



GÖNDER

Geleceği Önemseyenler Derneği

Ülkemizin Jeotermal Enerji Kapasitesi ve Yapılabilecekler

Ayşegül ÇETİN
Jeoloji Yüksek Mühendisi

9 Haziran 2014

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

1. JEOTERMAL ENERJİ NEDİR.....	3
1.1. Jeotermal Enerjinin Sınıflandırılması	4
1.2. Dünyadaki Önemli Jeotermal Kuşaklar	4
1.3. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları.....	5
2. DÜNYADA MEVCUT DURUM	10
2.1. Dünyada Elektrik Üretimi.....	11
2.2. Dünyada Doğrudan kullanım.....	12
3. TÜRKİYEDE MEVCUT DURUM	14
3.1. Türkiye’de Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi	15
3.2. Türkiye’de Doğrudan kullanım	16
3.3. Türkiye’de Seracılık Uygulamaları	17
3.4. Türkiye’de Jeotermal enerji ile ilgili kuruluşlar	18
4. DEĞERLENDİRME VE HEDEFLER.....	29
5. KAYNAKLAR	30

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Jeotermal enerji sisteminin şematik gösterimi.....	3
Şekil 1.2. Jeotermal sistemin kavramsal modeli	4
Şekil 1.3. Dünyadaki önemli jeotermal kuşaklar	5
Şekil 1.4 Jeotermal enerjiden entegre kullanım	7
Şekil 1.5 Yer kaynaklı Isı Pompasının ısıtma amaçlı çalıştırılması	9
Şekil 1.6 Yer kaynaklı Isı Pompasının soğutma amaçlı çalıştırılması.....	10
Şekil 2.1. (a) Yellowstone gayzer çıkışları (b) Reykjavik sahasındaki gayzer çıkışları.....	11
Şekil 2.2 Dünyadaki kurulu jeotermal elektrik üretimi kapasiteleri (Bertani, 2010)	11
Şekil 2.3 Dünyada doğrudan kullanım alanlarının kurulu kapasite dağılım diyagramı	13
Şekil 3.1. Türkiye’de Jeotermal kaynakların dağılımını gösterir harita	15
Şekil 3.2. Jeotermal Elektrik Enerjisi santraline ait görünüm	15
Şekil 4.1. Jeotermal etüt yöntemleri akış şeması	23
Şekil 4.2 Jeotermal etütlerin yıllara göre dağılım grafiği	25
Şekil 4.3 Tosya (Kastamonu) Jeotermal etüt çalışmasına ait görünüm	26

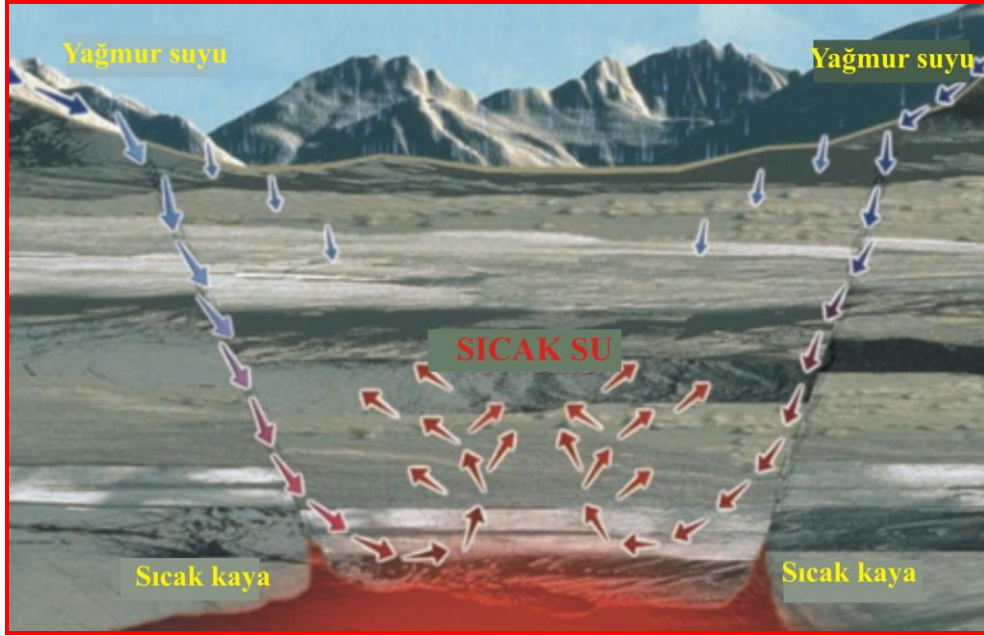
Şekil 4.4 Uşak (Merkez) Belediyesi İUJ-1 kuyusu-sıcaklık 47 °C, Debi: 200 l/s	27
Şekil 4.5 Açılan jeotermal sondaj kuyularının yıllara göre dağılımları	28
Şekil 4.6 Kuyu test ve ölçümlerinde kullanılan cihazlar	28
Şekil 4.7 Kuyu test-ölçüm verilerinin değerlendirilmesi-Rezervuar sıcaklık dağılımı	28

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1 Jeotermal akışkanın sıcaklıklarına göre kullanım alanları (Lindal diyagramı)	6
Tablo 2.1 Ülkelere ait doğrudan kullanım verileri (Lund et.al.,2010)	12
Tablo 3.1 Türkiyede jeotermal elektrik üretimi açısından uygun sahalar ve mevcut durumları	16
Tablo 3.2. Türkiye'deki konut ısıtmacılığındaki mevcut durum	17
Tablo 3.3 Türkiye'de seracılık uygulamalarında mevcut durum	18
Tablo 4.1 Yeraltı Etütleri Dairesi'nce 2000-2011 yılları arasında gerçekleştirilen jeotermal etüt listesi	23

1. JEOTERMAL ENERJİ NEDİR?

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir (Şekil 1.1). Ayrıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanan, yerin derinliklerindeki "Sıcak Kuru Kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir.



