

DÜNYADA ve TÜRKİYE'DE
JEOTERMAL ENERJİ OLANAKLARI

Doç.Dr. FİKRET KURTMAN
M.T.A. Enstitüsü

Ben, bana ayrılan süre içinde yeni bir enerji kaynağı olarak ortaya çıkan jeotermal enerjinin önemi ile Dünyada ve Türkiye'de jeotermal enerji olanakları üzerinde genel bilgi vereceğim.

Biliyorsunuz Dünya nüfusu süratle artmaktadır. Dünyada bütün milletler endüstrileşme çabası içindedir. Artan nüfus ve gelişen endüstri enerji demektir. Yani enerji ihtiyacı giderek artacaktır.

Halen mevcut konvensiyonel enerji kaynakları daha çok kömür, petrol ve hidroelektriktir. Bunların yanında son zamanlarda nükleer enerjide önem kazanmaya başlamıştır. Ancak bu enerji kaynakları, artan enerji ihtiyacı karşısında yeterli ve güvenilir değildir. Bilhassa fosil enerji kaynaklarının giderek azalacağı bilinmektedir. Bu bakımdan yeni ve bilhassa tükenmez olarak kabûl edilebilecek enerji kaynaklarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bunlardan birisi Güneş enerjisi ise diğeri de arz kabuğunun içinde bulunan ısının enerjisidir ki biz buna jeotermal enerji diyoruz.

Biliyorsunuz arz kabuğunun ısı normal olarak sathıtan itibaren her 33 m. de 1° olarak artar. Fakat bazı yerlerde bilhassa aktif fayların ve aktif volkanik kuşakların bulunduğu yerlerde bu ısı her birkaç metre de 1° ^{kadar} artacak yüksek olmaktadır. Buna dasebep bu gibi yerlerde arz kabuğunun altında bulunan mağ-

./..

manın arz kubuğu içinde yükselerek satha yakın bir yerde bir cep meydana getirerek çevresini ısıtmaya devam etmesidir. İşte bu gibi yerlerdeki bu yüksek ısı pratikte jeotermal enerji üretimi için önem kazanmaktadır. Şöyleki; şayet bu ısıtıcı üzerinde bulunan ve içerisinde su taşıyan bir rezervuar tabakayı ısıtıyorsa içindeki su yüksek derecede ısınabilir. Rezervuarın üzerinde bir geçirimsiz örtü tabakası varsa rezervuardaki ısı konveksiyon akımları nedeniyle hemen hemen sabit kalır. Şayet buraya sathıtan bir sonda yapılsa termodinamik kanunlara göre buradan kuru buhar veya su+buhar karışımı çıkabilir. Akiferin üzerindeki örtü tabakası yeterli fakat daha ince olduğu yerlerde kuru buhar çıkma ihtimali daha fazladır. Buna mukabil örtünün kalın olduğu yerlerde basınç daha yüksek fakat ısı sabit olduğundan su+buhar karışımı çıkma ihtimali daha fazladır.

JEOTERMAL KAYNAKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Jeotermal enerji kaynakları muhtelif şekilde değerlendirilmektedir:

1- ELEKTRİK ÜRETİMİNDE:

Jeotermal enerji sahasında kuyudan şayet kuru buhar istihsal ediliyorsa, bu kuru buhar doğrudan doğruya türbinlere sevk edilmek suretiyle elektrik üretimi yapılmaktadır. Ancak tabiatta daha çok raslanan su+buhar karışımı istihsal ediliyorsa kuyu başına bir santrfüj esasına dayanan separator koymak suretiyle buhar fazı su fazından ayrılarak yine buhar türbine sevk edilmek suretiyle elektrik üretilir. Türbinler kondansörsüz ve kondansörlü olabilirler. Kondansörsüz türbinlerde 1 kwh enerji için takriben 20 kg buhara ihtiyaç vardır. Kondansörlü türbinlerde ise 1 kwh enerji için yalnız 10 kg buhar gerekmektedir. Kondansörlü türbin-

./..

ler su ile yıkamalı olduğu gibi ısı eşanjörlüde olabilirler.

