

jeotermal kaynaklar tükenebilir de!

dikili kaynarca örneği

Tahir ÖNGÜR
Jeoloji Y. Mühendisi

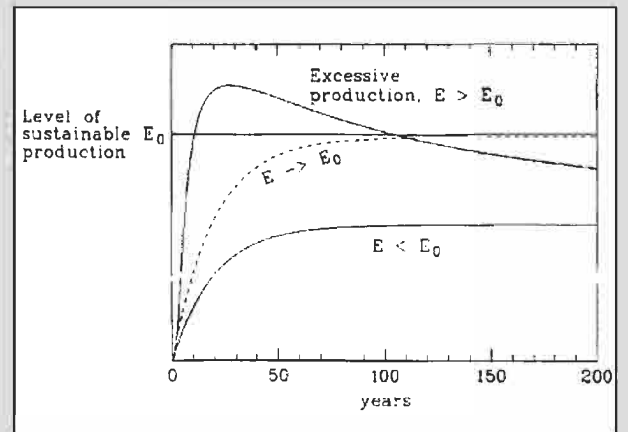
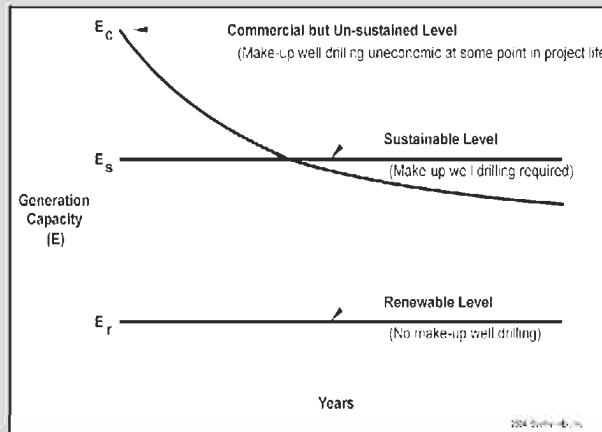
Ülkemizde, hele kent ısıtmasında kullanılan sahalarda bunun oldukça ilerlemiş belirtileri görülüyor. Sahalann kapasitelerini aşan tesis izinleri veriliyor. Nerede ise kullanıma alınan bütün sahalarda rezervuar basınçları düşüyor, kaynaklar tükeniyor. Yanlış yerlerde açılan geri basma kuyuları rezervuar sıcaklıklarını düşürmeye başladı. Atık suların çevredeki çaylara boşaltıldığı sistemler var. Kızıldere'deki tek jeotermal enerji santralimizden artan atık akışkan nerede ise 40 yıldır Menderes Nehrine boşaltılıyor. Ağrı Diyar'da Özel İdare'nin aklı çelinip kurulan Jeotermal sistemin içindeki sıvı CO2 fabrikası pazarı olmadığı için çalıştırılmadı; şimdi, sökülüp batıya taşınıyor. Van, Erciş'teki sıcak sularla kent ısıtılacak umuduna kapılan yerel yönetimin alıp sahaya yaydığı 20 km özel boru, yapılan sondajda istenen miktarda akışkan sağlanmadığı için ortada kaldı. Bursa'nın zaten doğal gazla ısınan semtlerinde binlerce konutun jeotermal kaynakla ısıtılacağı umudu, Belediye'yi de etkileyip tüm karşı çıkışlara karşın sondaj yapılırca binlerce yıllık doğal ve kültürel mirasımız olan Kükürtlü ve Kocamustafa Kaplıcaları'nın suyu kesildi. Emet, Haruniye, vb belediyeler yarım kalan yatırımlarını tamamlayacak girişimcileri anıyor.

"Yenilenebilirlik" doğal kaynakların tüketildiği ölçüde kendini yenileyebiliyor olmasını anlatmak için kullanılan bir terim. Özellikle enerji kaynakları için çok kullanılıyor.

Sistem, insan uygarlığı ile kıyaslandığında (5.000 yıl ile 1.000.000 yıl arasında değişebildiği öngörülen) sonsuz sayılabilecek denli uzun olan ömrü boyunca aldığı kadar ısıyı ve akışkanı dışa vererek kendini yenileyebilmektedir. Jeotermal kaynakların üretilip kullanılmasında sistemdeki akışkana yüklü olan ısı çekilip kullanılmaktadır. Bu ısı çekimi sistemi besleyenden çok olmadığı sürece bu kaynak yenilenebilir kalacaktır (Stefansson, 2002).

