

Sondaj Sempozyumu'96 , Izmir- 1996 , ISBN 975-395-178-7

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda Üretim Kuyularının Rotating Control Head Preventer (RCHP) ile Üretim Halinde Temizlenmesi

S.Durak*, N.Aksoy**, B.Erkan***

**Maden Muh, MTA Genel Müdürlüğü, Sondaj Dairesi*

***Petrol Muh, Dokuz Eylül Unv Torbalı Mermencilik ve Sondajcılık Meslek Yüksek Okulu*

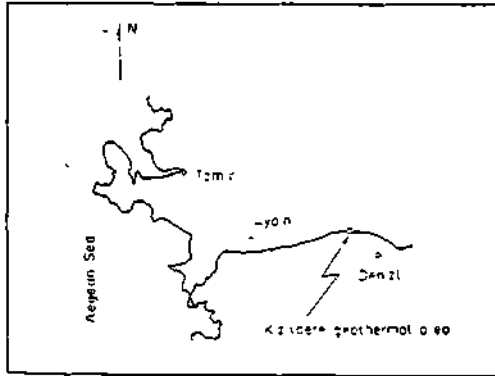
****Petrol Muh, MTA Genel Müdürlüğü, Sondaj Dairesi*

ÖZET : Kızıldere Jeotermal Santralı ülkemizin ilk ve tek jeotermal santralıdır. Santralin net üretim kapasitesi 17.5 Mwe olup gereksinim duyduğu buhar 8 üretim kuyusundan karşılanmaktadır. Jeotermal akışkanın kimyasal yapısı nedeniyle üretim kuyularında CaCO_3 çökmesi olmaktadır ve kuyu çapındaki daralmaya bağlı olarak üretim azalmaktadır. Bu sorunun çözümü için mekanik temizlik, asitleme (HCl) ve inhibitör enjeksiyonu gibi yöntemler denenmiş ve sonuçta maliyetinin düşüklüğü ve uygulanabilirliği gibi nedenlerle mekanik temizliğin en uygun yöntem olduğu belirlenmiştir. Mekanik temizlik esnasında kesilen CaCO_3 kırıntılarının rezervuara giderek kirliliğe yol açmasını önlemek için kuyular Rotating Control Head Preventer (RCHP) kullanılarak üretim halinde iken temizlenmektedir.

ABSTRACT : The only geothermal power plant of Turkey with a capacity of 17.5 Mwe has been established at Kızıldere Geothermal Field. The plant is fed by 8 wells. The geothermal fluid contains high CaCO_3 and CO_2 which causes production decline due to CaCO_3 deposition in the wellbore. Scale inhibitor injection, acidizing (HCl) and mechanical reaming methods were tried to prevent scaling or to remove scaling from the wellbores. The mechanical reaming appeared as the most economical method. Using mud or water as circulation fluid at mechanical reaming caused formation damage in the reservoir. To eliminate this problem, the wells were reamed while the well was flowing by using Rotating Control Head Preventer (RCHP).

1. GERİŞ

Kızıldere Jeotermal Sahası Denizli-Sarayköy ilçesine 12 km. mesafede yer almaktadır (Şekil 1). Sahada kurulmuş olan jeotermal santral ülkemizin ilk ve tek jeotermal santraldır. Kurulu gücü 17.5 Mwe'dir. Saha 195-212  C sıcaklığa sahip su yoğunluklu bir sahadır. Sahada ilk sondaj çalışmaları 1969 yılında başlatılmıştır. 1984 yılında o ana kadar açılmış kuyuların 6'sından yararlanarak enerji üretimine başlanılmıştır. Kuyulardan yeterli buhar elde edilemediği ve kabuklaşma sorununa sağlıklı bir çözüm bulunamadığı için ilk yıllarda d şuk verimle çalışan santral, 1985-86 yıllarında açılan 3 ilave kuyunun katkısıyla yılda 40-50 milyon kWh üretim değerine ulaşabilmifitir. Günümüzde ise kabuklaşma sorununun çözümlenmesi ile 8 üretim kuyusundan (Şekil