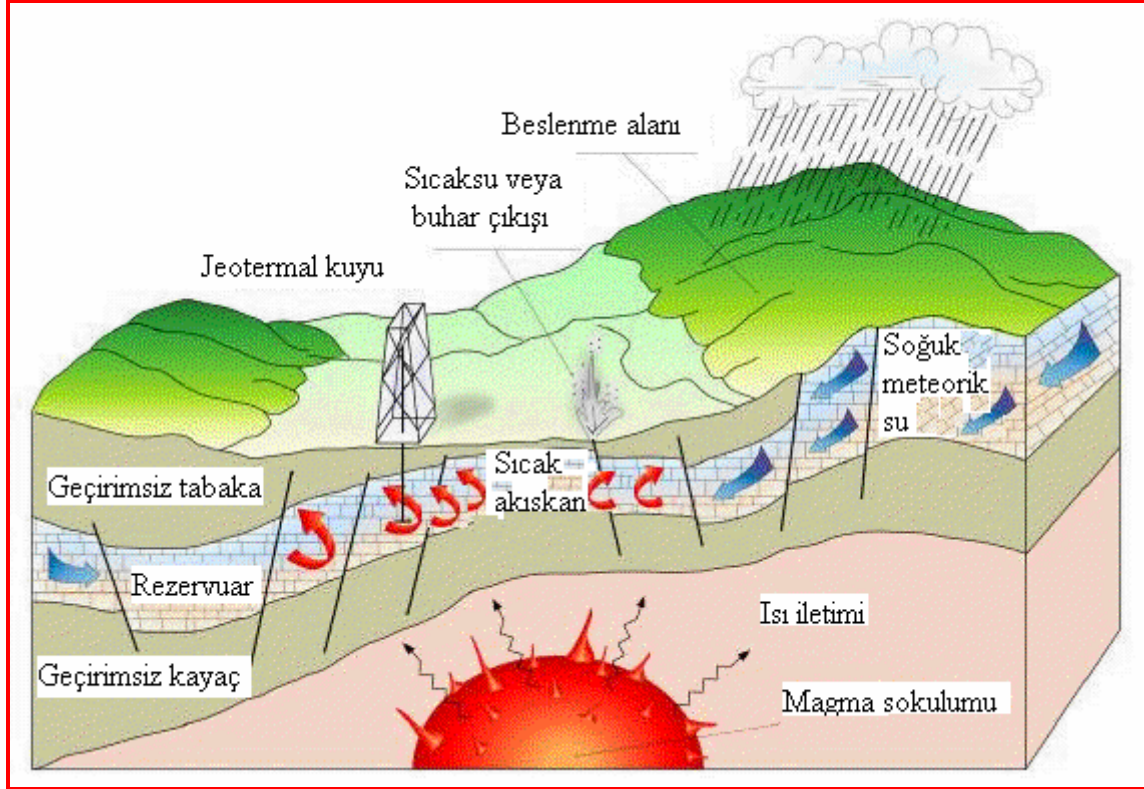
Şekil 1.1 Jeotermal enerji sisteminin şematik gösterimi

Jeotermal sistem üç ana unsurdan oluşmaktadır (Şekil 1.2):

- Isı kaynağı,
- Rezervuar
- Isıyı taşıyan akışkan
- Örtü Kaya (geçirimsiz seviye)

Isı kaynağı yüksek sıcaklıklı (>600 °C) ve yüzeye yakın kısımlara ulaşabilen (5-10 km) magmatik sokulumlar olabileceği gibi, düşük sıcaklıklı sistemlerde de derinlikle birlikte artan normal sıcaklık (jeotermal gradyan -ortalama 2,5-3 °C/100 m) olabilmektedir. Rezervuar ise ısıyı taşıyan sıvının devir-daim edebileceği çatlaklı (permeable) kayalardır. Rezervuarların üzerinde bulunan geçirimsiz seviyeler örtü kayayı oluşturmaktadır.

Jeotermal akışkan ise çoğu durumda meteorik sudur ve rezervuarda sıcaklık ve basınca bağlı olarak buhar veya sıvı haldedir. Bu su genellikle bazı kimyasal maddeler ve gazlar (CO₂, H₂S gibi) içermektedir.



Şekil 1.2 Jeotermal sistemin kavramsal modeli.

1.1. Jeotermal Enerjinin Sınıflandırılması:

Ülkelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal enerji, sıcaklık içeriğine göre genel üç gruba ayrılır:

- 1- Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70°C)
- 2- Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150°C)
- 3- Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150°C'den yüksek)

1.2. Dünyadaki Önemli Jeotermal Kuşaklar

Dünyada, jeolojik özellikleri nedeniyle (genç tektonizma ve volkanizma) birçok jeotermal kuşak bulunmaktadır (Şekil1.3).