Jeotermal kaynakların sürdürülebilir üretimi, Rybach(2005)'a göre üretim düzeyinin çok uzun bir süre korunabileceği bir üretim tarzı anlamı taşıyor. Sanyal(2005)'a göre sürdürülebilirlik kurulu kapasiteyi tesisin amorti süresinde ekonomik olarak üretimde tutma yetisi; yenilenebilirlik ise bu kapasiteyi kaynağı tüketmeden sonsuza kadar sürdürebilmek anlamına geliyor.

Evrensel bir ilke olarak "Sürdürülebilirlik", jeotermal kaynakların işletilmesinde "Yenilenebilirlik" özelliğinin sürdürülebilir olmasını gerektiriyor ve kaynağın değil, onu işletenlerin davranışını tanımlayan bir terim. Cataldi(2001)'ye göre jeotermal sürdürülebilir bir enerji kaynağı olmakla birlikte, ancak çok elverişli bazı durumlarda yenilenebilir davranabilmektedir.



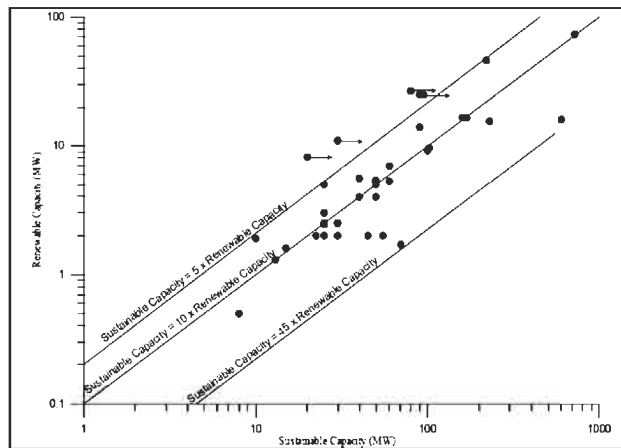
Sürdürülebilir ve Aşırı Üretim Tarzları

Stefansson and Axelsson(2005) jeotermal kaynaklarda aşırı üretimin önce tesis kurulurken; sonra da, işletme sırasında durmadan yeni kuyular açılması gerektireceği için aşırı yatırıma neden olacağını ve işletmecinin eninde sonunda üretim düzeyini sürdürülebilir düzeye geri çekmek zorunda kalacağını anımsatıyor.

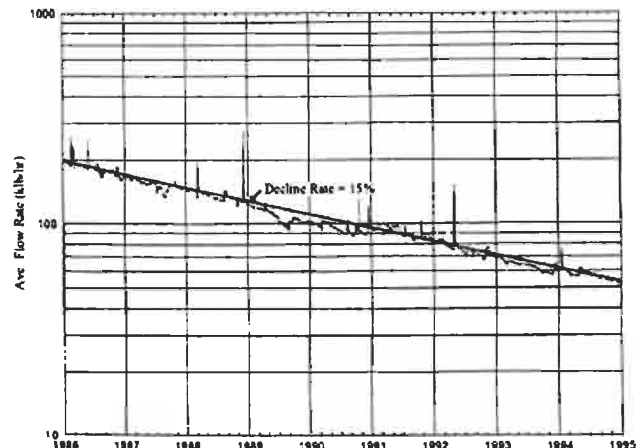
Ne yazık ki, jeotermal kaynakların çağdaş ve ticari işletilmesinin örneklendiği son birkaç on yıllık dönem yenilenebilirlik sınırlarının kaba biçimde aşıldığı uygulamalarla dolu. Çoğu durumda jeotermal rezervuarın beslenebildiğinden fazla ısı ve akışkan çekiliyor sistemden. Bunun sonucunda bir ısı/akışkan eksikliği ortaya çıkıyor. Çoğu durumda yan kayada yeterli ısı kalmış da olsa, önce akışkan yetersizliği yaşanıyor. Bu yüzden çoğu durumda soğuk artık akışkanın sisteme geri basılması (reenjeksiyon) uygulamaları yapılıyor olsa da, bu uygulamalarda yapılan yanlışlıklar ve zorlamalar da sistemde ısı eksikliği ortaya çıkana kadar sistemi zorluyor. Sistemin basınç ve sıcaklık koşulları geriliyor.