2- ŞEHİR ve EVLERİN ISITILMASI

Alçak basınçlı buhar veya daha çok 70-90 C° sıcaklıktaki sular şehir ısıtma şebekelerine gönderilmek suretiyle şehir ve evlerin ısıtılması sağlanmaktadır. İzlanda, Rusya, Macaristan, Japonya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde jeotermal enerji bu maksatlarda kullanılmaktadır. Şehirlerin bu şekilde ısıtılması bilhassa hava kirlenmesini önleme yönünden de çok faydalıdır.

3- SER ve TOPRAK ISITMASI

Bar çok ülkede jeotermal enerji ile ser ve toprak ısıtılması yapılmaktadır. Mesela Macaristanda 400.000 m², İzlanda da 110.000 m² ve Rusyada da 150.000 m² ser alanının jeotermal enerji ile ısıtıldığı bildirilmektedir.

Türkiye de Denizli Kızıldere sahasında jeotermal akışkan ile 1000 m² lik bir sahası deneme mahiyetinde ısıtılmış ve başarılı olmuştur.

4- ENDÜSTRİDE

Jeotermal enerjiden bilhassa ağaç hamuru ve kağıt imalinde ve yine tekstil sanayiinde istifade edildiği bilinmektedir.

5- DIATOMİT KURUTMADA

İzlanda da Myvatn Gölü tabanındaki diatomitler tabii buharla kurutulmaktadır. Burada 1970 yılında 80.000 ton kuru diatomit bu şekilde elde edilmiştir.

6- SOĞUTUCU TESİSLERDE

Jeotermal enerji kullanan "lityum bromürlü absorpsiyon gurupları " ile hava soğutulması yapılabilmektedir. Bilhassa

./..

metalürjide, kimya sanayinde amonyak ve sentetik kauçuk imalinde soğutmalar bu şekilde yapılabilmektedir.

7- DİĞER SAHALARDA

Yukarıda belirtilen sahalar dışında jeotermal enerjiden kimyasal madde istihsalinde, tatlı su istihsalinde, ağır su (D₂O) istihsalinde de faydalanıldığı bilinmektedir.

JEOTERMAL ENERJİDE EKONOMİK DURUM:

Jeotermal enerjiden elektrik üretimi diğer enerji kaynaklarından daha ekonomik olduğu bugüne kadar olan uygulamalarda yapılan hesaplardan anlaşılmaktadır.

Elektrik üretimi ile ısıtma yönünden maliyetlerle ilgili muhtelif mukayeseler yapıldığında durum şu şekildedir:

a- ELEKTRİK ÜRETİMİNDE MALİYET MUKAYESESİ:

Jeotermal enerji	: 3.00-4.00 mils/kw/h
Konvensiyonel termoelektrik:	5,47-7.74 " "
Nükleer enerji	: 5,42-11.57 " "
Hidroelektrik	: 5.00-11.36 " "

(Not: 1 mil = 1/1000 ¢ = 1,5 kuruş)

b- ISITMA YÖNÜNDEN MALİYET MUKAYESESİ:

Jeotermal enerji	: 3-4.50 ¢ /G cal
Fosil Yakıtlar	: 11.00 ¢ /G cal

(Not: 1 G cal = 10⁹ cal)

c- SANTRAL TİPLERİNE GÖRE TESİS MALİYETİ

SANTRAL TİPİ	TESİS KAPASİTESİ (MW)	MALİYET (Milyon TL/MW)
Kondansörlü	128-288	1.7-2.2

./..

Serbest egzozla	4-16	1.0
Isı esanjörlü	80	1.8
Endirekt ısıtmalı	55	2,4

d- 70 MW.lık TESİS İÇİN YATIRIM TALEBİ

Etüd ve arama masrafı	: 0,8-1.0 milyon \$
Derin Sondajlar	: 1,5-2.2 " "
Toplama Şebekesi	: 1,6-2.1 " "
Tesis Masrafı	: <u>7.7-9,8 " "</u>

Toplam:11.6-15,1 " "