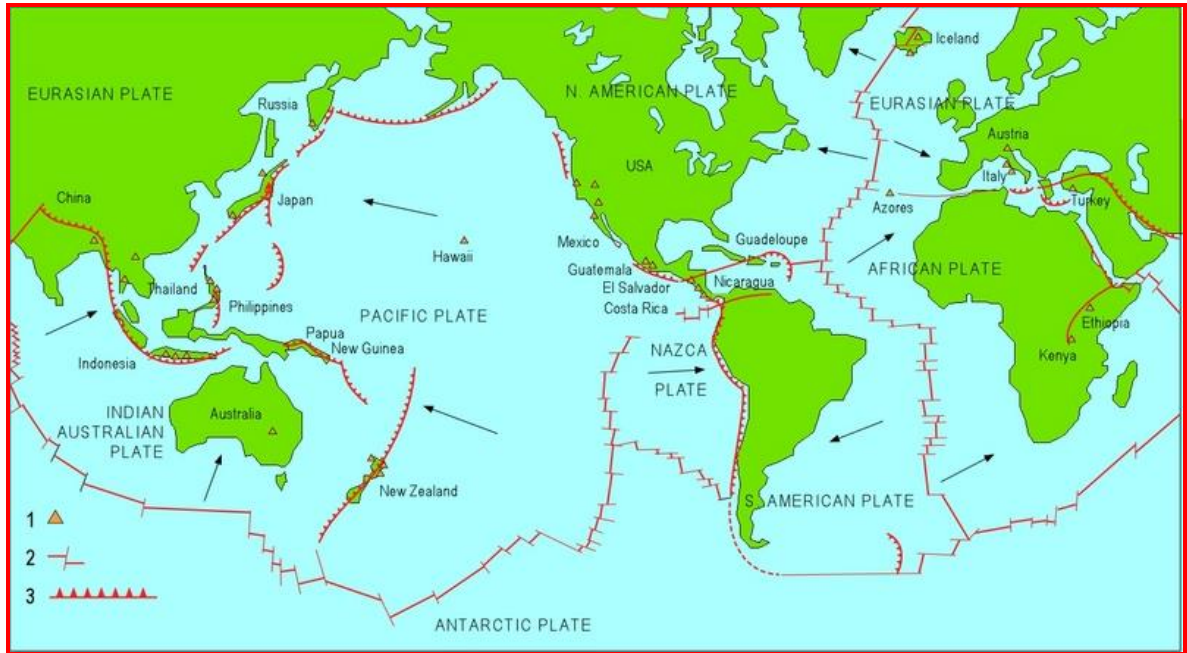
And Volkanik Kuşağı; Güney Amerika'nın batı sahillerinde bulunan bu kuşak, Venezuela, Kolombiya, Ekvator, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantin'i kapsamaktadır.

Alp-Himalaya Kuşağı; Hindistan Plakası ile Avrasya Plakasının çarpışması sonucu oluşan bu jeotermal kuşak, dünyanın en büyük jeotermal kuşakları arasındadır. İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Yunnan (Çin), Myanmar (Burma) ve Tayland'ı kapsamaktadır.

Doğu Afrika Rift Sistemi; Aktif olan bu sistem Zambiya, Malavi, Tanzanya, Uganda, Kenya, Etiyopya, Djibuti gibi ülkeleri içine almaktadır.

Orta Amerika Volkanik Kuşağı; Guatemela, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rika ve Panama'yı içine alan bu kuşakta, çok sayıda jeotermal sistem bulunmaktadır.

Bunların dışında; Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Doğu Çin, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, İzlanda, Meksika, Kuzey ve Doğu Avrupa, Bağımsız Devletler Topluluğu gibi ülkeler farklı tektonik oluşumlar nedeniyle verimli jeotermal sahalara sahiptir (Geothermal Education Office, 1993).



Şekil 1.3 Dünyadaki önemli jeotermal kuşaklar

1.3. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

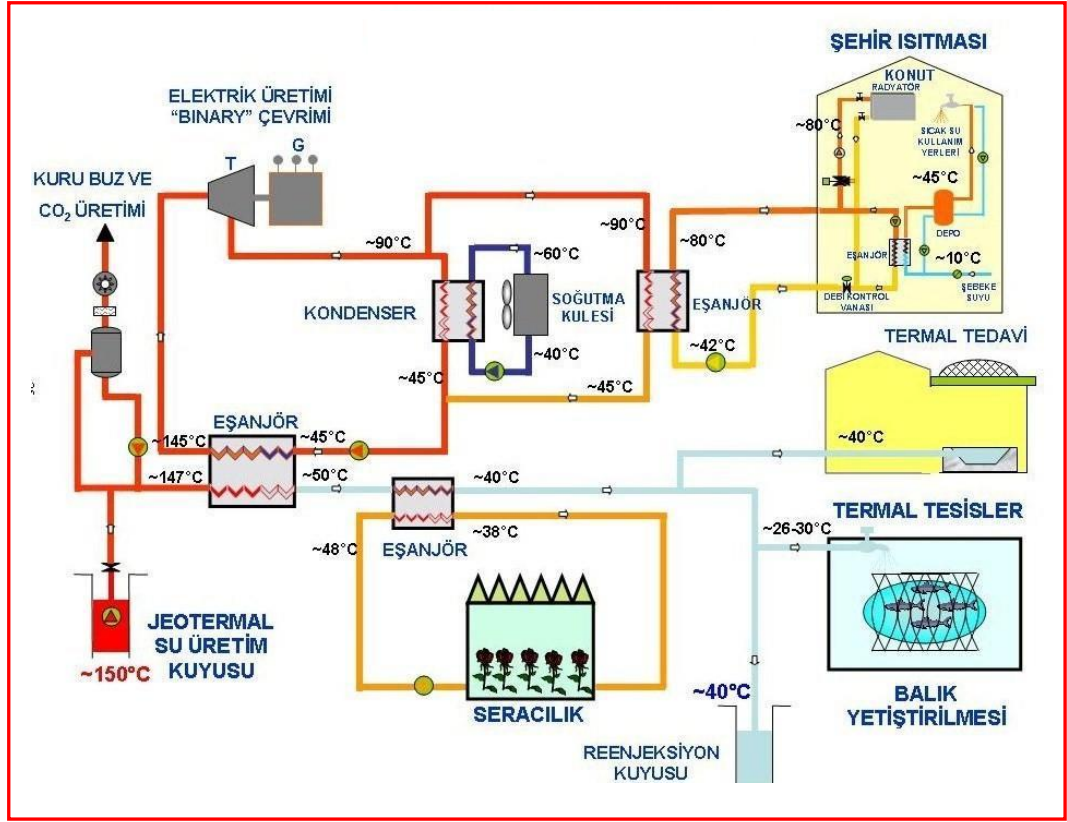
Jeotermal sahalardan üretilen akışkan, sıcaklık değerlerine göre oldukça geniş bir yelpazede kullanım olanağı sunmaktadır (Tablo 1.1). Düşük ve orta sıcaklıklı sahalardan üretilen jeotermal akışkan doğrudan kullanım olarak: sera, konut, tarımsal kullanımlar gibi ısıtmacılık uygulamasında; yiyecek kurutulması, kerestecilik, kâğıt ve dokuma sanayi, derecilik ve soğutma tesislerinde olmak üzere endüstriyel uygulamalarda ve borik asit,

amonyum bikarbonat, ağır su ve akışkandaki CO₂'den kuru buz elde edilmesi gibi kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır.