Bu tür gelişmeler için en tipik örnek ABD Kaliforniya'daki The Geysers sahası. Bu saha buhar egemen bir sistem. İlk olarak 1958 yılında Kuzey Kaliforniya kamu kuruluşu olan PG&E firması MagmaThermal Ortak Girişimi'nden elektrik satın alma anlaşması yapıyor. İlk üretim 1960'da başlıyor. Yıllar geçtikçe başarılı kuyular ve yeni santraller yapılmış. Pazar koşullarına bağlı olarak buhar fiyatları artıp eksilmiş, kuyu derinlikleri arttırılmış, sahanın kuzey üçte birinde açılan kuyulardan çekilen buharla birlikte korozif özellikli HCL ve H₂S gibi yoğunlaşmayan gazlar da gelmeye başlamış. Yetmemiş, The Geysers'te öngörülenden daha hızlı buhar üretimi ve basınç düşümleri oluşmuş. 1991'de anlaşıldı ki, 1980'lerde sahada gerçekleştirilen aşırı üretim rezervuar basınçlarının başlangıçtaki 500 psi'lik düzeyden 200 psi'a düşmesine neden olmuş. Buharın azalışı üretimin de düşmesini sonuçlamış. 1991'de 2.093 MW'lık kurulu elektrik üretimi kapasitesi varken üretim ancak 1326 MW olabilmış. 1997 Mayıs'ında, üretim 824 MW'a kadar düşmüş. 1997'den başlayarak işlenmiş atık su rezervuara geri basılmaya başlandıktan sonra 1999'da üretim ancak 1.000 MW'a yükselebilmiş.

Bu süreci anlatan Hodgson (2000), 2000 yılında sahanın ve bütün kuyuların Calpine Şirketi tarafından devralındığını ve artık sahanın tek elden daha iyi yönetilebileceğini söylüyordu.



Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Kapasitelerin Kıyaslanması



The Geysers'te Üretim Düşüşü

Dünyada başka bir dizi örnek daha var. Cerro-Prieto Jeotermal Sahası'nın şu anki kurulu gücü 620 MWe. Geçmişte yapılan 25 yıllık üretim sonucu sığ rezervuar basıncı 1 bar/yıl hızla düşmektedir. Sıcaklık ise 25 yılda 250C düşmüştür. Derin rezervuardan daha çok üretim yapıldığı için soğuk akiferlerden gelen sular orada daha ciddi sıcaklık düşümü yaratmışlardır. Cerro-Prieto sahasının kurulu gücünü sürdürülebilir tutabilmek ve azalımı telafi edebilmek için her yıl 1000 t/st debide buhar üretecek kuyuların delinmesi gerekmektedir.

Wairakei Jeotermal Sahası'nda kurulu güç 165 MWe ve bu sahadan, ortalama 140 MWe güç üretilmekte. Geçmiş 40 yıl içinde rezervuar sıcaklığı 260°C'den 230°C'ye sıvı zondaki basınç 50 bar'dan 25 bar'a inmiş. Üretilen akışkanın %30'unun 1970 yılından başlanarak geri basılması, basınç düşümünü azaltmış. Kosta Rika'daki Miravalles Sahası'nda 150 MWe kurulu güç var Sahadan 7 yılda 215x106 ton akışkan üretilmiş. İlk aşamada kurulan 55+ 15 MWe'lik ünitenin çalışması sırasında rezervuarda basınç düşümü 1.5 bar/yıl iken, bu güç 120 MWe'a çıktığında basınç düşümü 2.1 bar/yıla ve en son 9 ay boyunca 150 MWe üretim yapılırken de 2.7 bar/yıl'a yükselmiş ve bu sahada gerileme çok hızlı gerçekleşmiş El Salvador'daki Ahuacahapan Jeotermal Sahası'nda ilk 35 MWe'lik ünite 1976 yılında üretime başlamış. Bundan üç yıl sonra çalışmaya başlayan ikinci 35 MWe'lik ünitenin arkasından "double flash" üçüncü 30 MWe'lik ünite devreye alınmış. Ancak bir müddet sonra, saha bu üç üniteyi besleyememiş ve sürdürülebilir üretim 45 MWe sınırında kalmış.

