

# JEOTERMAL ENERJİ VE TÜRKİYENİN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

Jeotermal enerji, yerkabuğunun işletilebilir derinliklerinde olağandışı olarak birikmiş ısının oluşturduğu bir enerji türüdür. Bu ısı, yeryüzüne doğal olarak sıcaqsu kaynakları ve buhar şeklinde veya sondajlarla çıkarılan sıcaqsu, sıcaqsu-buhar karışımı ve buhar şeklinde ulaşmaktadır. Doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek, ekonomik olarak kullanılabilir.

Yerin derinliklerinde varolan bu ısı kaynağı, henüz soğumamış bir magma kütleli veya genç bir volkanizma ile ilgilidir. Yeraltına sızan meteorik sular, burada gözenekli ve geçirimli özellikleri bulunan hazne kayalarda toplanır. Hazne kayalar üzerinde geçirimsiz örtü kaya vardır. Isı bu şekilde, yerkabuğunun kırık ve çatlakları boyunca dolaşan sularla yeryüzüne aktarılabilir. Hidrotermal sistemler söz konusudur.

Yerkabuğu içinde doğal su dolaşımına elverişli nitelikte kırıklık yoksa; fakat ısı birikimi varsa, kuyu içinde oluşturulacak yapay kırıklar içinde akışkanlar dolaştırılarak da enerji elde edilebilir. Bu sisteme "kızgın kuru kaya (hot dry rock)" denmektedir.

Yerin derinliklerindeki yüksek ısının devamlılığı ve yeraltındaki suların meteorik sularla yenilenmesi nedeniyle, jeotermal enerji yenilenebilir ve tükenmez bir enerjidir.

Tarihsel çağlarda yalnız sağlık amacıyla kullanılan jeotermal enerjiden, ilk olarak 1904 yılında İtalya'da elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir.

## JEOTERMAL ENERJİNİN KULLANIMI

Yeryüzüne ulaşan (sondajlarla veya doğal olarak) buhar ve sıcaqsuyun içerdiği enerjiden, ya doğrudan ısıtmada, ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılmaktadır.

### Elektrik Üretimi

Hazne sıcaklığı 150°C den fazla olan jeotermal akışkandan bugün için elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca son yıllarda geliştirilen buharlaşma noktaları düşük gazlar (Freon, İzobutan vb.) kullanılarak 60-90°C sıcaklıktaki sulardan da elektrik üretiminde yararlanılmaktadır.

Dünyada hızlı bir artış gösteren enerji gereksiniminin büyük bir kısmı, bir süre daha fosil yakıtlar ve hidrolik enerji ile karşılanabilecektir. Petrol, kömür gibi fosil enerji kaynaklarının tükenirliği ve enerji darboğazı, tüm ülkeleri yeni enerji kaynakları bulma ve geliştirme çabası içine sokmuştur. Bu yeni enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri de jeotermal enerjidir.

Dr. Mehmet F. AKKUS\*

Günümüzde jeotermal akışkandan elektrik üretimi, başta ABD ve İtalya olmak üzere, dünyanın birçok ülkesinde (Japonya, Yeni Zelanda, El-Salvador, Meksika, İzlanda, Filipinler, Endonezya vb.) yapılmaktadır.

Halen (1980 yılı rakamlarıyla) dünyada jeotermal enerjiye dayalı 2.462 MW<sub>e</sub> kurulu güç vardır. İtalya'daki 440 MW<sub>e</sub> olan jeotermal enerjiden üretilen elektrik, ülkenin yıllık elektrik üretiminin % 5'ini kapsamaktadır. Bu oran Yeni Zelanda'da % 20, El-Salvador'da % 50'ye ulaşmaktadır. Hatta El-Salvador, jeotermalde elde ettiği elektriği komşu ülkelere satmaktadır.