DÜNYA JEOTERMAL ENERJİ OLANAKLARI

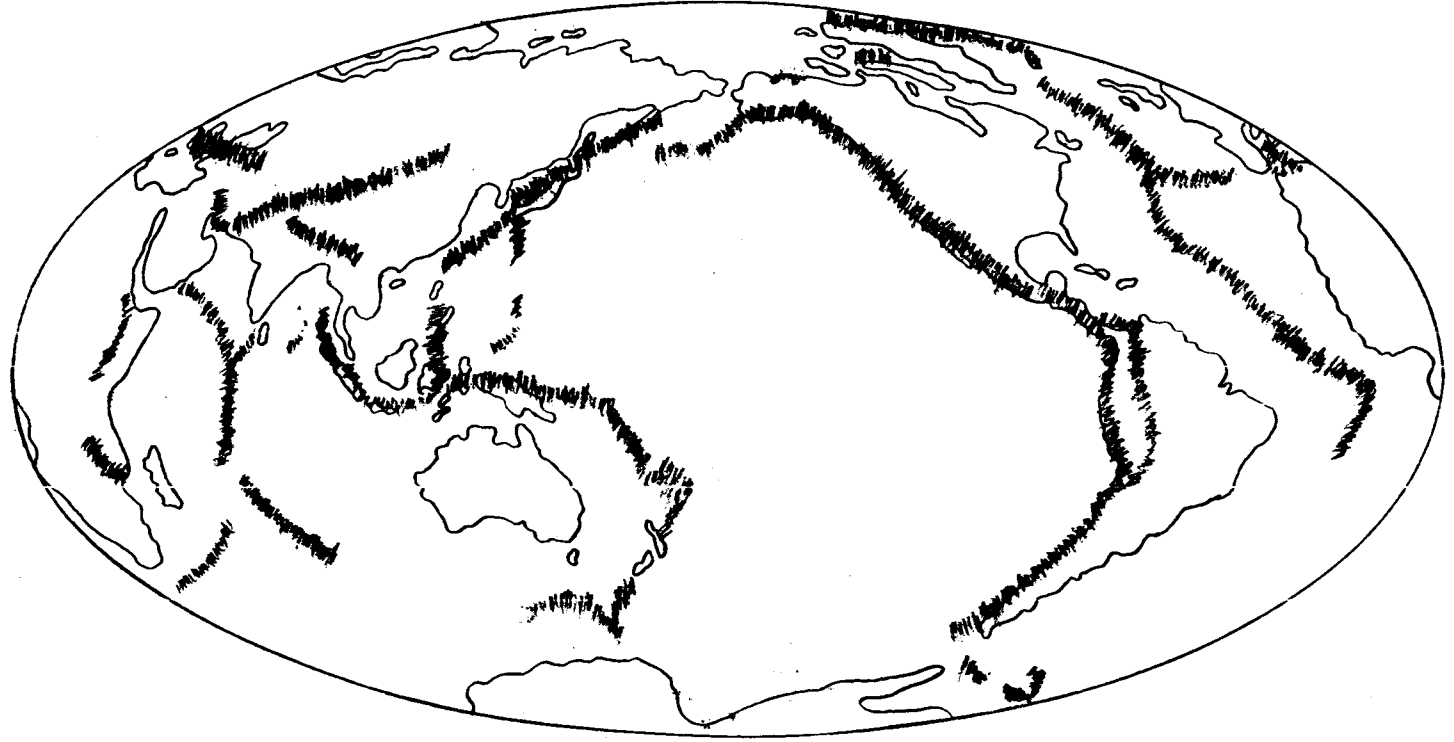
Dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretiminde faydalanma ilk olarak 1904 yılında İtalya'da Larderello da olmuştur. Bugün dünyada toplam olarak kapasitesi 677,6 MW olan ve tabii buharla elektrik üreten santraller vardır. Halen projesi yapılan santrallerin toplam kapasitesi 1016 MW ı bulmaktadır.