Nikaragua'daki Momotombo Jeotermal Sahası'nda toplam kurulu gücü 75 MWe olan iki santral ile üretime 1983 yılında

başlanmış. Yaklaşık 10 yıl sonunda üretim 40 MWe'a düşmüş Daha sonraki 7 yılda üretim 7 MWe'a kadar düşmüş. Yapılan kuyu tamamlama işlemleriyle üretim 30 MWe düzeyine ancak yeni çıkarılmış. Bu sahanın üretiminin işletme sorunları nedeniyle çok düşmesine rağmen, sürdürülebilir kapasitesinin kurulu güç kadar olmadığı kesindir.

Ne yazık ki kısa jeotermal işletmecilik geçmişine karşın ülkemiz bilinçsiz ve denetimsiz üretim uygulamaları sonucu jeotermal kaynaklarının tükenme sürecine sokulmasının zengin(!) örnekleriyle dolu.

Örneğin Gönen'de 16-17 yıldır artırıla artırıla 2500 konutun jeotermal kaynakla ısıtılma sürecinde basınçların 6 bar ve sıcaklıkların 10-15°C düştüğü, rezervuardaki statik su düzeylerinin 60 m'ye indiği gözlenmiş (Serpen ve Aksoy, 2004).

Sıcaklık 6°C düşünce yeraltından çekilen akışkan miktarını %30 arttırmak gerekmiş. Bu rezervuara soğuk su girmesini artırırken sıcaklık düşümünü hızlandırmış. Geri basma uygulamasında yapılan yanlışlar da soğumaya katkıda bulunmuş. Sıkışıldıkça daracık alanda yeni kuyular açılmış ve kuyu sayısı 16 yılda 16'ya erişmiş.

Balçova bir başka örnek 1996'dan beri Balçova'da 1,6 milyon m2 konut ısıtılıyor. Sahada iç içe çok sayıda ve farklı derinliklerde kuyular açılıp üretim ve geri basma yapılmış. Burada da yapılan üretime bağlı olarak su düzeyi ve basınç düşümleri tipik. Buna ek olarak özellikle sığ kuyularda 6-7°C kalıcı soğumalar belirlenmiş durumda (Serpen and Aksoy, 2004)

Yine Serpen(2005)'e göre ülkemizde jeotermal enerjiden elektriğin ilk olarak elde edildiği Kızıldere Jeotermal Sahası'ndan geçen 17 yılda ortalama brüt 10 MWe, net 7.5 MWe güç üretilmiş. Santralin kurulu gücü 17.5 Mwe. Sahada 17 yıl boyunca yaklaşık 10 bar'lık bir basınç düşümü gözlenmiş.

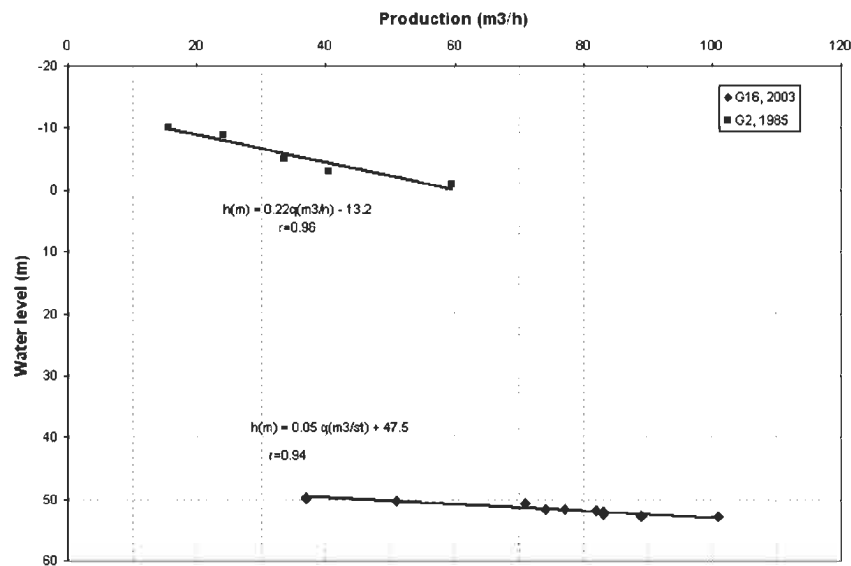
Afyon-Gecek Jeotermal Sahası ise dört bin konutun ısıtılmasında kullanılmakta ve burada son 5 yılda rezervuar basıncının 4.5 bar azaldığı gözlenmiş.