Tablo 1.1 Jeotermal akışkanın sıcaklıklarına göre kullanım alanları (Lindal diyagramı)

°C	
180	- Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	- Hidrojen sülfid yolu ile ağırsu eldesi, diatomitlerin kurutulması
160	- Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması
150	- Bayer's yolu ile alüminyum eldesi
140	- Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservecilikte)
130	- Şeker endüstrisi, tuz eldesi
120	- Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması
110	- Çimento kurutulması
100	- Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama
90	- Balık kurutma
80	- Ev ve sera ısıtma
70	- Soğutma
60	- Kümes ve ahır ısıtma
50	- Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi)
40	- Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri
30	- Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri
20	- Balık çiftlikleri

Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkandan ise elektrik üretilmekte olup entegre olarak diğer alanlarda da yararlanılmaktadır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 Jeotermal enerjiden entegre kullanım

Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi

Genelde elektrik üretimi, jeotermal kaynağın karakteristiğine bağlı olarak üç tip santralde yapılmaktadır:

1- Kuru buhar santralleri; türbini döndürmek için kuyudan üretilen kuru buhar direk olarak kullanılır.

2- Flaş buhar santralleri; yüksek basınçla kuyudan gelen akışkan separatörlerde basıncı düşürülerek su ve buhar olarak ayrılmakta ve ayrıştırılan buhar ile türbinin döndürülmesi sağlanmaktadır.

3- Binary cycle: Jeotermal akışkanın sıcaklığından faydalanılarak sudan daha az buharlaşma sıcaklığına sahip akışkan eşanjörde (heat-exchanger) buharlaştırılır ve buharlaşan bu akışkan ile türbinin döndürülmesi sağlanmaktadır. Son yıllarda buharlaşma noktaları düşük gazlar kullanılarak $T > 80^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar sıcaklıktaki akışkandan elektrik üretilmektedir.

Doğrudan Kullanım

Konut Isıtması (Merkezi Isıtma Sistemi)

Bir jeotermal merkezi ısıtma sistemini, kuyular, jeotermal, su iletim hattı, eşanjör merkezi, şehir içi şebekesi, kontrol sistemi ve reenjeksiyon (kullanılan jeotermal akışkanın kuyular ile yer altına geri basılması) sistemi oluşturmaktadır. Jeotermal akışkanın kimyasal kompozisyonuna göre gerektiğinde kuyu içi, kuyu başı ekipmanı, boru hattında meydana gelebilecek kabuklaşmayı engellemek için kuyu içine kimyasal madde dozajı (inhibitör) yapılmaktadır. Jeotermal akışkanın iletimi özel izolasyonlu borular aracılığı ile yapıldığında 0,1 – 0,3 °C /km. sıcaklık kaybı olmaktadır. Teknik ve ekonomik şartlar uygun olduğu durumda, jeotermal akışkan kilometrelerce mesafeye taşınabilmektedir.

Jeotermal ısı merkezine gelen jeotermal akışkanın enerjisi eşanjörler ile kapalı çevrimde dolaşan temiz suya aktarılmaktadır. Bu eşanjör sistemi ise, kuyu başı ve kuyu içi eşanjörleri şeklinde sahanın ve akışkanın özelliğine göre kurulmaktadır. Enerjisi aktarılan jeotermal su, mevcut termal tesislere verilmekte veya reenjeksiyon boru hattı ile yeniden yer altına gönderilmektedir. Böylece rezervuar ömrü artmakta ve boru elementi ve/veya tuzluluktan dolayı bitki örtüsüne zarar verilmemektedir. Jeotermal akışkan kimyasal özelliğine göre problem yaratmayacaksa ısıtma radyatör veya taban ısıtma sistemine direkt uygulama ile sağlanmaktadır.

