

JEOTERMAL KAYNAKLAR TÜKENEBİLİR DE!

Dikili Kaynarca Jeotermal Sisteminde Sürdürülebilir İşletme!

Tahir ÖNGÜR

Jeoloji Y. Mühendisi

DİKİLİ YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU 12-14 MAYIS

Ülkemizde, hele kent ısıtmasında kullanılan sahalarda bunun oldukça ilerlemiş belirtileri görülüyor. Sahaların 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 aylara boşaltıldığı sistemler var. Kızıldere'deki tek jeotermal enerji santralimizden artan atık akışkan nerede ise 40 yıldır Menderes Nehrine boşaltılıyor. Ağrı Diyadin'de zel İdare'nin akılı elinip kurulan Jeotermal sistemin içindeki sıvı CO2 fabrikası, pazarı olmadığı için çalıştırılmadı; şimdi, sklp 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 sağlanamadığı 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 yapılıncaya binlerce yıllık doğal ve kültürel mirasımız olan Kükürtlü ve Kocamustafa Kaplıcaları'nın suyu kesildi. Emet, Haruniye, vb belediyeler yarım kalan yatırımlarını tamamlayacak girişimcileri arıyor....

DİKİLİ YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU 12-14 MAYIS

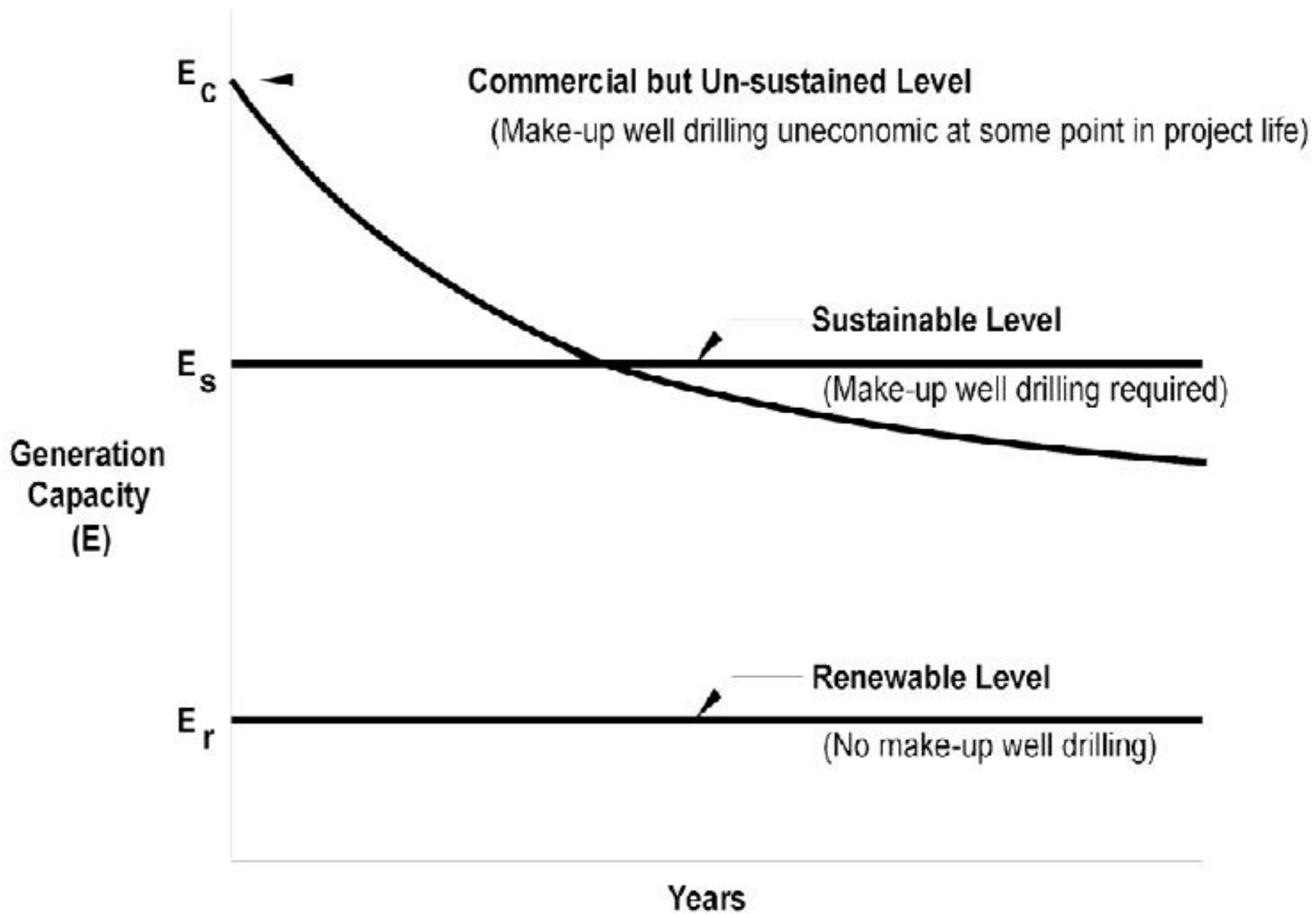
**“Yenilenebilirlik” doğal kaynakların tüketildiği
ölçüde
kendini yenileyebiliyor olmasını anlatmak için
kullanılan bir terim.
Özellikle enerji kaynakları için çok kullanılıyor.**