Jeotermal rezervuarlarda yaratılan gerileme ve çöküşün nasıl giderileceği üzerinde yavaş yavaş yaygınlaşan bir tartışma var. Önce kavramsal olarak üretimin durdurulduğu jeotermal rezervuarların nasıl davranabileceği ve kendini onarabilip onaramayacağı üzerinde duruldu.

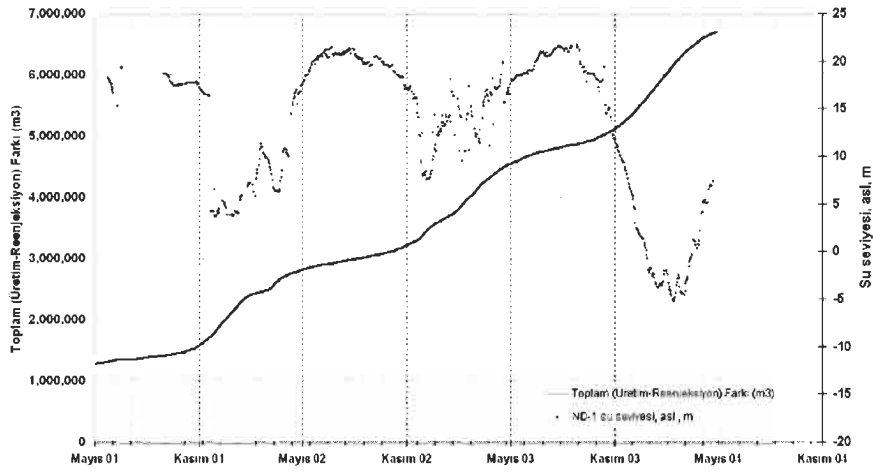
Rybach(2000 ve 2003), sayısal modellemeler kullanarak rezervuar koşullarının kendini onarmasının hızlı başlayıp giderek yavaşlayan teğetsel bir süreçle olduğu ve sahanın ilksel özelliklerinin ancak sonsuz zamanda geri kazanabildiği sonucuna vardı.

Rybach (2003) ilksel koşulların %95'ini geri kazanmanın çok daha kısa bir sürede sağlanabileceğini; örneğin, elektrik üretiminde kullanılan yüksek entalpili rezervuarlarda yerel koşullara bağlı olarak birkaç yüz yıl, mekan ısıtımalarında kullanılan kuyu çiftlerinde 100-200 yıl, tek yapıların ısıtılmasında kullanılan sığ ısı pompası uygulamalarında da kabaca üretimde geçen bir süre kadar zaman alacağını ileri sürmüştü.

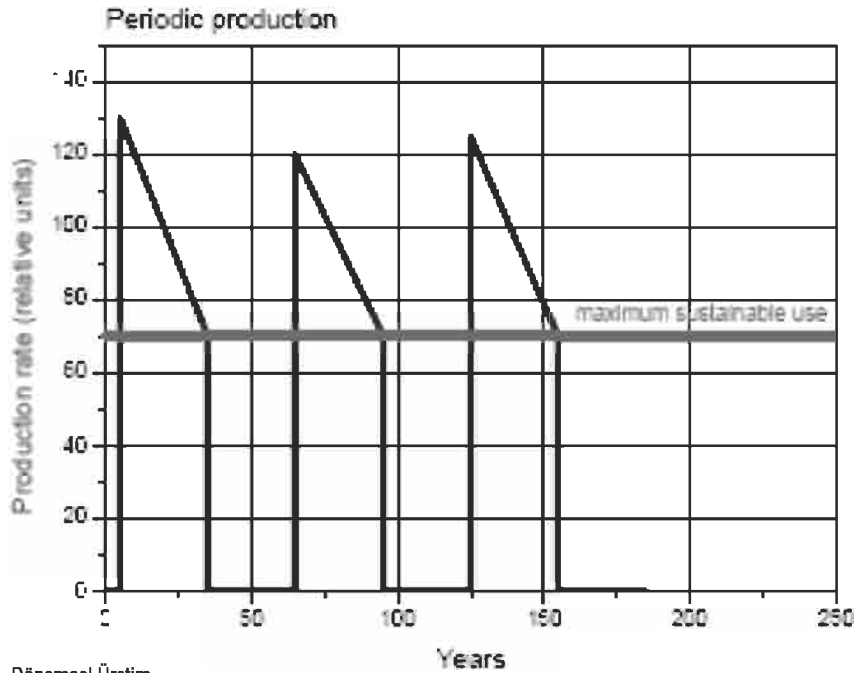
Pritchett(1998) iki fazlı bir jeotermal rezervuardaki basınçların üretime son verildikten 50 yıl sonra %68'inin, 100 yıl sonra %88'inin ve 250 yıl sonra %98'inin; sıcaklığın üretime son verildikten 50 yıl sonra ancak %9'unun, 100 yıl sonra %21'inin ve 250 yıl sonra %77'sinin; buhar oranının üretime son verildikten 100 yıl sonra %5'inin ve 250 yıl sonra %55'inin geri oluştuğunu hesapladı.