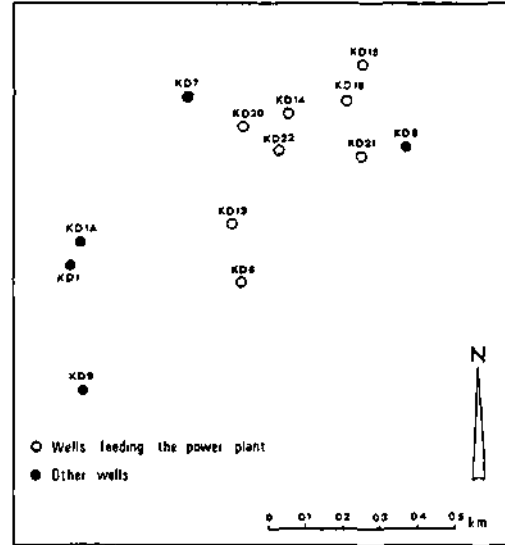


Şekil 1. Kızıldere Jeotermal Sahası Lokasyon Haritası

2) buhar olarak 80 milyon kWh üretim yapabilmektedir. Tablo 1 'de santralin yıllık enerji üretim değerleri verilmiştir.

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda karşılaşılan en önemli sorun; üretim kuyularında ve yüzey hatlarında meydana gelen kalsit birikimi sonucu üretim azalmasıdır. Üretimde devamlılığın sağlanması için kabuklaşmanın önlenmesi veya yüzey hatlarının ve kuyuların periyodik olarak temizlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, kalsit birikiminin önlenmesi veya giderilmesi için bugüne kadar yapılan çalışmalar kısaca tanıtılacak ve halen sahada uygulanmakta olan üretim halinde kuyu temizliği yönteminin temel ilkeleri ve sonuçları aktarılmaya çalışılacaktır.



Şekil 2. Üretim ve Gözlem Kuyuları

Tablo 1 : Kızıldere Jeotermal Santralının Yıllık Enerji Üretim Değerleri

YEL	ÜRETİM (kWh)	ÇALIŞMA SAATİ	ORT. ÜRETİM (MWh)
1984	22.169.400	3655.5	6.065
1985	5.950.300	1344.5	4.426
1986	43.539.300	7320.5	5.948
1987	57.874.900	8424.0	6.870
1988	68.396.300	6367.5	10.741
1989	62.645.400	7595.5	8.248
1990	80.112.200	8114.5	9.873
1991	81.307.400	7951.0	10.226
1992	69.598.800	7097.0	9.807
1993	77.596.800	7909.0	9.811
1994	79.110.500	7091.0	11.156
1995	85.993.100	8118	10.590