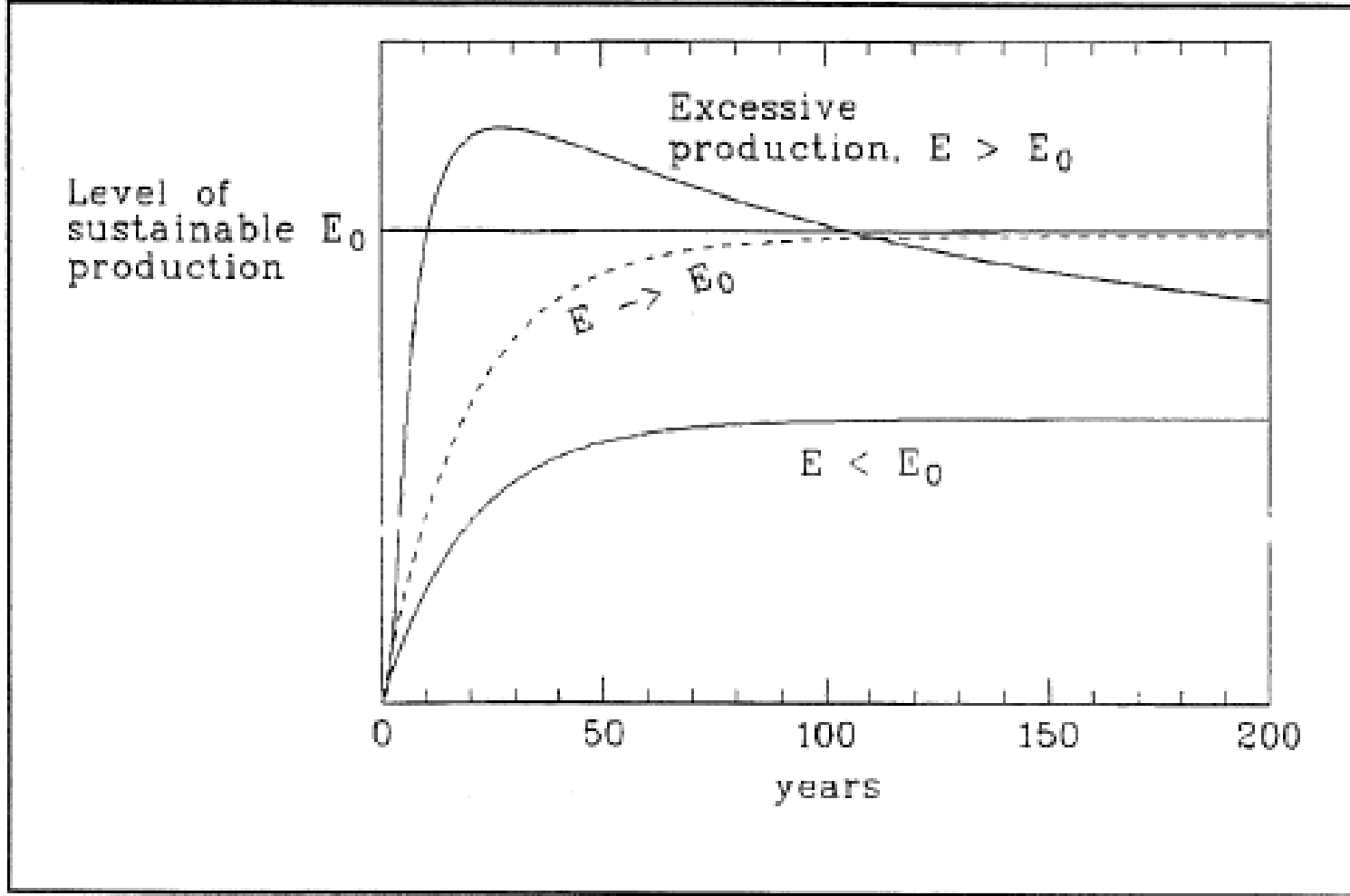
Sistem, insan uygarlığı ile kıyaslandığında (5.000 yıl ile 1.000.000 yıl arasında değişebildiği öngörülen) sonsuz sayılabilecek denli uzun olan ömrü boyunca aldığı kadar ısıyı ve akışkanı dışa vererek kendini yenileyebilmektedir.

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).