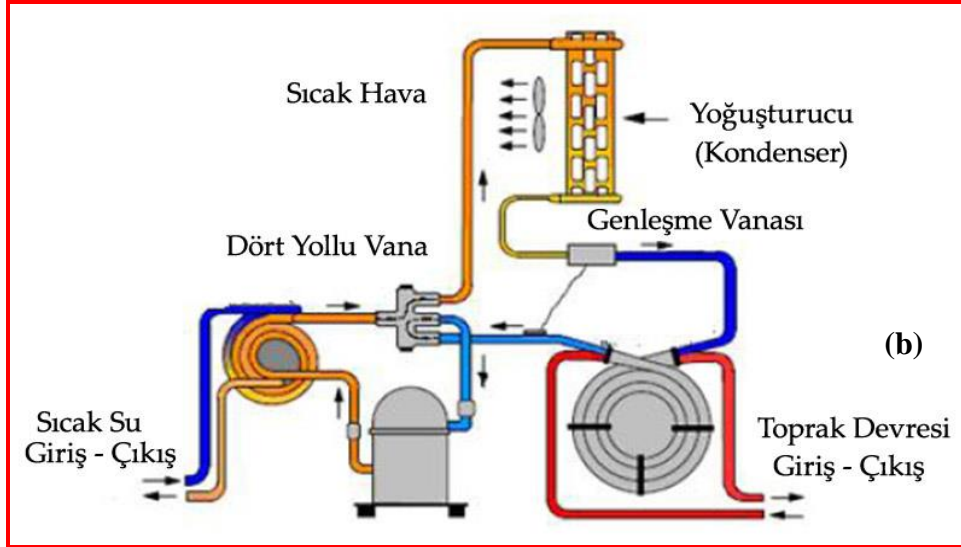
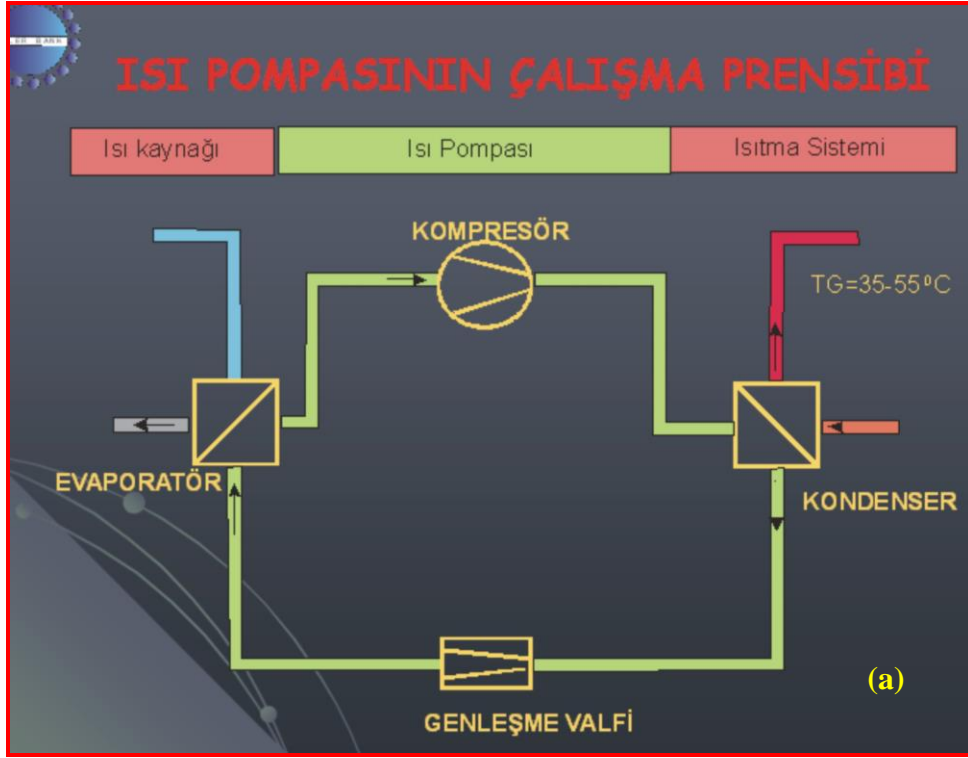
Yer ve Su Kaynaklı Isı Pompası (Ground Source Heat Pump)

Yer-Su kaynaklı Isı Pompası prensibi yeryüzünün belirli bir derinliğindeki sıcaklığın yıl içinde nispeten sabit kalması gerçeğine dayanır. Bu tür ısı pompalarının dizaynında alandaki jeolojik ve hidrojeolojik parametrelerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Jeotermal enerjiden ısı pompalarında iki şekilde yararlanılabilir.

Birincisi yeraltından yüzeye ulaşmış düşük sıcaklıktaki kaynak suları ısı pompalarında ısı taşıyıcı akışkan olarak kullanılabilir.

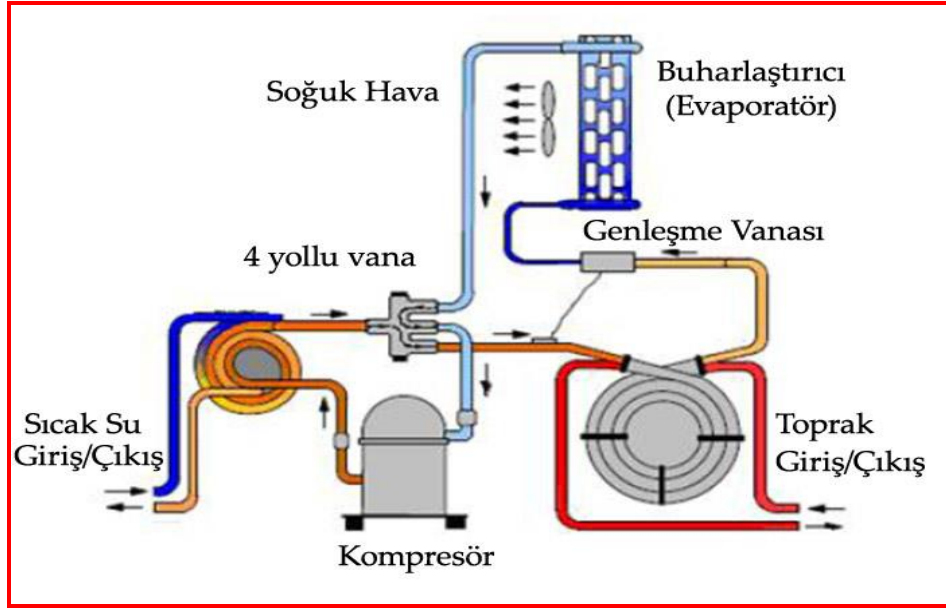
İkinci yöntem ise yeryüzünün derinliklerinde bulunan kayaçların jeotermal ısısından yararlanmaktır. Bu yöntem yer altı suyunun hiç bulunmadığı veya çok az miktarda bulunduğu yerlerde uygulanabilir. Tipik sondaj kuyusu derinliği 100 ile 200 m arasında olup ısı kapasitesi artırılmak istendiğinde sondaj derinliği artırılabilir.

Yer-Su Kaynaklı Isı Pompaları günümüzde ısıtma – soğutma ve sıcak kullanım suyu eldesinde kullanılmaktadırlar (Şekil 1.5, Şekil 1.6).



Şekil 1.5 Yer kaynaklı ısı pompasının (a) çalışma prensibi ve (b) ısıtma amaçlı çalıştırılması (Şen,...)