Bunlar dünyada şu şekilde dağıtılmışlardır:

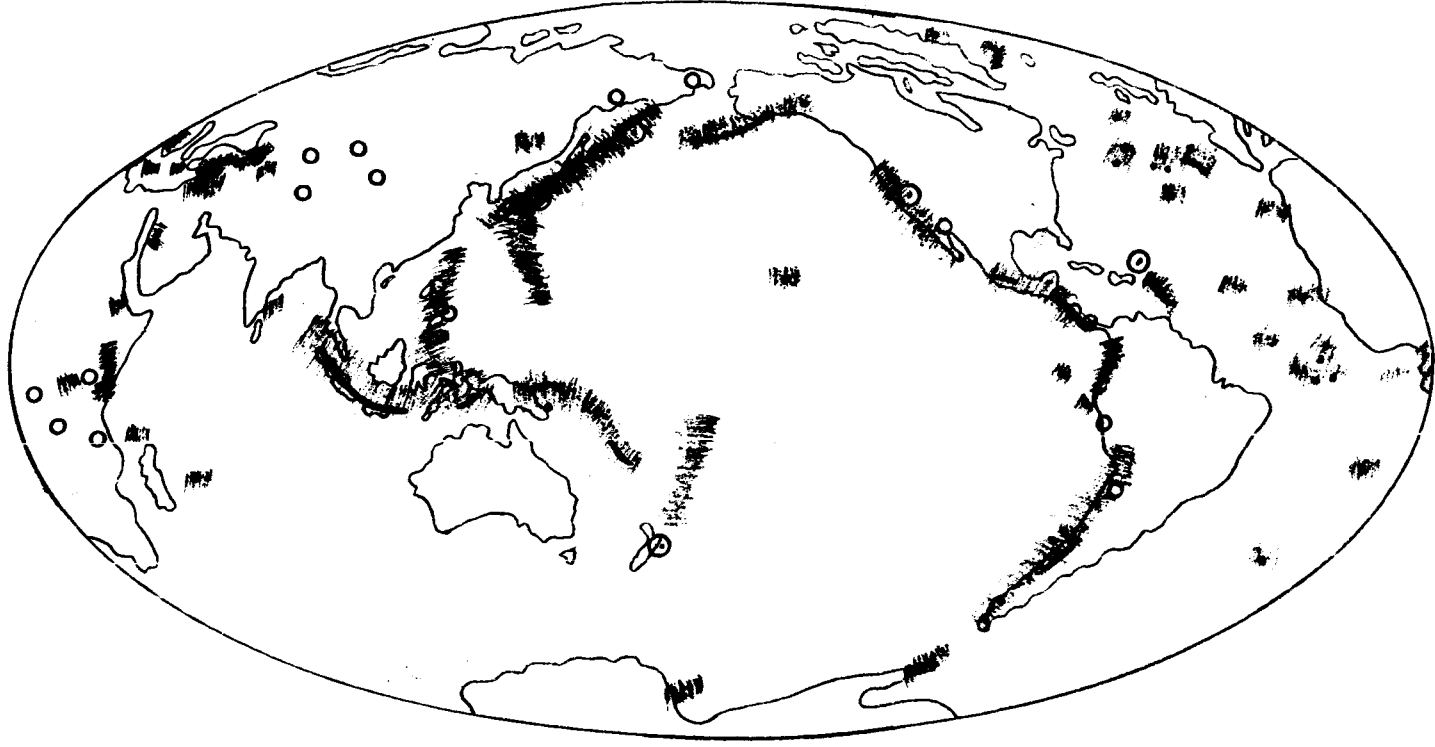
<u>ÜLKE</u>	<u>MEVCUT TESİ</u>	<u>PROJESİ YAPILAN TESİ</u>
İtalya	341.1 MW	-
Yeni Zelanda	170.1 "	120 MW
A.B.D	83 "	400 "
Japonya	39 "	237 "
Meksika	3,5 "	150 "
Rusya	5 "	26 "
Diğer Ülkeler	-	84 "

Dünyada jeotermal enerjiden ısıtma ve sanayi de faydalanılan ülkeler de vardır. Doğrudan sıcak sudan faydalanılır.

./..



DÜNYADA DEPREM BÖLGELERİ (R. BRINKMANN)



DÜNYADA AKTİF VOLKAN BÖLGELERİNİN DAĞILIŞI
(R. BRINKMANN)

- ⊙ Jeotermik Tesisleri
- Jeotermik Araştırmaların Yapıldığı Sahalar.