### Isıtma

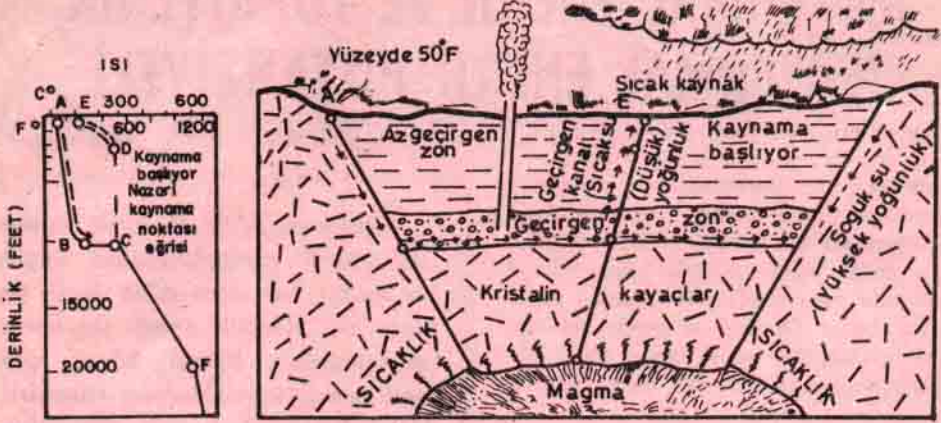
Düşük entalpili (sıcaklıklı) hidrotermal sistemlerden elde olunan sular (150-30°C) doğrudan ısıtmada kullanılmaktadır. Yeni geliştirilen ısı pompaları yardımıyla da jeotermal akışkandan, sıcaklığı 5°C'ye düşüncüye kadar yararlanılabilmektedir.

Isıtıma dayalı olarak :

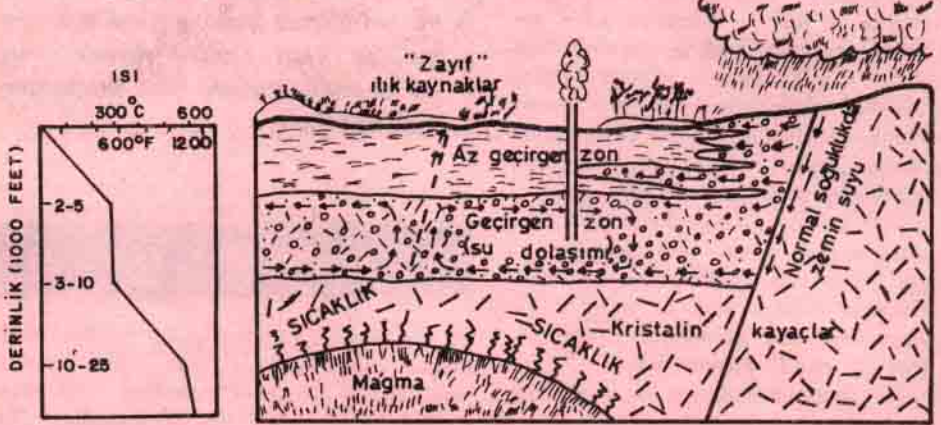
a) Sera ısıtılması ile turfanda sebze, meyve, çiçek yetiştirilmesinde,

\* Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü - Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi Başkanı

# JEOTERMAL ENERJİNİN OLUŞUMU



SICAK SU KAYNAĞI TİPİNDE BİR JEOTERMAL SİSTEMİN GENEL GÖRÜNÜŞÜ.



SIZINTISI PEK AZ VEYA HİÇ OLMAYAN, ÖRTÜLMÜŞ BİR JEOTERMAL REZERVUARIN GENEL GÖRÜNÜŞÜ.

b) Merkezi sistemle konut ısıtılması ve sıcak kullanma suyu olarak (İzlanda, Fransa, Japonya, ABD, SSCB, Yeni Zelanda, Macaristan, Türkiye : İzmir - Balçova tesisleri),

c) Toprak, cadde vb. ısıtılmasında (İzlanda, Japonya),

d) Yüzme havuzu, fizik tedavi merkezleri ve diğer turistik tesislerde.

Dünyada, 6.298 termal MW<sub>1</sub> karşılığı jeoenerji, ısıtma amacıyla kullanılmaktadır.

## Çeşitli Endüstrilerde Kullanım

Diyatomitlerin kurutulmasında (İzlanda), yiyeceklerin kurutulması ve sterilize edilmesinde (konservecilik), derilerin kurutulması ve işlenmesinde (Japonya, İzlanda), kerestecilik ve ağaç

kaplama sanayiinde (Yeni Zelanda), kâğıt ve dokuma endüstrisinde ağartma maddesi olarak (Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya), bira vb. endüstride mayalama ve damıtmada (Japonya), soğutma tesislerinde (İtalya, Türkiye : İzmir-Balçova tesislerinin soğutulması) olduğu gibi.