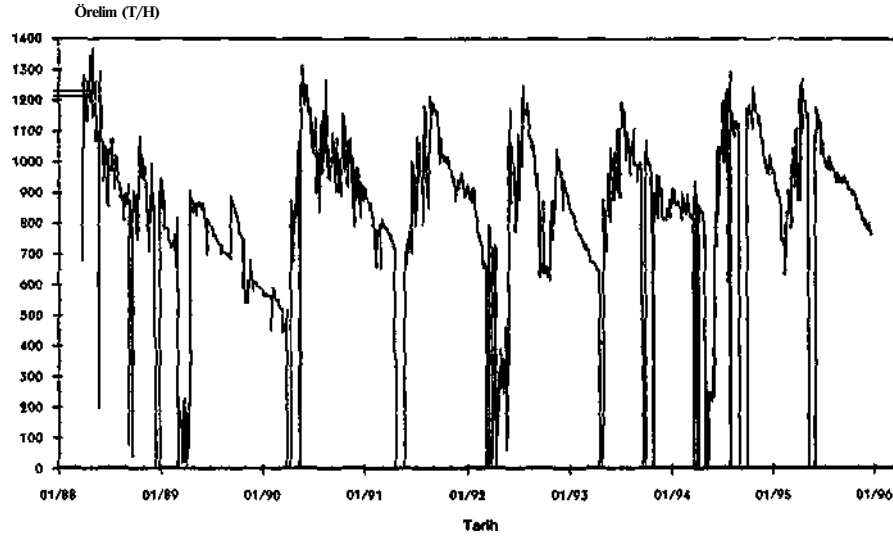
2. KABUKLAŞMA VE ÜRETİME ETKİSİ

Kızıldere Sahası 'nda jeotermal akışkan, ağırlıkça % 1-1.5 oranında (buhar içerisinde) CO₂ içermektedir (Şimşek, 1985). Akışkanın kuyu içerisinde yükselmesiyle birlikte basıncı düşümü meydana gelmekte ve akışkan içerisindeki CO₂ açığa çıkmaktadır. Flushing Point olarak adlandırdığımız bu noktadan itibaren (450-500 m.ler) CaCO₃ çökmesi başlamaktadır. Üretim borusunun cidarında biriken CaCO₃, boru çapında daralmaya ve dolayısıyla üretimin azalmasına neden olmaktadır. Şekil 3, sahanın 1988-1995 yıllarındaki günlük üretim değerlerini göstermektedir.

Grafikte yaklaşık bir yıllık periyotlar halinde izlenebilen çevrimler görülmektedir. Temizlik

sonrasında 1200 t/h değerine ulaşan üretim, zamanla düşmeye başlamakta ve bir yıl içerisinde 650-700 t/h değerine düşmektedir.

Aslında üretim düşüşü grafikte görüldüğü gibi biraz daha hızlı gerçekleşmektedir. Bunun nedeni de kuyubaşı basınçlarında yapılan ayarlamadır. Temizlik sonrasında kuyuların üretim kapasitesi 1400 t/h kapasitesine kadar çıkmakta, ancak, kuyubaşı basıncı yüksek tutularak üretim 1200 t/h değerinde tutulmaktadır. Üretimin çok düştüğü durumda ise kuyubaşı basınçları düşürülerek (vana açılarak) üretim artırılmaktadır.



Şekil 3.Kızıldere Jeotermal Sahasının Günlük Jeotermal Akışkan Üretimi (ton/saat)

3. UYGULANAN TEMİZLİK YÖNTEMLERİ

Üretim azalmasına yol açan kabuklaşmanın önlenmesi amacıyla bugüne kadar çeşitli yöntemler denenmiştir. Kuyular mekanik olarak sondaj makinası ile temizlenmiş, asit enjeksiyonu yapılmış ve bazı kuyularda da inhibitor enjeksiyonu yapılmıştır.

3.1. İnhibitör Enjeksiyonu

1987 yılında kuyulardaki kabuklaşmayı önlemek için inhibitor kullanıma olanakların araştırmak amacıyla bir dizi test yapılmıştır. Bu testler sonucunda Sequion 40 Na 30 ve Dequest 2060 inhibitörlerinin kimyasal olarak olumlu sonuç verdiği, yani kabuk oluşumunu önlediği belirlenmiştir. Ancak uygulama esnasında bazı fiziksel sorunlarla karşılaşmıştır. Üretimin yüksek olduğu kuyularda kuyu içi vibrasyon nedeniyle inhibitor borularında kopma

gözlenmiştir. Bu nedenle inhibitor enjeksiyonu sadece üretim değeri düşük olan KD 6 kuyusunda iki yıl süreyle herhangi bir problemle karşılaşmadan uygulanabilmektedir. Diğer kuyularda ise deneme başarısız olmuştur.

3.2. Asitleme

Mekanik temizliğin yanısıra rezervuarda kirlenmenin belirlendiği kuyularda 1987 ve 1992 yıllarında olmak üzere iki kez HCl asit enjeksiyonu ile kuyu temizliği yapılmıştır. 1987'de rezervuarda oluşan ve mekanik temizlikle giderilmesi mümkün olmayan kalsit birikimini temizlemek amacıyla 6 kuyuya asitleme yapılmış ve üretimde büyük oranda artış sağlanmıştır. 1992 yılında da rezervuardaki kirlenme nedeniyle üretim seviyeleri düştüğü belirlenen 5 kuyu tekrar asitlenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Özellikle KD 15 kuyusu asitleme sonrasında sahanın en iyi kuyularından biri haline gelmiş ve bu performansım bugüne

