli depozitlenmeler de görülebilir.



Şekil 5. Soğutma sistemlerinde oluşan bakteri kolonileri ve yarattığı korozif etkiler

Çözümü; güçlü bir korozyon önleme programı takip etmek bunun yanında biosit kullanımı ile bakteri üremesinin kontrol altına alınmasını sağlamaktır. Ülkemizde jeotermal santrallerde bir kaç örneği bulunan soğutma kuleleri çok sık arıza ve sorun yaşatmadığından üretim kuyuları kadar ön planda değildir. Ama diğer taraftan soğutma performansı direk üretime etkiyeceğinden gereken önem verilmeli, gelişmeler bir trende dökülerek periyodik olarak değerlendirilmelidir. Günümüzde gerek online anlık korozyon ölçme ekipmanları gerekse sisteme monte edilen pilot simulasyon sistemleri ile korozyon takip edilebilmektedir. Bakteri takibi için ise yaygın test yöntemleri (dip slide, besi yerleri, ATP ölçerler vb) mevcuttur.

Gerek korozyon gerekse bakteriyel kirliliğin yarattığı problemlerin çözümü ancak planlanan bir bakımda ele alınabilmektedir. Fakat kopan bir dozaj başlığı veya delinen bir eşanjörün tamiri planlanmayan bir duruşu gerektirebilir. Duruş da bir maliyeti beraberinde getirir. Durulan her bir saat santralin üretim kaybıdır. Bu kayıp duruşta harcanan bakım ve onarım maliyeti ile kıyaslanmayacak kadar büyük olabilir. Bir çok ekipman direk yurtdışından sağlandığı için santral umulmadık bir anda bir kuyunun kapiler hattının değişmesi için daha düşük bir üretim kapasitesinde çalışmak zorunda kalabilir.

5. İŞLETMEDEN VEYA İŞLETME DIŞI KOŞULLARDAN KAYNAKLANAN SORUNLAR

Birikinti olsun, korozyon olsun sistemlerde oluşan sorunların doğru yapılamayan işletmecilik ile artması veya oluşması da mümkündür. Örneğin bizzat birikintiyi önlemeye yarayan bir inhibitörün doğru dozajda verilmemesi, aşırı dozajlanması bizzat ürünün kendisinin depozit oluşturmasını yola açabilmektedir.



Şekil 6. Ani basınç değişimleri nedeni ile çökeltme yaşanan bir vana sonrası flanş.

Jeotermal sahalarda sıcaklıklar normal endüstriyel uygulamalara nazaran daha yüksek olduğundan uygulanan inhibitörlerin termal stabilitesi önem kazanmaktadır. Yani her aktif maddenin ısı karşısında dayanabileceği, kalitesinin bozulduğu bir kritik sıcaklık vardır. Burada temas süresi çok önemlidir. Bazen yüksek sıcaklığa az miktarda maruz kalan bir ürün bozulmakta ve iş yapmaz hale gelirken diğer tarafta çok düşük termal şartlarda uzun süre ısıya maruz kalan ürünlerde kalite bozulması görülmektedir. Sahada bu tip kalite problemlerinin yaratacağı en büyük sorun kapiler tüp için ürünün jelleşmesi veya bozunarak katılaşmasıdır. Burada en önemli parametre ürünü aktif maddesinin tipi, stabilitesi, ısıya maruz kalma süresidir. Ne yazık ki tıkanan bir kapiler borunun yüksek basınçla dahi temizlenmesi genelde mümkün olamamaktadır. Ve kapiler tüpün komple değişmesi gerekmektedir.

Özellikle saha testlerinde kapiler borunun toplam hacmi, içine alacağı solüsyonun miktarı, o solüsyonun seyreltme oran, solüsyonun tüpü ne kadar süre içinde kat ettiği ve kullanılacak pompaların maximum ve minimum basma kapasiteleri hassas olarak hesap edilmeli, test süresince sıklıkla kontrol edilmelidir. Basma hattında görülen karşı basınç değerinin umulmadık şeklide artması basma hattında bir tıkanmanın başladığının habercisi olabilir. Böyle bir durumda bir kaç dakika içinde sistem tamamen bloke olabilir. Bu nedenle sahada bu gibi durumlar için yüksek basınç şartları sağlayacak ekipman ve saf su bulundurması şiddetle tavsiye edilir.