Gönen'deki bir kuyuda 18 yıl ara ile yapılan iki teste ilişkin eğriler(Serpen ve Aksoy 2004'ten)



Bir Balçova Kuyusunda üretim-geri basma farkının eklemlik değeri(mavi) ile su düzeylerinin değişimi



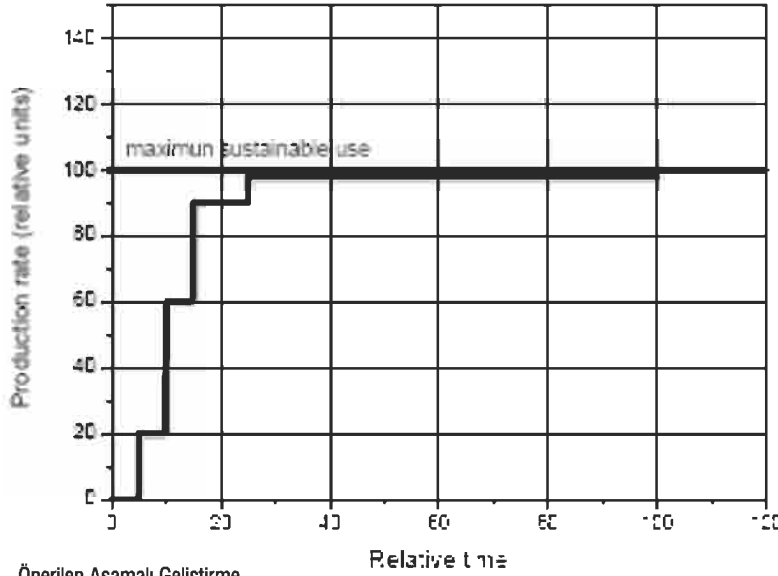
Dönemsel Üretim

Bu durumda sahaların dönemsel olarak bir üretime alınması ve bir dönem üretilmeyip kendini toparlaması ussal bir yol olarak gündeme getirilmektedir. Tartışılan bir başka konu da, rezervuarın zarar göreceği bir aşırı üretimin daha mı kârlı olduğu? Lovekin(2000), rezervuarı zayıflatan, bunun sonucunda çok sayıda yeni kuyu açılmasını gerektiren, tesislerin bir süre sonra düşük kapasite kullanımı ile çalıştırılmasının ekonomik olarak daha fizibil olduğu sonucuna varıyor. Elbette yalnızca yatırımcı ve yatırım açısından!

Oysa Cataldi(2001) ise, gerçek kalkınmanın ancak ekolojik ekonominin izlenmesiyle olanaklı olduğunu anımsatıyor. Wright(2001) aynı irdelemeyi daha ayrıntılı yapıyor. Salt ekonomik bağlamda bile uygun bulmadıkları aşırı üretime karşı Stefansson and Axelsson(2005) sahaların aşamalı bir yaklaşımla geliştirilmesini öneriyor. Yazarlar bu yolla hiçbir aşamada fazla yatırım yapılmamış ve sistemin zarar görmemiş olacağını belirtiyor.

DİKİLİ NASIL BAŞLADI?