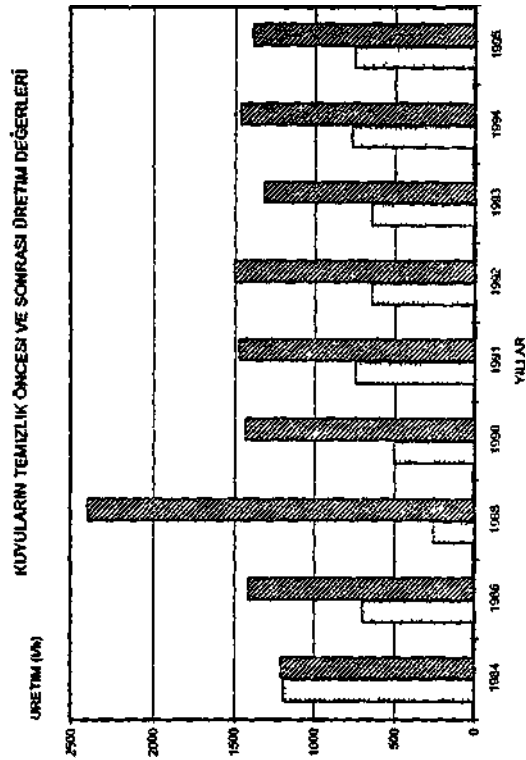
kadar sürdürmüştür. Asitleme işleminde bir kuyu için 40 ton % 28'lik HCl kullanılmaktadır.

3.3. Mekanik Temizlik

Kuyular üretime açıldıkları tarihten buyana zaman zaman mekanik olarak temizlenmektedir. Ancak işletme öncesinde ve ilk zamanlarda düzensiz olarak yapılan bu işlem 1990 yılından beri yılda bir kez olmak üzere periyodik olarak yapılmaktadır. Bu süreç içerisinde de kuyulara mekanik temizleme yönteminde gelişmeler sağlanmıştır. Başlangıçta temizlik esnasında normal sondaj teknikleri kullanılmış ve sondaj sıvısı olarak normal bentonit çamuru kullanılmıştır. Bentonit çamuru, kesilen kırıntıların yüzeye çıkmasında önemli rol oynamasına karşın kuyu cidarında oluşturduğu kek nedeniyle kuyuda kirliliğe yol açmaktadır. Üretimde yeterince artış sağlanamaması, kuyularda hesaplanan yüksek + S (skin effect) ve düşük PI (Prodaktivite Endeksi) değerleri bu kirlenmeyi işaret etmektedir. Bu sakıncayı gidermek amacıyla 1987-88 yılında yapılan temizlik işleminde sondaj sıvısı olarak normal bentonit çamuru yerine su kullanılmıştır. Böylece çamurdan kaynaklanan olumsuzluklar giderilmiştir. Ancak su ile temizlik esnasında iki ayrı problemle karşılaşmıştır. Birinci problem; kesilen kırıntıların kuyu içinde, kuyu çapının daraldığı bir noktada köprü yaparak kuyunun alt kısımlarının su ile soğutulmasını engellemesi ve köprü kesildiği anda kuyunun ani geliş yapmasıdır, ikinci problem ise kuyunun köprü yapmadığı durumda, suyun kaldırma gücünün yetersizliği nedeniyle kesilen kırıntıların kuyu tabanına ve üretim çatlaklarına giderek kuyuda kirlenmeye ve dolayısıyla üretim azalmasına yol açmasıdır.

Gerek çamurla gerekse su ile yapılan temizlikten kaynaklanan bu sorunları gidermek amacıyla RCHP (Rotating Control Head Preventer) ile üretim halinde temizlik yöntemi 1990 yılında deneme amacıyla KD 7 nolu kuyuda ilk kez kullanılmış ve sağlanan başarı üzerine 1991 yılından itibaren bu yöntem tüm kuyularda kullanılmaya başlanmıştır.

Tablo 2 ve Şekil 4'de sahada bugüne dek yapılan temizlik çalışmaları ve sonuçları verilmektedir.