Yukarıda anılan sorunların dışında bir de işletme insiyatifi dışında yaşanan sorunlar vardır. Ne yazık ki en başta geleni sıkça yaşanabilen enerji kesintileridir. Bu sorunu ancak sahada inhibitör sistemlerini besleyen güç kaynakları, jeneratörlerle aşılabılır. Aksi taktirde uzun süre kapiler tüpün kimyasalla beklemesi sonuçta kapiler tüpün tıkanması ile sonuçlanacaktır. Enerji kesintisinde sadece dozaj ekipmanları değil kuyu başından itibaren tüm noktalarda risk başlar. Zira bekleyen akışkan soğumakta, basıncında değişim oluşmakta buna bağlı olarak bünyesinde tuttuğu başta CO₂ gibi gazları kaybetme eğilimine girmektedir. CO₂'in sistemde ayrışması beraberinde ciddi miktarda çökeltme riskini de getirir. Zira akışkan içindeki balans bozulmuştur ve bazı bileşenlerin çözünürlükleri

düşer ve su fazında ayırlam eğilimine girerler. Bu nedenle ani duruşlarda muhtemel flash buhar oluşma riskinin olduğu her nokta potansiyel birikinti riski altındadır. Açıkçası bu gibi durumlar; yönetilmesi zor, önceden tahmini yapılamayacağından çözümü de komplike önlemler gerektirir.

Maliyet girdileri açısından bakılırsa diğer enerji üretim santrallerine göre çok daha avantajlı ve çevresel açıdan hem lokal hem de global olarak desteklenen jeotermal enerji üretimi hassas bir takip, uzman ekip ve ciddi saha tecrübesi gerektirmektedir. Problemlerin yaşandığında çözümünü aramak lüksü yoktur. Bu nedenle literatür takibi yapılmalı, benzer tesislerde yaşanan sorunların tipi ve çözümleri yakında takip edilmeli mümkün olduğunca bu tip bilgiler paylaşılmalıdır.

SONUÇ

Günümüzde her sahanın kendine özel parametreleri üzerinden gidilerek o sahaya özgü çözümler üzerinde çalışılmıştır. Yani başı sürekli birikinti ile deritte olan bölgelerdeki uygulamalar ile asidik şartlar nedeni ile korozyon problemi yaşayan bölgelerde yapılan uygulamalar tamamı ile farklıdır. Her ne kadar birbiri ile benzeşen özellikler arz etse de her bölge kendi özelinde değerlendirilmeli, o sahaya özel çözümler üzerinde çalışmalıdır.

Ülkemizde özellikle üretim kuyularında birikinti ağırlıklı sorunlarla karşı karşıya olduğundan dolayı bu alanda kimyasal hizmeti sağlayan firmalar belirli ölçüde yol almışlardır. Ama henüz reinjeksiyon kuyularında ciddi ölçüde bir sorun yaşanmadığı için o alanda - birikinti önlemeye yönelik olanlara oranla - gelişme veya geliştirme çalışmaları yapılmamıştır. Enerji üretim teknolojisi gibi kimyasal teknolojileri de kendilerini geliştirmeli, yatırımcıya daha rahat karar vereceği, olası sorunlara karşı kendini donanımlı hissedeceği çözümler üretmelidir. Unutulmamalıdır ki santrallerde beklenmeyen problemler nedeniyle yaşanan üretim kayıpları, su şartlandırma programına ayrılacak bütçe ile karşılaştırılmayacak kadar büyüktür. Firmalar gittikçe üretim hedeflerini büyütmede, ortalama bir santralin üretimi minimum 20 MW değerini aşmaktadır. Böyle bir santralin problemler nedeni ile 1 hafta durması ciddi kayıpları da beraberinde getireceğinden çözüm ortağının seçiminde saha ve işletme tecrübesi, yaşanacak problemlere proaktif olarak çözüm üretebilme becerisi, gerçekleşen sorunlara kesin ve kalıcı çözüm üretme maliyetten önce aranacak önemli hususlar olmalıdır.

ÖZGEÇMİŞ

Alper Tunga DOST

1969 yılı Diyarbakır doğumludur. 1993 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1997 yılında DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışmalarını tamamlamıştır. Su şartlandırma kariyerine sırasıyla Aquazur/SUEZ, Nalco firmaları ile devam etmiştir. 2008 yılından bu yana GE Water&Process Technologies Güney Avrupa operasyonunda Jeotermal ve Maden Uygulamaları Endüstri Lideri olarak çalışmaktadır. Ayrıca proses suyu hazırlama, atıksuların arıtılması, soğutma sistemleri ve buhar kazanlarında su şartlandırma konularında uzmanlığı bulunmaktadır.