

# Yerkürenin Bize Armađanı Jeotermal Enerji



## Jeotermal enerji Nedir?

Jeotermal (jeo-yer, termal-ısı) enerji, yerkürenin iç tabakalarında ısı olarak depolanmış enerjidir. Bu ısının oluşumu, yerkürenin iç yapısı ve burada gerçekleşen fiziksel işlemlerle ilişkilidir. Jeotermal kaynakların oluşumu için bu ısyı yeraltından yüzeye taşıyacak akışkana ve bu akışkanın dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliğine sahip bir rezervuara ihtiyaç vardır. Yağmur sularının toprağa sızması ile başlayan besleme süreci ile rezervuara giren akışkan, sıcak kayalarla temas ederek ısınır, yüksek basınç ve sıcaklık altında rezervuarda depolanır. Isınan ve yoğunluğu azalan jeotermal akışkan, kimi zaman kayalarda mevcut kırık ve çatlaklar boyunca ilerleyerek yeryüzüne ulaşır ve doğal çıkışlar olarak adlandırılan oluşumlar (buhar çıkışları, çamur havuzları, sıcak su kaynağı vb.) ile bir jeotermal rezervuarın varlığını haber verir. Bu yüzey



Visual Photos

oluşumlarından yola çıkılarak yapılan yer bilimi (jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik) çalışmaları sonucu kuyular açılarak jeotermal akışkan kullanılmak üzere yüzeye ulaştırılır.

Jeotermal enerji ayrıca yol, kaldırım ısıtma uygulaması ile kar eritmede de kullanılmaktadır.

## Jeotermal Enerjinin Kullanımı

Genel olarak yüksek sıcaklıklı kaynaklar (>150°C) elektrik üretiminde, orta ve düşük sıcaklıklı kaynaklarsa (<150°C) jeotermal akışkanın ısı içeriğinden yararlanılan ve doğrudan kullanım olarak adlandırılan hacim, bölgesel, sera ısıtma, ısı pompası, su ürünleri yetiştiriciliği, endüstriyel kullanımlar, kurtutma, kaplıca vb. uygulamalarda kullanılır.

### Elektrik üretimi

Elektrik santrallerinde türbinde iş üreten akışkan buhar ya da gazdır. Termik santrallerde buhar üretebilmek için kazanlarda fosil yakıt tüketilirken jeotermal santrallerin kazanı yeraltındaki rezervuardır. Yeryüzüne ulaşan jeotermal akışkan çoğunlukla su ve buhar karışımı şeklindedir. Bu karışım, kuyubaşında bulunan ayırıcılar (seperatörler) yardımı ile birbirinden ayrılır ve buhar, elektrik üretmek üzere türbine gönderilir. Türbinden çıkan buhar, soğutma kulesi yardımıyla suya dönüştürülerek ayırıcılardan gelen su ile birlikte yeraltına geri gönderilir. Jeotermal elektrik santrallerine örnek olarak Larderello (İtalya), Geysers (ABD), Wairakei (Yeni Zelanda), Germencik ve Kızıldere (Türkiye) verilebilir.

150°C'den düşük sıcaklıklardaki jeotermal akışkandan elektrik üretmek amacıyla ikili (binary)

çevrim ve kalina çevrimi olarak adlandırılan teknolojiler kullanılmaktadır. Salavatlı ve Sarayköy (Türkiye), Otake (Japonya), Nevada (ABD), ikili çevrimi, Husavik (İzlanda) ise kalina çevrimini kullanan santral örnekleridir.

### Doğrudan Kullanım

Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı tarih öncesi çağlara dayanır. Etrüskler, Romalılar, Yunanlılar, Amerikan Kızılderelileri, Yeni Zelanda yerlileri, Çinliler, Meksikalılar ve Japonlar tarih öncesi çağlarda sıcak suları genellikle sağlık amacıyla kullandıklarına dair kanıtlar bırakmışlardır.

Jeotermal kaynakların sera ısıtmada ve su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılmasıyla su sıcaklığı optimum değerlerde korunarak ürünlerin daha hızlı büyümesi sağlanıp daha kısa sürede daha fazla ürün elde edilebilmektedir.



Visual Photos





Visual Photos

Tablo 1. Jeotermal kaynakların sıcaklığa bağlı olarak kullanım alanları.