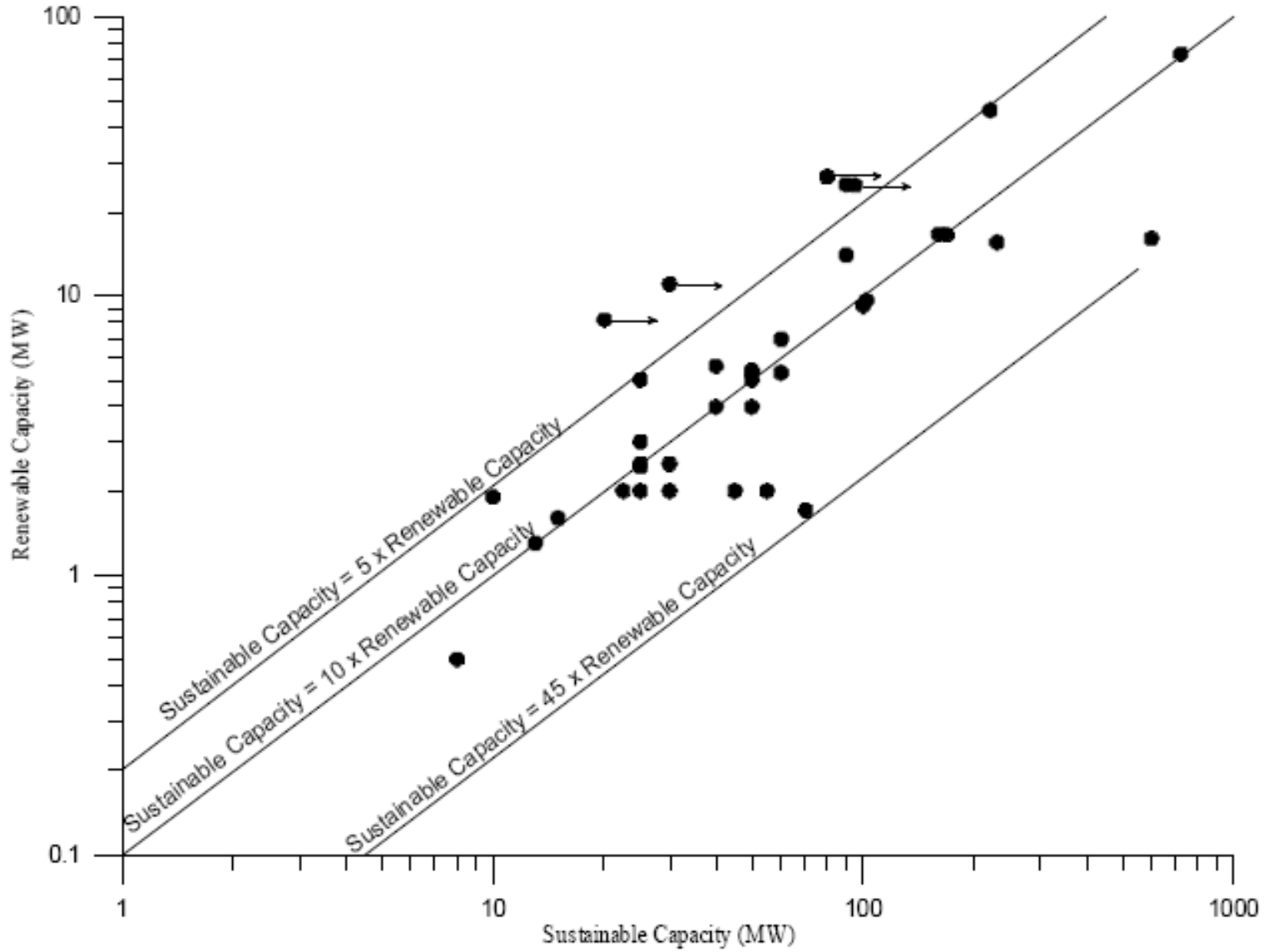
**Jeotermal kaynakların
sürdürülebilir üretimi,
Rybach(2005)'a göre
üretim düzeyinin çok uzun
bir süre
korunabileceği
bir üretim tarzı
anlamı taşıyor.**

**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.**





**Sürdürülebilir ve Aşırı
Üretim Tarzları**



Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Kapasitelerin Kıyaslanması

DİKİLİ YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU 12-14 MAYIS

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.

**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 sınırlarınının 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 ta 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 Magma–Thermal 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 yükselebilmış.