Yeraltından elde edilen -5 ve 10 $^{\circ}\text{C}$ sıcaklığı alarak $35-55$ $^{\circ}\text{C}$ ye kadar ısı sağlayabilir. Sıcaklık aralığı ne kadar az ise enerji etkinliği daha iyi kabul edilir. Yazın soğutma, kışın ısıtma amaçlı olarak kullanılabilir. Bu dönüşüme sahip ısı pompaları Avrupa'da sadece ısıtma amaçlı olmasına rağmen Japonya ve Kuzey Amerika'da hem soğutma hem de ısıtma amaçlı üretilmektedir.



Şekil 1.6 Yer kaynaklı Isı Pompasının soğutma amaçlı çalıştırılması (Şen, 2009)

2. DÜNYADA MEVCUT DURUM

Günümüzde Dünya’da, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolik enerji ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak gelecekte, fosil yakıtların giderek tükenmesi ve yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Jeotermal enerji, fosil yakıtlara alternatif yenilenebilir enerji kaynakları arasında en önemlilerinden biri durumundadır.

Dünyada aktif tektonik hatlar ve volkanik kuşaklar boyunca jeotermal akışkan çıkışları mevcut olup jeotermal akışkandan elektrik üretimi dünyada ilk olarak 1904 yılında İtalya’da Larderello sahasında gerçekleştirilmiştir.

Dünyadaki en önemli jeotermal sahalar;

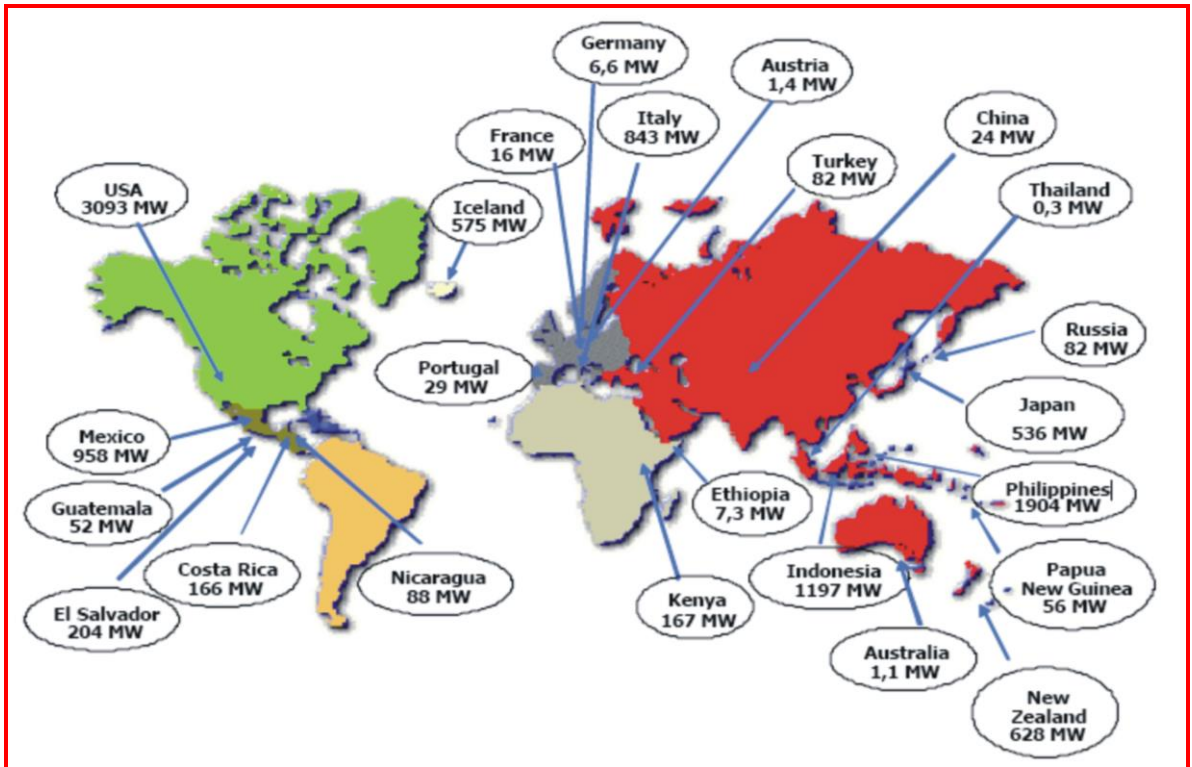
Geyser (Kaliforniya), Larderello (İtalya), Krafia- Nesjavellir- Reykjavik (İzlanda), Kamojang (Endonezya), Wairakei (Yeni Zellanda), Tongonan (Filipinler), Cerro Pieoto (Meksika), Wyoming (Yellowstone milli park-Amerika) ve Türkiye’de Menderes Grabeni’dir.



Şekil 2.1. (a) Yellowstone gayzer çıkışları (b) Reykjavik sahasındaki gayzer çıkışları.

2.1. Dünyada Elektrik Üretimi

Bugün İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda başta olmak üzere toplam 24 ülkede jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapılmaktadır. Halen dünyadaki jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesi 10.715 Mw düzeyindedir (Bertani, 2010).



Şekil 2.2 Dünyadaki kurulu jeotermal elektrik üretimi kapasiteleri (Bertani, 2010)