## Kimyasal Kullanım

Deniz suyundan tuz üretmede (Japonya; Filipinler), Borik asit, Amonyumbikarbonat, Ağır su (Döteryumoksit D<sub>2</sub>O), Amonyumsülfat vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde (İtalya, ABD, Japonya), Jeotermal akışkan içindeki CO<sub>2</sub>'den kurubuz elde edilmesinde (ABD, Türkiye : Denizli-Kızıldere jeotermal alanda tesisler kurulmakta) yararlanılmaktadır.

Jeotermal enerji, çok yönlü kullanım ve yararlanma olanakları olan bir enerji türü olup, ülke ekonomisine katkısı büyüktür.

### JEOTERMAL ENERJİNİN MALİYETİ

Jeotermal enerjinin maliyeti, gerek elektrik üretiminde, gerekse ısıtmada, diğer kaynaklardan üretilen enerji maliyetine oranla % 50-80 daha ucuzdur. Son verilere göre yapılan bir araştırmada, dünyadaki durum şöyledir :

#### Mils/Kwh

Jeotermal enerji .....	3.00 — 4.00
Konvensiyonel termoelektrik ...	5.47 — 7.74
Nükleer enerji .....	5.42 — 11.55
Hidroelektrik .....	5.00 — 11.36

Kent ve sera ısıtılması gibi elektrik dışı uygulamalarda da büyük ucuzluk göstermektedir. Şöyleki :

Jeotermal enerji .....	3.00 — 4.50	\$/G.cal
Fosil yakıtlar .....	11.00	\$/G.cal

Türkiye'deki ilk jeotermal enerji santralından üretilecek elektrik maliyetinin diğer kaynaklara nazaran daha ucuz olacağı aşağıdaki çizelgeden anlaşılmaktadır.

Türkiye'deki çeşitli kaynaklara göre ortalama birim değerleri, 1980 (TEK, Türkiye Elektrik Kurumu İstatistikleri Özeti) :

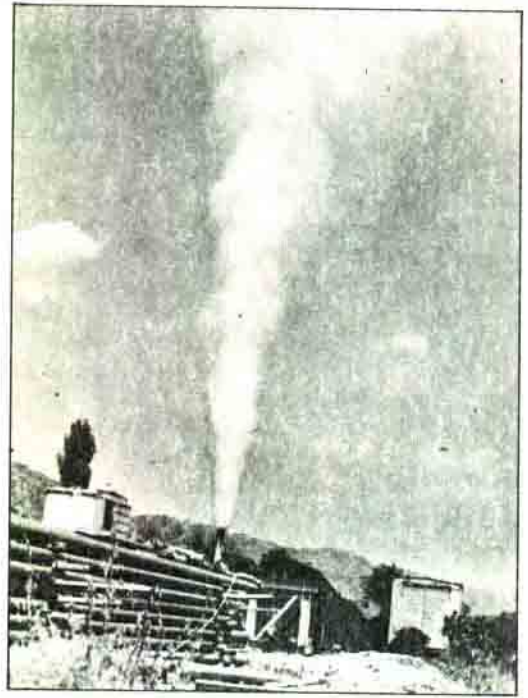
Birincil Enerji Kaynağı	Kuruş/KW-Saat
Taşkömürü	457.18
Linyit	189.95
Fuel-Oil	233.78
Motorin	1170.48
Toplam termik	336.75
Toplam hidrolik	2521
Jeotermal (20 MW için)	40.00
Jeotermal (100 MW için)	20.00

Jeotermal enerji kullanımında entegre tesislerin kurulması ile diğer kullanımlar da eklenirse, jeotermal enerjinin en ucuz enerji olduğu ve ülke ekonomisine katkısının önemi kolayca anlaşılmaktadır.

### TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

Alp Tektonik kusağı üzerinde yer alan Türkiye'de genç tektoniğe bağlı grabenler, yaygın asidik volkanizma, hidrotermal alterasyon, fumaroller ve 100° C'yi aşan çok sayıda sıcaksu kaynaklarının bulunması, Türkiye'nin, jeotermal enerji olanakları yönünden önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Bu olguya dayanarak MTA Enstitüsü, ülkenin enerji ihtiyecini karşılamada yardımcı olmak amacıyla, 1962 yılından bu yana Jeotermal Enerji



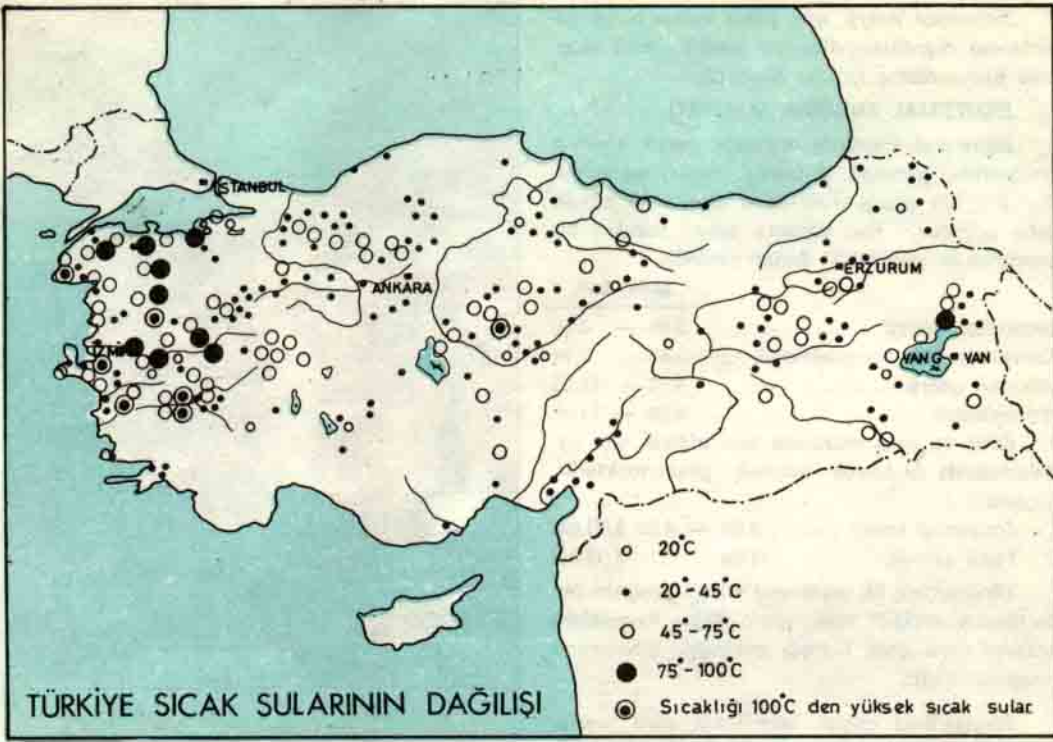
MTA Enstitüsü tarafından Denizli-Kızıldere Jeotermal alanında açılan bir sondaj kuyusu.

Arama projelerini yürütmektedir.

Bugüne kadar yapılan jeoloji, jeofizik ve jeokimya çalışmalarına göre, toplam 4.500 MW'lık potansiyel umulmaktadır. Bu kapasite, 1982 yılında Türkiye'deki kurulu güce yakındır. Elektrik dışı yararlanmada ise en az 31.000 termal MW'lık bir potansiyel beklenmektedir. Enerji açığı gittikçe artan ve tükettiği enerjinin yarısına yakın kısmını ithal ettiği petrolden karşılayan Türkiye için bu potansiyel büyük önem taşımaktadır.

### TÜRKİYE'NİN ÖNEMLİ JEOTERMAL ENERJİ ALANLARI

Ülkemizde ilk doğal buhar, 1963 yılında İzmir-Balçova'da yapılan sondajlarla elde edilmiştir. 124° C sıcaklıktaki akışkanın kimyasal bileşimi nedeniyle, kısa zamanda hızlı kabuklaşmadan dolayı kuyular kendi kendini tıkadığından, bu kaynaktan o tarihte yararlanılamamıştır. Bu kaynaktan yararlanmak için 1982 yılında, Türkiye'de ilk defa kuyu içi eşanjör sistemi uygulanarak olumlu sonuç alınmıştır. Bu amaçla 100 m. derinlikte kuyu açılarak, 115° C sıcaklık saptan-



mıştır. Bu sisteme göre, kaynaktaki akışkan üretilmemekte, kuyu içinde U şeklinde borular indirilerek, bir taraftan kabuklaşma yapmayan temiz su gönderip, diğer taraftan haznedeki jeotermal akışkan tarafından ısıtılan 50 - 95° C sıcaklıkta sıcaqsu elde edilmektedir. Bu sistemle, Balçova'da kurulmuş olan 250 odalı turistik kaplıca tesisleri, hiçbir vakit kullanmadan ısıtılmaktadır. Önemli bir jeotermal potansiyel gösteren bu sahadan, İzmir'in bir bölümü (70.000 - 100.000 konut) ile yöredeki seraların ısıtılması için potansiyel belirleme çalışmaları sürdürülmektedir.