Bu süreci anlatan Hodgson (2000),

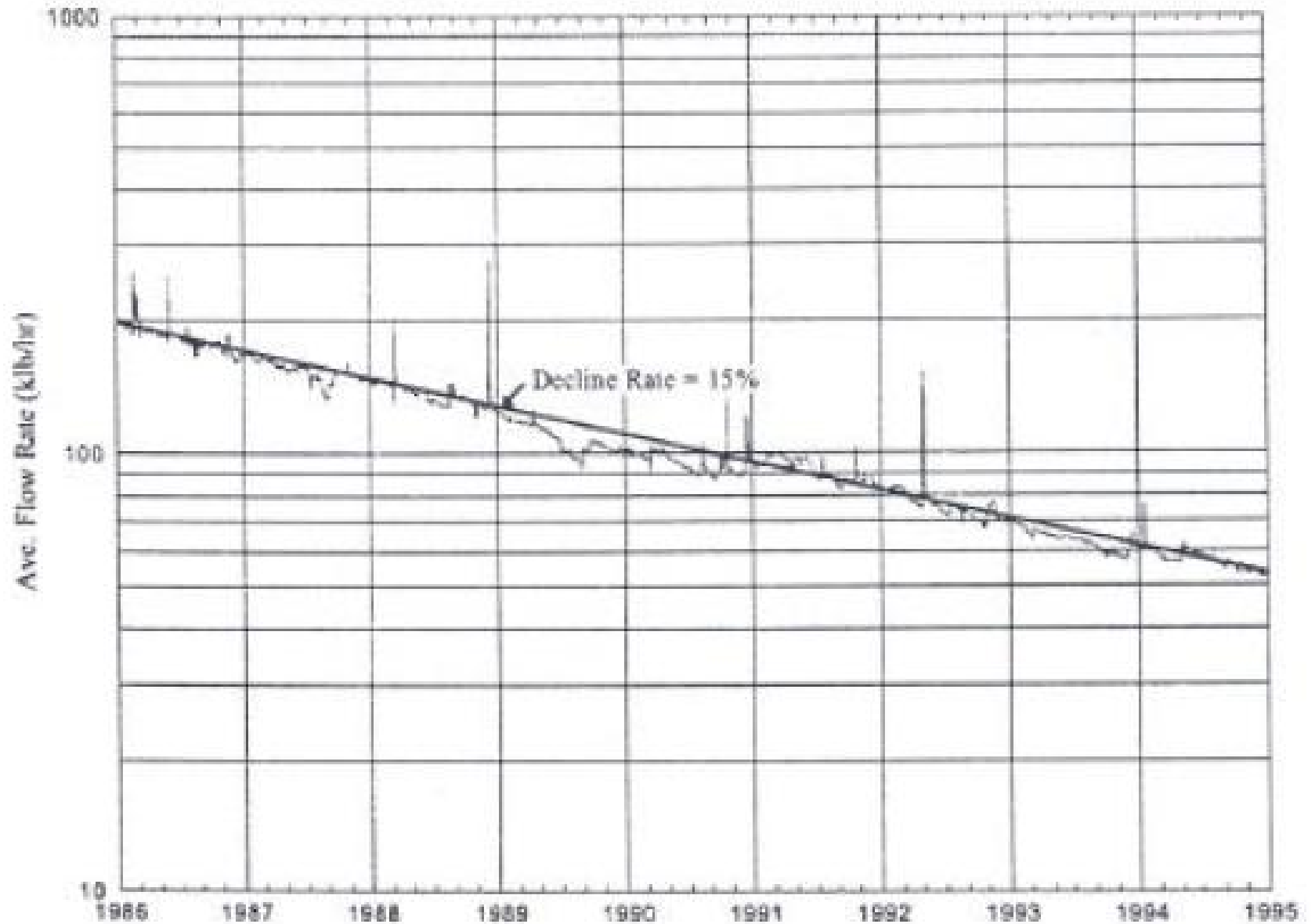
2000 yılında sahanın ve bütün kuyuların

Calpine Şirketi tarafından devralındığını

ve artık sahanın tek elden daha iyi

yönetilebileceğini söylüyordu.

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 25oC düşmüştür. Derin rezervuardan daha çok üretim yapıldığı için soğuk akiferlerden gelen sular orada daha ciddi sıcaklık düşümü yaratmışlardır. Cerro-Prieto sahasının kurulu gücünü sürdürebilir 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**

**Bu sahadan, ortalama 140 MWe güç
üretilmekte**

**Geçmiş 40 yıl içinde rezervuar sıcaklığı
260oC'tan 230oC'a sıvı zondaki basınç 50
bar'dan 25 bara 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'lık 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**

Bu sahada gerileme çok hızlı gerçekleşmiş

**El Salvador'daki Ahuacahapan Jeotermal
Sahası'nda**

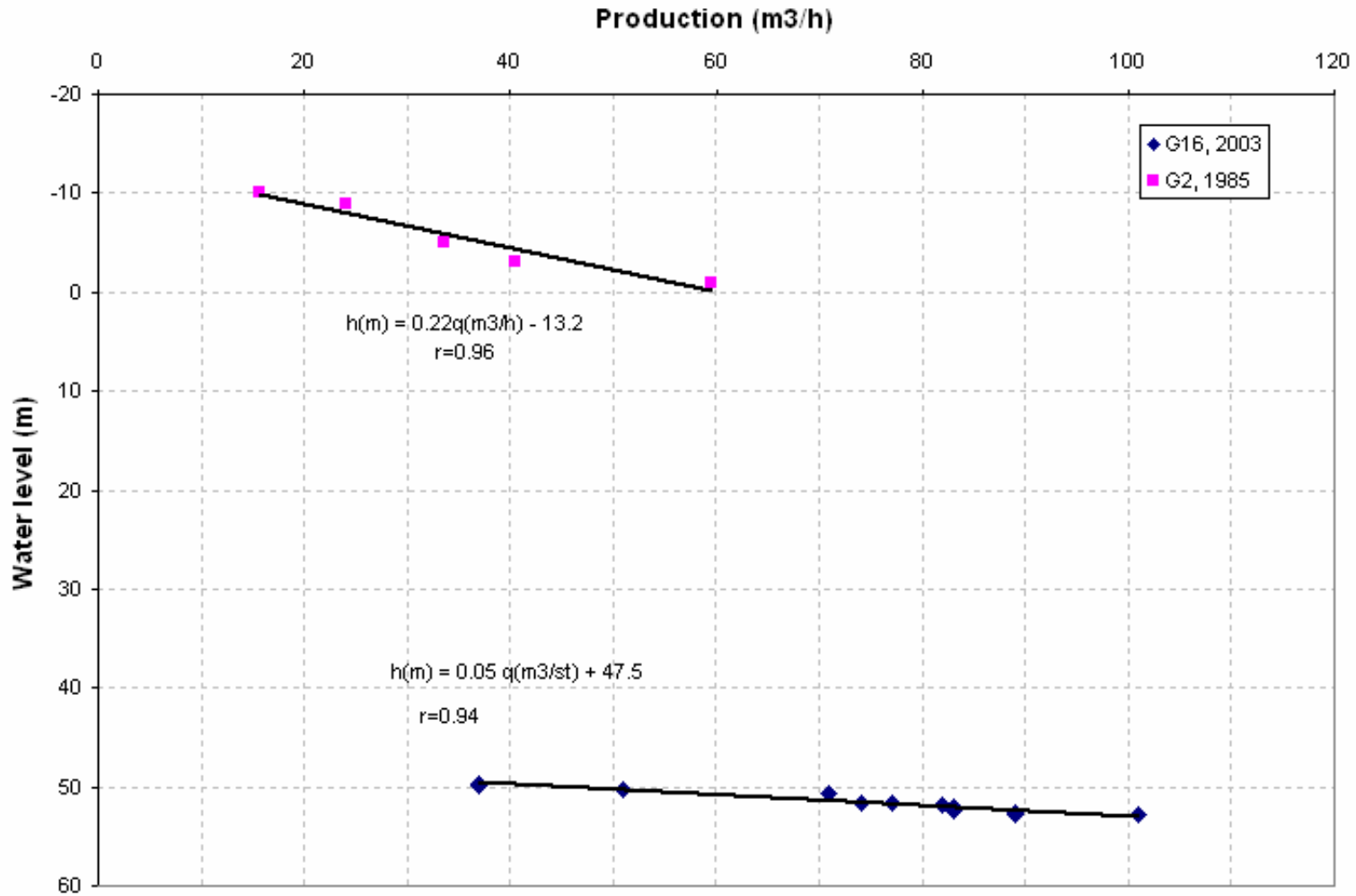
**ilk 35 MWe'lık ünite 1976 yılında üretime
başlamış Bundan üç yıl sonra çalışmaya
başlayan ikinci**