Şekil 4 Kuyuların temizlik öncesi ve sonrası üretim değerleri

Tablo 2 : Kuyularda uygulanan temizlik yöntemleri ve üretime etkileri

YIL	TEMİZLİK YÖNTEMİ	TEMİZLİK ÖNCESİ ÜRETİM (t/h)	TEMİZLİK SONRASI ÜRETİM (t/h)	VERİM (%)	AÇIKLAMA
1984	Çamurla Mekanik Temizlik	1200	1210	-	6 kuyu üretimde
1986	Çamurla Mekanik Temizlik	706	1415	100	6 kuyu üretimde
1987-1988	Suyla Mekanik Temizlik+ Asitleme	264	2405	810	9 kuyu üretimde 7 kuyu asitlendi
1990	Su + RCHP ile Mekanik Temizlik	507	1437	183	Bir kuyu deneme amacıyla RCHP ile temizlendi
1991	RCHP ile Mekanik Temizlik	748	1475	97	9 kuyu RCHP ile temizlendi.
1992	RCHP ile Mekanik Temizlik+ Asitleme	649	1507	132	8 kuyu RCHP ile temizlendi. 5 kuyu asitlendi
1993	RCHP ile Mekanik Temizlik	645	1317	104	8 kuyu RCHP ile temizlendi
1994	RCHP ile Mekanik Temizlik	774	1466	89	8 kuyu RCHP ile temizlendi
1995	RCHP ile Mekanik Temizlik	757	1390	84	8 kuyu RCHP ile temizlendi

4. RCHP İLE ÜRETİM HALİNDE KUYU TEMİZLİĞİ

Temizlik esnasında sirkülasyon sıvısı olarak çamur veya su kullanılmadan kaynaklanan sakıncaları gidermek amacıyla kuyular RCHP kullanılarak üretim halinde iken temizlenmektedir. Bu yöntemde kuyudan üretilen jeotermal akışkan RCHP kullanılarak kuyubaşmdan uzak bir noktaya yönlendirilmekte ve sondaj platformunda emniyetli bir çalışma ortamı sağlanmaktadır.

RCHP 5 ana parçadan oluşmaktadır (Şekil 5).

1. Kelly Bushing

Kelly'nin dönme hareketini RCHP içinde yer alan bilyalı yatak ve Stripper Rubber'a aktarır.

2. Yataklanma Sistemi

RCHP içinde yer alan tüm bilyaları ve sızdırmazlık sistemini içerir.

3. Ana Gövde

Yataklanma sistemi ve Stripper Rubber'ı içine alır. Kuyudan gelen jeotermal akışkanı kuyubaşmdan uzak bir noktaya yönlendiren bir çıkışı ile yataklanma sistemini soğutacak soğuk su için bir girişi vardır. Lastik ve sızdırmazlık sistemini jeotermal akışkandan ve akışkan içerisindeki kırıntılardan korumak amacıyla orijinal dizaynda değişiklik yapılarak çıkış

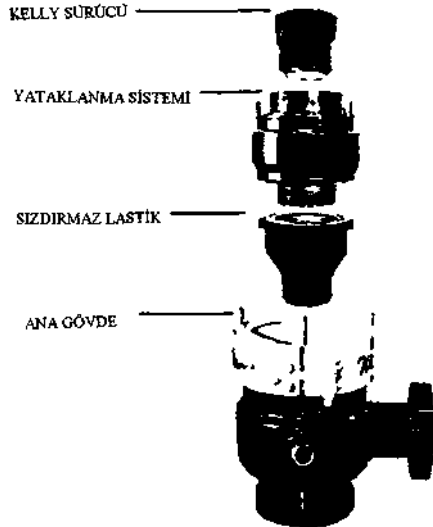
kapatılmış ve RCHP ile BOP arasında yer alan adaptörden çıkış sağlanmıştır (Şekil 6).

4. Stripper Rubber

Yataklanma sistemine viralanan, yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı, yüksek esneme yeteneği olan özel yapım bir lastiktir. Sondaj ve manevra esnasında takım dizisi lastiğin içinden geçer ve lastiğin sağladığı sızdırmazlık nedeniyle jeotermal akışkanın sondaj platformuna gelmesini engeller.