2.2. Dünyada Doğrudan Kullanım

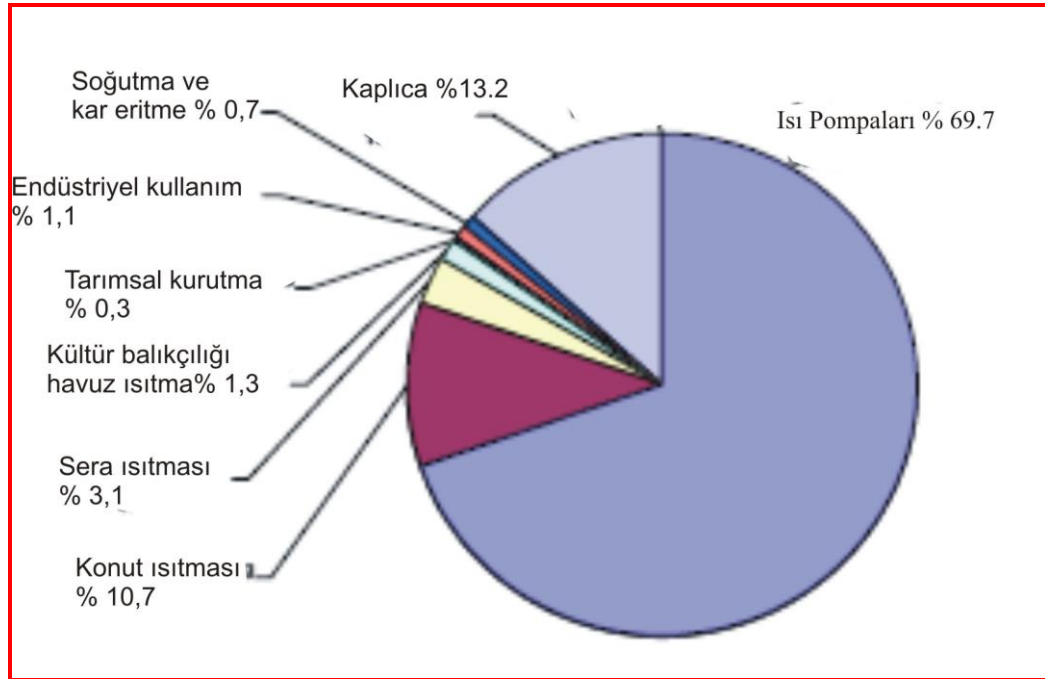
Dünya’da jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı merkezi ısıtma (konut ısıtma), sera, balneoloji, ısı pompası, endüstriyel kullanım vb. kategorilerde olup aşağıdaki tabloda ülkelere göre kurulu kapasite ve yıllık kullanım miktarları belirtilmektedir.

Tablo 2.1. Ülkelere ait doğrudan kullanım verileri (Lund et.al.,2010)

Ülke	Kapasite (MWt)	Yıllık Kullanım (GWh/yıl)
Arnavutluk	11.48	11.2
Cezayir	55.64	478.7
Arjantin	307.47	1,085.03
Ermenistan	1	4.2
Avustralya	33.33	65,3
Avusturya	662.85	1035.6
Belarus	3.422	9.4
Belçika	117.9	151.9
Bosna Hersek	21.696	70.9
Brezilya	360.1	1839.7
Bulgaristan	98.3	380.6
Kanada	1126	2464.9
Karayip adaları	0.103	0.8
Şili	9.11	36.6
Çin	8898	20931.8
Kolombiya	14.4	79.7
Kostarika	1	5.8
Hırvatistan	67.48	130.3
Çek Cumhuriyeti	151.5	256.1
Danimarka	200	694.5
Ekvator	5.157	28.4
Mısır	1	4.2
El Salvador	2	11.1
Estonya	63	98.9
Etiyopya	2.2	11.6
Finlandiya	857.9	2325.2
Fransa	1345	3591.7
Gürcistan	24.51	183.1
Almanya	2485.4	3546
Yunanistan	134.6	260.5
Macaristan	654.6	2713.3
İzlanda	1826	6767.5
Hindistan	265	707
Endonezya	2.3	11.8
İran	41.608	295.6
İrlanda	152.88	212.2
İsrail	82.4	609.2
İtalya	867	2761.6

Japonya	2099.53	7138.9
Meksika	155.82	1117.5
Makedonya	47.18	167.1
Hollanda	1410.26	2972.3
Yeni Zelanda	393.22	2653.5
Norveç	3300	7000.6
Polonya	281.05	417
Romanya	153.24	351.5
Rusya	308.2	1706.7
İsveç	4460	12584.6
İsviçre	1060.9	2143.1
Türkiye	2084	10246.9
İngiltere	186.62	236.1
Amerika	12611.46	15710.1

Yukarıdaki tablo incelendiğinde kurulu doğrudan kullanım kapasitesi bakımından en önemli ülkeler Amerika, Çin, İsveç Norveç ve Almanya olup dünya kapasitesinin % 60'ını oluşturmaktadır. Yıllık enerji kullanımında ise Çin, Amerika, İsveç, Türkiye ve Japonya ilk beşte yer almaktadır.



Şekil 2.3 Dünyada doğrudan kullanım alanlarının kurulu kapasite dağılım diyagramı (Lund, 2010).

Dünya çapında doğrudan kullanım arasında ısı pompaları, balneoloji ve konut ısıtmacılığının diğer kullanımlara göre daha yaygın olduğu görülmektedir (Şekil 2.3). 78

ülkede jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı yapılmaktadır. Bu sayı, 1995 yılında 28, 2000 yılında 58, 2005 yılında 72 olarak kaydedilmiş olup son 15 yılda önemli bir artış göstermiştir. Güncel raporlar değerlendirilerek, 2009 yılı sonunda doğrudan kullanım için kurulu termal güç 50,583 MW olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, 2005 ten günümüze yaklaşık 79% luk bir artışı, yıllık % 12.3 büyümeyi göstermektedir (Lung, 2010).