**35 MWe'lık ünitenin arkasından "double flash"
üçüncü 30 MWe'lık 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.

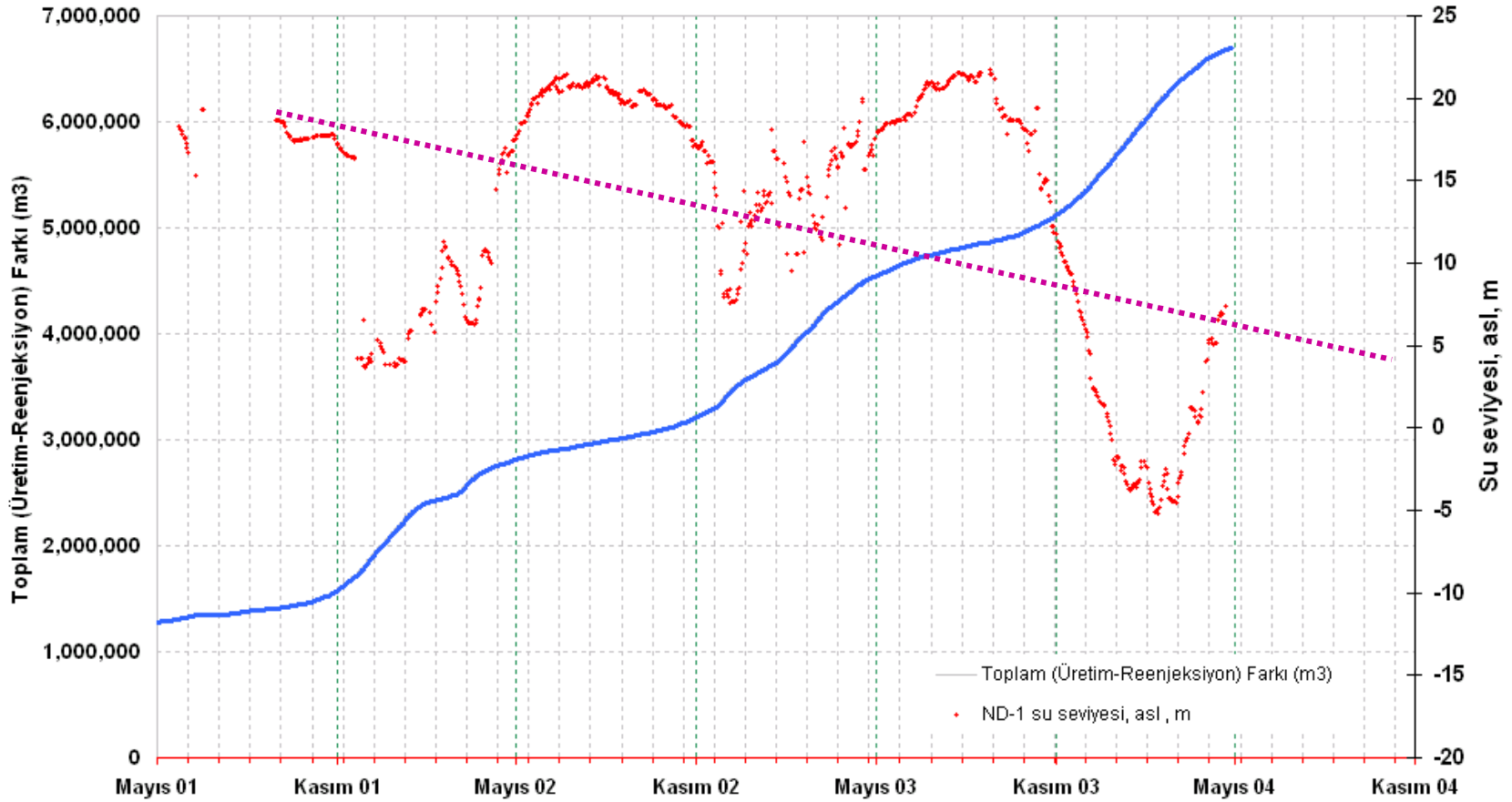
**Örneğin Gönen'de
16-17 yıldır arttırıla arttırıla 2500 konutun
jeotermal kaynakla ısıtılma sürecinde
basınçların 6 bar
ve sıcaklıkların 10-15°C düştüğü,
rezervuardaki statik su düzeylerinin
60 m'ye indiği gözlenmiş
(Serpen ve Aksoy, 2004)**