5. Yağlama Sistemi

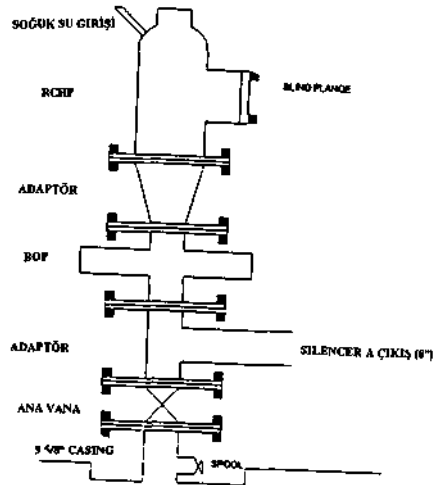
Yataklanma sisteminin sabit basınç altında yağlanmasını sağlayan sistemdir.



Şekil 5 : Rotating Control Head Preventer

Bu sistemde kuyunun ilk metreleri köpükle temizlenmekte ve kuyu üretime geçtikten sonra kuyu üretim halinde iken sondaj makinası ile temizlenmekte, jeotermal akışkan kuyubaşından uzaklaştırılarak bir silencer'a gönderilmektedir.

Kesilen kırıntılar üretilen jeotermal akışkan ile birlikte yüzeye taşınmaktadır. Böylece çamur ve su ile temizlenen kuyularda karşılaşılan en önemli problem olan rezervuarın ve kuyu cidarının kirlenmesi önlenmektedir. Ayrıca rezervuardaki kirliliği, gidermek amacıyla yapılan asitleme işleminin periyodu uzatılmaktadır. Temizlik esnasında kuyubaşı basıncı kuyuya göre değişmekle beraber 7-15 bar, üretim debisi ise 30-70 t/h olarak gerçekleştirilmektedir. Üretim seviyesinin altında kalan kesimde biriken kırıntılar ise kuyu üretim halinde iken takım içerisinde su vererek temizlenmektedir.



Şekil 6: RCHP kullanıldığında kuyubaşı dizaynı

4.1. Köpükle Temizlik

Kuyuların yüksek kuyubaşı basıncına sahip olmaları nedeniyle üretim halinde iken temizlik, kuyunun ilk metrelerinde uygulanamamaktadır. Bu nedenle temizliğe başlamadan önce kuyu

soğuk su ile öldürülmektedir. Bu metrelerde kesilen kalsitin kuyu tabanına gitmesini önlemek için temizlik esnasında köpük kullanılmaktadır. Köpük temizlikte, kuyu içinde su seviyesine kadar olan bölüm köpük ile doldurulmakta ve köpük sirkülasyonu sağlanmaktadır. Böylece kesilen kırıntılar köpükle birlikte yüzeye kadar taşınmaktadır. Köpük, havayla birlikte kuyuya verildiğinden takım dizisi su seviyesine ulaştığı zaman kuyuya bir anlamda kompresör ile üretim yaptırılmış olduğundan kuyu üretime geçmektedir. Bu durumda üretim halinde temizliğe devam edilmektedir.

4.2. Taban Temizliği

Kuyu tabanında, ana üretim seviyesinin altında, kuyucu yıkıntılar nedeniyle malzeme birikimi oluşmaktadır. Üretim halinde temizliğin uygulanmadığı yıllarda bu birikim, kesilen kırıntıların da tabana gitmesi nedeniyle büyük boyutlara ulaşırken artık az miktarda bir malzeme birikimi oluşmaktadır. Bu birikim ana üretim seviyesinin altında, tali çatlaklardan da üretim yapan kuyularda üretim miktarını olumsuz olarak etkilemektedir. Bu sakıncayı gidermek ve kuyulardan maksimum verimi elde etmek amacıyla bu seviyelere gelindiğinde kuyu üretim halinde iken takım içerisinde su vererek tabandaki birikintiler üretim seviyesine kadar kaldırılmakta ve buradan itibaren de jeotermal akışkan ile birlikte yüzeye alınmaktadır.

5. MEKANİK TEMİZLİK VE İNHİBİTÖRÜN MALİYETE ETKİSİ

Mekanik temizlik yılda bir kez yapılmakta ve maliyeti 100.000 \$ civarında olmaktadır. Santralin toplam maliyeti içerisinde % 8 pay almaktadır. Bu maliyete yıl boyunca yapılan testlerin maliyeti dahil edilmiş, asitleme maliyeti ise hariç tutulmuştur. Asitlemenin maliyete etkisi % 5 civarında olup, tüm kuyuların 5 yılda bir asitleneceği varsayılırsa yıllık maliyete etkisi % 1 olacaktır.