Sıcaklık (°C)	Kullanım Alanı
200	Kâğıt endüstrisi, organik kimyasallar
190	Suni ipek, kumaş, asetik asit tuzu, sentetik kauçuk
180	Yüksek konsantrasyon solüsyonunun buharlaşması, amonyak absorpsiyonu ile soğutma, kâğıt endüstrisi
170	Ağır su eldesi
160	Kereste kurutulması, balık vb. kurutma
150	Konvansiyonel elektrik üretimi, alüminyum eldesi
140	Tarım ürünlerinin kurutulması, konservecilik
130	Şeker rafinasyonunda buharlaştırma, buharlaşma ve kristalizasyon ile tuz eldesi
120	Destilasyon ile temiz su eldesi, tuz eldesi, buharlaştırma
110	Çimento kurutma
100	Organik madde kurutma, (yosun, ot, et, sebze vb.) yün yıkama ve kurutma
90	İkili elektrik üretimi, balık kurutma, yoğun buz çözme işlemleri
80	Hacim ısıtma, sera ısıtma
70	Soğutma (alt sınır)
60	Kümes ve ahır ısıtma
50	Mantar yetiştirme, kaplıca
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, damıtma, sağlık tesisleri, buz çözme
20	Balık çiftlikleri

Ortaçağda, Araplar ve Türkler daha sonraları Türk hamamları olarak bilinen termal banyoların geleneksel kullanımına etki etmişler ve geliştirmişlerdir. Bu kullanım modern balneoloji (banyo ile tedavi) endüstrisine liderlik etmiştir ve jeotermal enerjinin en yaygın kullanım alanıdır.



Visual Photos

**Jeotermal Saha:** Yeryüzünde bir jeotermal etkinliği gösteren coğrafik bir tanımdır. Eğer yeryüzünde herhangi bir doğal jeotermal çıkış yoksa, yeraltındaki jeotermal rezervuarın üstündeki alanı tanımlamakta kullanılır.

**Jeotermal Sistem:** Yeraltındaki hidrolik sistemi bütün parçaları ile birlikte (beslenme alanı, yeryüzüne çıkış noktaları ve yeraltındaki kısımları gibi) tanımlamakta kullanılır.

**Jeotermal Rezervuar:** İşletilmekte olan jeotermal sistemin sıcak ve geçirgen kısmını tanımlar.



Wikimedia

Jeotermal enerjinin kullanıldığı endüstriyel işlemlere örnek olarak kereste kurutma, tarımsal ürün kurutma, altın madenciliği, süt pastörize etme işlemi, karbondioksit ve kurubuz üretimi verilebilir.

Farklı sıcaklık ihtiyacı olan uygulamaların mümkünse bir araya getirilip jeotermal enerjinin kademeli olarak kullanılması, enerjiden maksimum fayda sağlamak ve uygulamaların ekonomik uygunluklarını iyileştirmek açısından önemlidir.

Sıcaklıklarına bağlı olarak Türkiye'deki mevcut jeotermal sahaların %6'sı elektrik üretimi, %94'ü ise doğrudan kullanım uygulamalarında değerlendirilebilir.



Visual Photos

Jeotermal kaynaklar, bölgesel ısıtma sistemleri ile çok sayıda hacme ulaşıp, ekonomik bir kullanım sağlarlar. Bölgesel ısıtma sistemleri, jeotermal kuyulardan elde edilen sıcak akışkanı, bir ısı merkezinde ısı değiştirgecinden geçirerek enerjisini temiz akışkana aktarırlar. Bu ısınmış temiz akışkan şehir içinde dolaşan borular aracılığıyla binalara, işyerlerine ve evlere ulaştırılır.

Bir diğer hacim ısıtma sistemi ise aynı zamanda yaz aylarında soğutma olanağı da sağlayan toprak ve su kaynaklı ısı pompalarıdır. Toprak kaynaklı ısı pompaları, toprak sıcaklığının belli bir derinliğin altında yıl boyunca sabit kalması avantajını kullanır. Su kaynaklı ısı pompaları ise düşük kaynaklı jeotermal kuyu, yeraltı suyu ya da yüzey sularından yararlanarak bu kaynakların enerjisini kullanır.

## Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Kullanımı

Nisan 2009 itibarıyla jeotermal elektrik santral-  
li ve kapasiteleri 82.65 MWe ile 17.2 MWe olan iki santralin yapım ve saha geliştirme çalışmaları de-

vam etmektedir. Türkiye'nin mevcut sahaları ile kanıtlanmış jeotermal elektrik üretim kapasitesi 570 MWe olarak verilmektedir.

Doğrudan kullanım uygulamalarının yaygın olduğu ülkemizde 20 adet bölgesel ısıtma sistemi ile 6 milyon m<sup>2</sup>'lik alan jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Bu alanda Türkiye'de son yıllarda yaygınlaşan bir ısıtma uygulaması da sera ısıtmasıdır. 13 hektarlık sera alanında 165 MWt ısıtma ile çoğunlukla domates ve biber yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bilinen en eski jeotermal enerji kullanımını olan kaplıçalarda jeotermal akışkan kullanımının 220 MWt'e ulaştığı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin doğrudan kullanıma uygun jeotermal sahalarının potansiyeli ise 3228 MWt olarak belirlenmiştir.

### Kaynaklar

Lindal, B., 1973, "Industrial and Other Applications of Geothermal Energy", *Geothermal Energy*, Armstead, H.C.H. (Ed.), UNESCO, Paris, 135-148. <http://www.mta.gov.tr/mta/enerji/>

Serpen, U., Aksoy, N., Öngür, T., Korkmaz, E.D., 2009, "Geothermal Energy in Turkey: 2008 Update", *Geothermics* (Baskıda).