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

**Sıcaklık 6°C düşünce yeraltından
çekilen akışkan miktarını %30 arttırmak gerekmiş
Bu rezervuara soğuk su girmesini arttırırken
sıcaklık düşümünü hızlandırmış
Geri basma uygulamasında yapılan
yanlışlar da soğumaya katkıda bulunmuş
Sıkıuşıldıkça daracık alanda yeni
kuyular açılmış
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)



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

DİKİLİ YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU 12-14 MAYIS

**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**

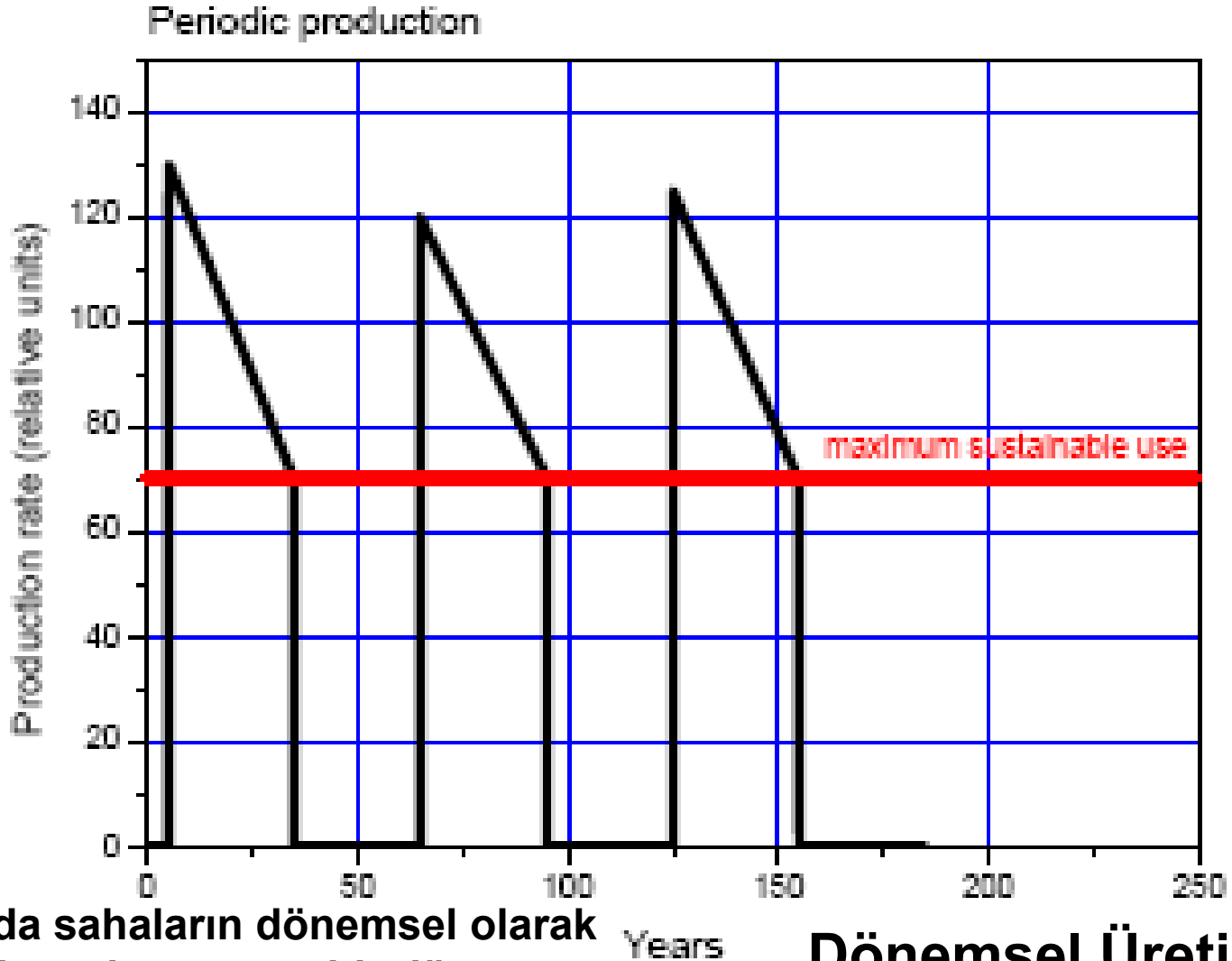
Jeotermal rezervuarlarda yaratılan gerileme ve çöküşün nasıl giderileceği üzerinde yavaş yavaş yaygınlaşan bir tartışma var.