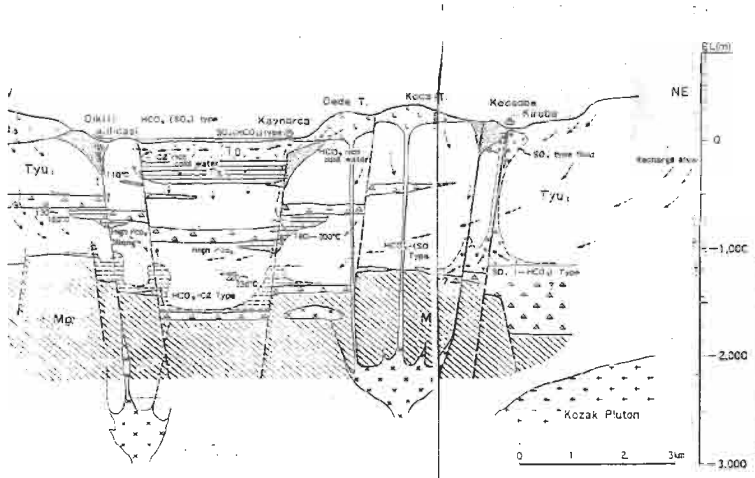
Dikili Kaynarca Jeotermal kaynakları henüz geliştirilmeden kullanılmaya başlandı. Saha MTA ve daha sonra JICA tarafından araştırıldı. Keşif kuyuları yapıldı. Ancak, henüz bir rezervuar modellemesi yokken, gerekli testler yapılmamışken ve sürdürülebilir ve yenilenebilir işletme planları ve bunların uygulama programları tasarlanmamışken, arama amacı ile açılmış olan kuyular tek tek üretime alındı. Rezervuar gereğince tanınmadan başlatıldığı için bu aşamalı bir geliştirme de değil. Rastgele açılmış olan var olan kuyular giderek artan biçimde farklı kullanımlara kiralanıyor. Sahanın ve rezervuarın



Önerilen Aşamalı Geliştirme

bir yönetimi yok. Yetkili ve sorumlu bir mühendis yok. Üretim sürecinin rezervuara ve sisteme olan etkileri izlenmiyor, gözlemlenmiyor ve bu yolla elde edilmesi gereken veriler derlenip işlenmiyor.

Saha giderek The Geysers'te olduğu gibi çok başlı bir yönetim sürecine girdi. İşin kötüsü saha için önerilen kavramsal model (JICA, 1998) oldukça karmaşık ve heterojen bir rezervuar jeolojisinin, akışkan dolaşımının ve P-T koşullarının geçerli olduğunu ortaya koyuyor.



JICA'nın Dikili Kaynarca Jeotermal Sistemi İçin Önerdiği Kavramsal Model

GELECEĞİ GÖRMEK

Bu ortama yapılacak müdahalelerin sistemin neresinde nasıl bir etki yapacağını öngörmek son derece güç. Bu ancak, izlemek, sık sık test etmek ve hazırlanacak sayısal rezervuar modelini durmadan yenilemeyi gerektiriyor. Bu sahanın "Sürdürülebilir Kapasitesi", "Yenilenebilir Kapasitesi"nin olsun olsun birkaç katı mertebesindedir. Bu nedenle, yanlış bir üretim düzeyinin seçilmesi sahanın hızla tükeniş sürecine girmesine ve doğal kaynağın telef edilmesinin yanında yapılan yatırımların da geri dönememesine neden olacaktır.

ŞİMDİ TAM ZAMANI

Bu olumsuz olasılığı önlemek, geri çevirmek için şimdi tam sırası. Sahada yeni hakların dağıtılması hemen durdurulmalıdır. Bugüne değin verilmiş kullanım hakları güvence ve elbette denetim altına alınarak sahanın geliştirilmesi ve işletilmesi tek elde toplanmalıdır. Bu sorumluluk ve yetki MTA'dan alınıp "Dikili Jeotermal" e verilmelidir. Bu dönüşüm, Maden Yasası'nın jeotermal kaynaklarla ilgili ve 1 yıldır uygulaması ertelenen geçici maddesi uygulanarak hemen gerçekleştirilmelidir.

Jeotermal Kaynaklar Yasası, buraya kadar dile getirilen gerçekler ve kaygılar gözetilerek hazırlanıp geciktirilmeden çıkarılması ve Dikili Kaynarca Jeotermal kaynakları çok başlılıktan ve telef olmak tehlikesinden kalıcı biçimde kurtarılmalıdır.