Önceki yıllarda keşfedilen, ancak kabuklaşmadan dolayı yararlanılmayan Afyon - Gecik - Ömer jeotermal alanında da aynı sistemle sera ve kaplıca tesislerinin ısıtılması için çalışmalar yapılmaktadır.

1968 yılında keşfedilen Denizli-Kızıldere sahası, Türkiye'de elektrik üretimine elverişli ilk jeotermal alandır. Sıcaqsu-buhar karışımı olan akışkan 212°C sıcaklıktadır. Anılan alanda, Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) tarafından 20 MW'lık ilk jeotermal elektrik üretim santrali kurulmakta olup, 1983 yılı ortalarında üretime geçmesi beklenmektedir. Santlardan çıkacak artık akışkandan sera ısıtmacılı-

ğında yararlanmak üzere, Tarım ve Orman Bakanlığı'nca 1.000.000 m<sup>2</sup> lik sera kurulması planlanmıştır. Ayrıca, önemli bir kimyasal ürün olan CO<sub>2</sub>-kurubuz üretim çalışmaları da sürdürülmektedir.

1982 yılında Aydın - Germencik ve Çanakkale-Tuzla sahaları, MTA Enstitüsü tarafından keşfedilmiştir.

Aydın - Germencik sahasında, 230°C sıcaklıkta akışkan elde edilmiştir. Kuyularda kabuklaşma yapmayan bu saha, önemli bir potansiyelle sahip olabileceğini göstermektedir.

Çanakkale - Tuzla sahasında elde edilen akışkan, 173° C sıcaklıktadır. Daha derinde yüksek sıcaklıkta akışkan beklenmektedir. Her iki saha da, diğer kullanım alanları yanında, elektrik üretimine elverişli sahalardır.

İzmir - Seferihisar sahasında yapılan araştırmalara göre, önemli görülmektedir. Sondajlı çalışmalar başlatılmıştır.

Yukarıdaki sahalardan dışında, Nevşehir - Acıgöl ve Kozaklı; Denizli'de Tekkehamam, Yenice, Gölemezli, Karahayıt, Pamukkale ve Karaova; Ankara'da Kızılcahamam, Ayaş, Çubuk ve Haymana; Afyon-Sandıklı; İzmir - Dikili - Bergama; Balıkesir'de Sındırgı, Gönen, Hıdırlar; Bolu - Seben; Kütahya - Gediz; Eskişehir; Bursa; Bit-

lis - Nemrut Dağı; Van - Zilan; Erzurum - Ilıca, Pasinler ve Yiğitler yörelerinde jeoloji ve kısmen jeofizik, jeokimya çalışmaları yapılarak, bu sahaların da jeotermal enerji potansiyeli yönünden geliştirilebilecek durumda oldukları sonucuna varılmıştır. Bunlardan, özellikle Nemrut, Süphan ve Tendürek volkanik sahaların jeokimya verileri, kuru buhar elde edilebileceğini göstermektedir.

Jeotermal enerjinin yenilenebilirliği, tükenmezliği ve bunlara bağlı olarak maliyetinin, diğer enerji türlerine göre % 50-80 ucuz oluşu, devreye girme çabukluğu, yurdumuz düzeyinde olumlu dağılımı, ulusal enerji kaynağımız olması ve özellikle elektrik dışı uygulamalarda ulusal teknolojinin yeterliliği, diğer enerji kaynaklarına göre önemini göstermektedir.

Bu nedenlerle, bu yeni ve yenilenebilir enerji kaynağımızın araştırılması ve işletilmesi, artan enerji gereksinimimiz açısından kaçınılmazdır.

**Sıcaksuyun sondaj kuyusundan çıkışı.  
(yanda)**



**Denizli - Kızıldere Jeotermal alanında bir üretim kuyusu (KD-6) ve MTA Enstitüsü tarafından kurulan 0,5 MW'lık deneme santrali. (Aşağıda)**