8 kuyuda inhibitör uygulandığı ve yıllık jeotermal akışkan miktarının ortalama 6,5 milyon ton olduğu gözönüne alınırsa, 15 ppm inhibitör enjeksiyonu durumunda (inhibitör testleri sonucunda belirlenen optimum debi) 100 ton/yıl inhibitör gerekecektir. Bu durumda inhibitör maliyeti (Allegrini vd., 1989):

Inhibitör	180.000\$
Malzeme amortismanı	45.800 \$
Yedek parça gideri	10.400 \$
işçilik (6 kişi)	100.000 \$
Yıllık toplam maliyet	336.200 \$

Yukarıdaki rakamlardan görüleceği gibi sadece inhibitör maliyeti bile mekanik temizlik toplam maliyetinin yaklaşık iki katı olmaktadır.

Inhibitör enjeksiyonu kabuklaşmayı tam olarak önlemediğinden mekanik temizlik daha uzun zaman diliminde de olsa yine gerekecektir. Rezervuarda oluşacak kirlenmenin giderilmesi için asitleme de yine gerekecektir.

6. SONUÇ

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda jeotermal akışkanın kimyasal yapısı nedeniyle üretim kuyuları içerisinde CaCO_3 çökmesi olmakta ve kuyu çapındaki daralmaya bağlı olarak üretim azalmaktadır. Bu sorunun çözümü için mekanik temizlik, asitleme (HCl) ve inhibitor enjeksiyonu gibi yöntemler denenmiş ve sonuçta maliyetinin düşüklüğü ve uygulanabilirliği gibi nedenlerle mekanik temizliğinin en uygun yöntem olduğu belirlenmiştir. Mekanik temizlik esnasında kesilen CaCO_3 kırıntılarının rezervuara giderek kirliliğe yol açmasını önlemek için (RCHP) Rotating Control Head Preventer kullanılarak kuyular üretim halinde iken temizlenmektedir. Bu sistem yıllardır başarıyla uygulanmakta ve inhibitor enjeksiyonuna oranla çok daha düşük bir maliyetle gerçekleştirilmektedir. Kesilen kırıntıların tabana ve rezervuara gitmesi önlemediğinden rezervuara kirlenmesi söz konusu olmamaktadır. Düzenli olarak mekanik temizliğin uygulandığı santralde enerji üretimi 1990 yılından beri yıllık 70-80 milyon kWh seviyesinde gerçekleşmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Aksoy, N., Durak, S., Erkan, B. 1991 Kızıldere Jeotermal Sahası Temizlik ve Test Raporu, MTA Sondaj Dairesi Raporu, ANKARA (Yayınlanmamış)
- Aksoy, N., Durak, S., Erkan, B. 1992 Kızıldere Jeotermal Sahası Temizlik ve Test Raporu, MTA Sondaj Dairesi Raporu, ANKARA (Yayınlanmamış)
- Aksoy, N., Durak, S., Erkan, B. 1993 Kızıldere Jeotermal Sahası Temizlik ve Test Raporu, MTA Sondaj Dairesi Raporu, ANKARA (Yayınlanmamış)
- Allegrini, G., Barelli, A., Güven, Y., Özkaya, M. 1989. Results of the Italo-Turkish Cooperation in Reservoir Engineering at Kızıldere, Turkey. Seminar on New Developments in Geothermal Energy. Ankara, Turkey. United Nations Economic Commission for Europe.
- Durak, S., Erkan, B. 1994 Kızıldere Jeotermal Sahası Temizlik ve Test Raporu, MTA Sondaj Dairesi Raporu, ANKARA (Yayınlanmamış)
- Şimşek, Ş. 1985. Geothermal Model of Denizli, Sarayköy-Buldan Area. Geothermics, Vol. 14, No, 2/3, pp. 393-417.
- Tan, E. 1985. Reservoir Characteristic of the Kızıldere Geothermal Field. Geothermics, Vol. 14, No, 2/3, pp. 419-428.