Bunlar: Rusya	3000	m ³ /saat	sıcaksu
İzlanda	3600	"	"
Macaristan	2000	"	"
Japonya	400	"	"
Yeni Zelanda	200	"	"

Bu arada çok ülkelerde de çalışmalar yapılmaktadır.

Dünyada jeotermal enerji olanakları belli kuşaklara dağılmıştır.

Bu kuşaklar aynı zamanda deprem kuşakları ve aktif volkan kuşaklıdır. Bu kuşaklar aynı zamanda Okyanus diplerindeki eşik zonlarına da paraleldir. Amerika ve Japonlar tarafından Okyanuslarda yapılan sistemli ısı akımı ölçüleri göstermiştir ki bu eşik zonları ısı akımının yüksek olduğu kuşaklardır. Halen Jeotermal enerjiden faydalanan ve aynı zamanda jeotermal enerji araştırmalarının yoğun olduğu ülkeler bu kuşaklar üzerinde bulunurlar. Türkiye de böyle bir kuşak üzerindedir.

Bugün jeotermal enerjiden ısı akımının yüksek olduğu kuşaklarda yüksek ısı dolayısıyla ısınmış akiferlerdeki tabii yeraltı suları yardımı ile faydalanılmaktadır. Yani tabii yeraltı suyunun bulunmadığı yerlerde ısı akımı yüksek te olsa faydalanma olanağı henüz pek mevcut değildir. Ancak son zamanlarda bu gibi yerlerde açılacak kuyulara satıhtan soğuk su sevk etmek suretiyle buhar elde etmek gibi çalışmalar yapılmaktadır. Bu gibi çalışmalar olumlu sonuç verdiği takdirde jeotermal enerjiden faydalanma çok daha büyük önem kazanacaktır.

TÜRKİYEDE JEOTERMAL ENERJİ OLANAKLARI:

Türkiye bilindiği gibi deprem kuşağı içindedir. Aynı zamanda tarihi zamanda aktif olan bir çok volkanlarda yurdumuzda

./..

mevcuttur. Şu halde ülkemiz ısı akımının yüksek olduğu kuşak üzerindedir. Halen Türkiyede 600 ün üzerinde sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Bu da yurdumuzun aktif tektonik bir kuşak üzerinde ve ısı akımının yüksek olduğu bir kuşak içinde olduğunu gösterir.

Türkiye de jeotermal enerji çalışmaları ilk olarak 1962 yılında MTA Enstitüsü tarafından başlatılmıştır. 1965 yılında Birleşmiş Milletler le müştereken hazırlanan Batı Anadolu Jeotermal enerji projesi ile çalışmalar hızlanmış ve 1968 yılında Denizli yakınında Kızıldere de ilk olarak su+buhar karışımı bulunmuştur. Burada yapılan 450-1250 m ler arasındaki derinliklerde iki ayrı rezervuarda seperatörle ayrılabilen ve halen 30 MW güçte bir santrali çalıştırabilecek tabii buhar saptanmıştır.

Burada 14 sondaj yapılmış ve bunlardan 12 sinde su+buhar karışımı elde edilmiştir. Bu kuyularda buhar oranı % 2-12 arasında değişmektedir. Maksimum ısı 207,4 C⁰ olarak tesbit edilmiştir. Maksimum kuyu ağız basıncı 21 kg/cm² dir. Maksimum akışkan üretimi ise 1003,5 ton/saat tir. Maksimum buhar miktarı da 67,6 ton/saat olarak ölçülmüştür.

Sahada şimdilik tesbit edilen 30 MW lık kapasiteden çok daha büyüme olanakları vardır. Ancak geliştirme çalışmalarına devam etmeden önce 10 MW kapasiteli bir santralin tecrübe edilmesi faydalı görülmektedir.

Denizli-Kızıldere sahası dışında MTA Enstitüsü daha bir çok önemli sahalar üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

Bu güne kadar yapılan çalışmalar sonunda Germencik, Seferihisar, Bergama, Çanakkale, Tuzla, Gönen-Çan, Sındırgı, Sınav, Salihli, Turgutlu, Afyon, Ankara çevresi ve Nevşehir Kozaklı gibi önemli sahalar tesbit edilmiş ve buralarda sistemli çalışmalar yapılmaktadır.

./..