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 ısıtmalarında 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; ve buhar oranının üretime son verildikten 100 yıl sonra %5'inin ve 250 yıl sonra %55'inin geri oluştuğunu hesapladı.



Bu durumda sahaların dönemsel olarak bir üretime alınması ve bir dönem üretilmeyip kendini toparlaması ussal bir yol olarak gündeme getirilmektedir.

Dönemsel Üretim

Tartışılan bir başka konu da, rezervuarın zarar göreceği bir aşırı üretimin daha mı kârlı olduğu?

Lovekin(2000), rezervuarı zayıflatan, bunun

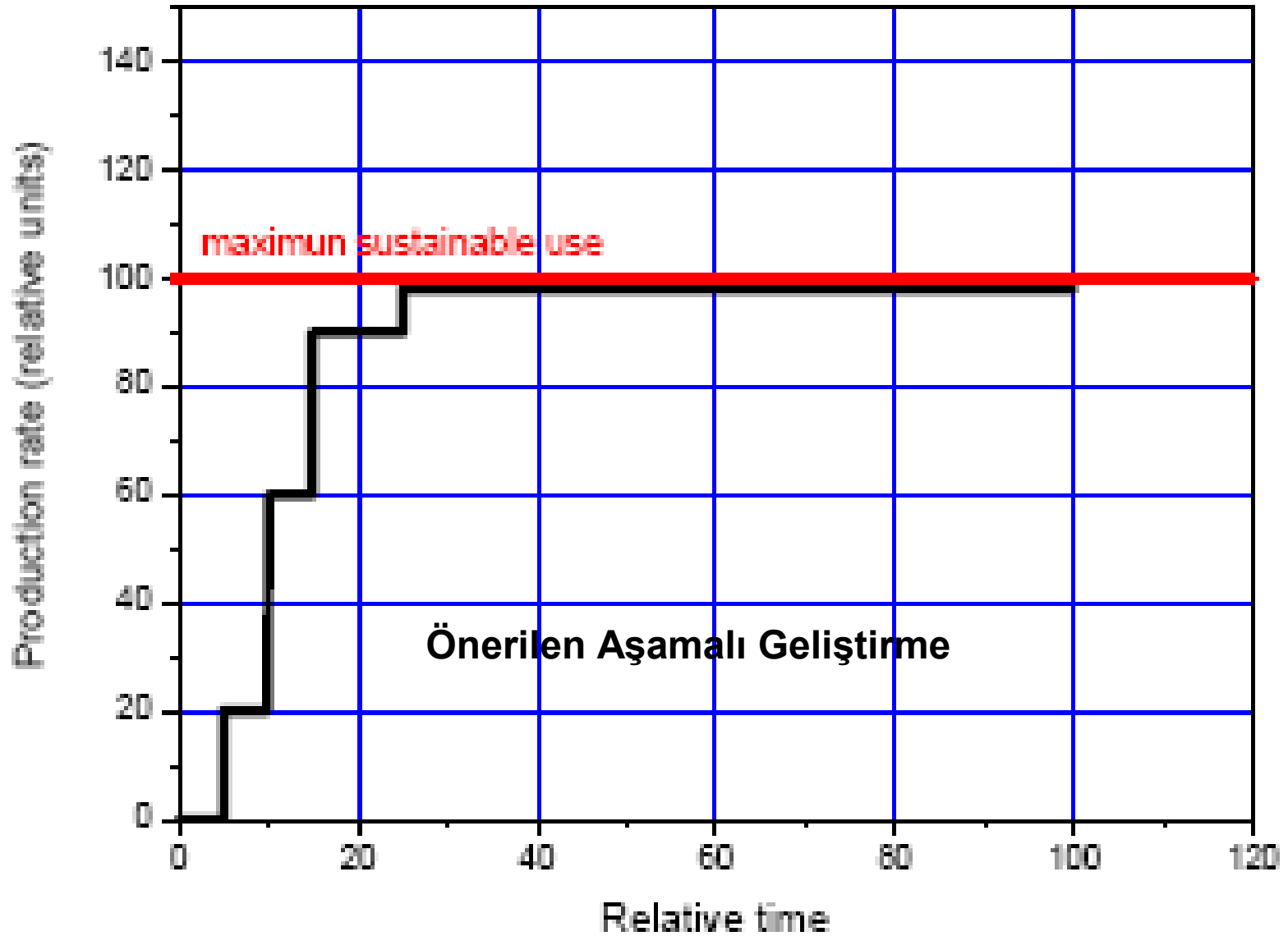
sonucunda çok sayıda yeni kuyu açılmasını gerektiren, tesislerin bir süre sonra düşük kapasite kullanımı ile çalıştırılmasının ekonomik olarak daha fizibil

olduğu sonucuna varıyor.

Elbette yalnızca yatırımcı ve yatırım açısından!

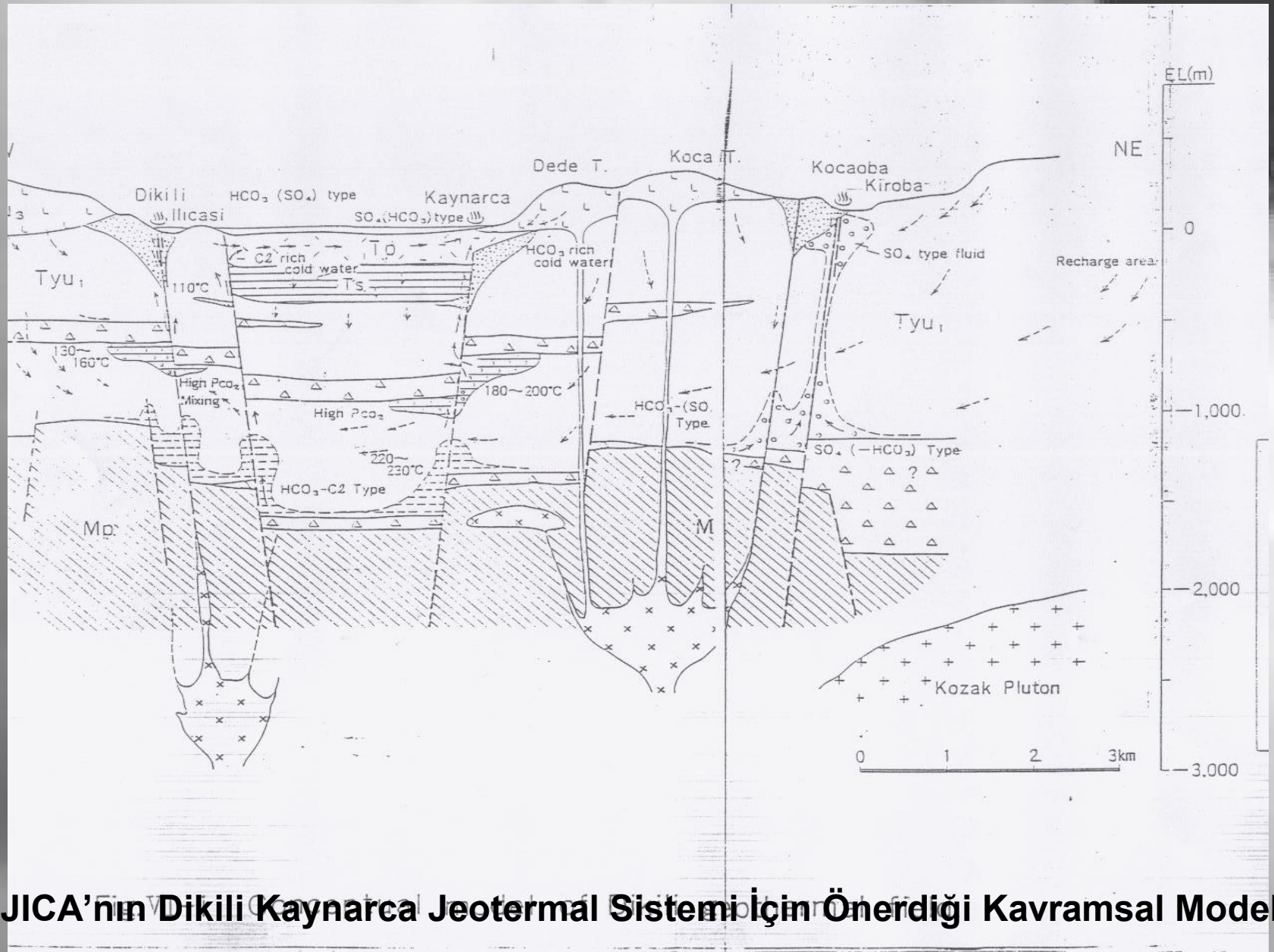
**Oysa Cataldi(2001) ise, gerçek
kalkınmanın ancak
ekolojik ekonominin izlenmesiyle
olanaklı olduğunu anımsatıyor.
Wright(2001) aynı irdelemeyi daha
ayrıntılı yapıyor:**

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 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.



JICA'nın Dikili-Kaynarca Jeotermal Sistemi için Önerdiği Kavramsal Model

Saha giderek The Geysers'te olduğu gibi çok başlı bir yönetim sürecine girdi.

İçin 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.

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.

ŐİMDİ TAM ZAMANI

Bu olumsuz olasılığı önlemek, geri çevirmek için Őimdi tam sırası.

Sahada yeni hakların dağıtılması hemen durdurulmalıdır. Bugüne değin verilmiŐ kullanım hakları güvence ve elbette denetim altına alınarak sahanın geliŐtirilmesi ve iŐletilmesi tek elde toplanmalıdır.

Bu sorumluluk ve yetke 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 çıkarılmalı ve Dikili Kaynarca Jeotermal kaynakları çok başlılıktan ve telef olmak tehlikesinden kalıcı biçimde kurtarılmalıdır.

tahirongur@turk.net

DİKİLİ YÖRESİ JEOTERMAL KAYNAKLAR SEMPOZYUMU 12-14 MAYIS