3. TÜRKİYEDE MEVCUT DURUM

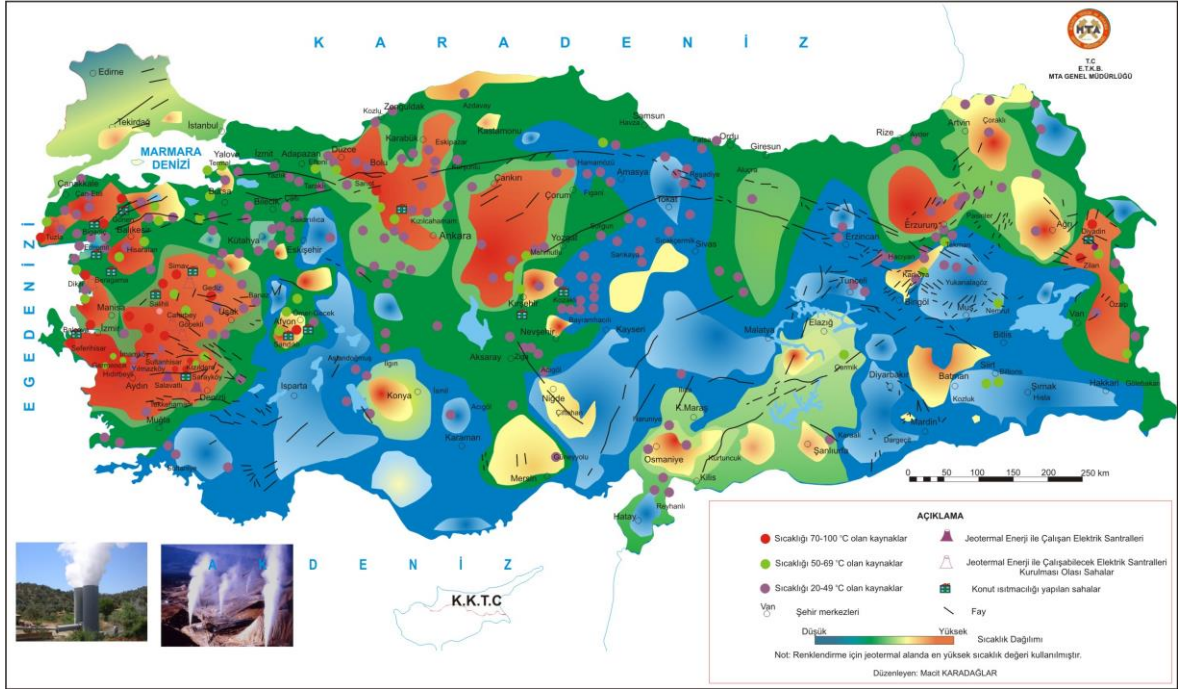
Türkiye jeotermal kaynaklarının zenginliği açısından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yerini almakta olup en yaygın olan uygulamalar konut ısıtmacılığı, balneoloji, elektrik üretimi, seracılık ve endüstriyel mineral eldesi (CO₂) vb. amaçlarla kullanılmaktadır.

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de jeotermal alanlar farklı tektonik kuşak ve/veya volkanik alanlar üzerinde bulunmaktadır. Alp Orojenezine bağlı olarak gelişmiş farklı tektonik kuşakların etkisiyle ülkenin farklı bölgelerinde zengin jeotermal enerji potansiyeli bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda ülke genelinde tektonizmanın etkisiyle ülkenin batısında incelen kabuk, jeotermal kaynakların oluşması ve doğal olarak yüzeye çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ülkenin batısında yüksek entalpili (>150°C) elektrik üretilen jeotermal alanlar bulunmaktayken, tektonik sıkışmanın etkisiyle gelişen daha düşük entalpili alanlar ise doğu bölgelerde gözlenmektedir (Haklıdır, 2008).

Batı Anadolu’da Yalova, Çanakkale, Bursa, Balıkesir, Denizli Manisa, İzmir, Aydın, Kütahya illerinde yoğunluk kazanan jeotermal alanların yanı sıra Orta Anadolu’da ve Doğu Anadolu’da ise Kuzey Anadolu ile Doğu Anadolu Fay Zonları kesişim alanlarına yakın bölgelerde Bingöl, Erzurum ile Ağrı’da orta ve düşük entalpili jeotermal kaynaklar bulunmaktadır. Ülkenin güneyinde ise Osmaniye ve Antakya illerinde düşük entalpili jeotermal alanlar bulunmaktadır.

Türkiye tahmini 31,500 MWt (5,000,000 konut eşdeğeri) (Mertoğlu vd., 2010) jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünyada 7. sırada yer almaktadır. Ülkemizde 186 jeotermal saha ve yaklaşık 1500’ün üzerinde sıcak su kaynağı ve kuyusu bulunmaktadır. Söz konusu kaynak ve kuyulardan üretilen ısı değerinin ise 4078 MWt ‘dır (MTA resmi web sitesi).

Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Şekil 3.1. Türkiye’de Jeotermal kaynakların dağılımını gösterir harita.

3.1. Türkiye’de Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi

Batı Anadolu’da yüksek entalpili jeotermal sahalar bu alanlarda elektrik üretimini olanaklı kılmaktadır. Türkiye’de elektrik üretimine uygun 18 adet jeotermal saha bulunmaktadır (MTA resmi web sitesi). Söz konusu sahalarla ilgili bilgiler Tablo 3.1 de yer almaktadır.



Şekil 3.2 Jeotermal Elektrik Enerjisi Santraline ait görünüm.

Tablo 3.1. Türkiye’de jeotermal elektrik üretimi açısından uygun sahalardan mevcut durumları (MTA web sitesinden güncelleştirilerek alınmıştır)

Jeotermal Alan	Sıcaklık	
Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere	287,5	MTA tarafından ihale edilecek
Denizli-Kızıldere	200-242	15 Mwe-6,85 Mwe
Aydın-Germencik	200-232	47,4 Mwe kurulu güç
Aydın-Pamukören	188-200	MTA tarafından ihalesi yapılmış
Kütahya-Şaphane	181	MTA tarafından ihale edilecek
Çanakkale-Tuzla	174	7,5 Mwe kurulu güç
Aydın-Salavatlı	171	795 Mwe ve 9,5 Mwe kurulu güç
Kütahya-Simav	162	Doğrudan kullanım (Isıtma)
İzmir-Seferihisar	153	3,2 Mwe projelendirilmiş
Aydın-Umurlu	155	4,85 Mwe projelendirilmiş
Manisa-Salihli-Caferbey	150	15 Mwe projelendirilmiş
Aydın-Sultanhisar	145	MTA tarafından ihale edildi
Aydın-Yılmazköy	142	MTA tarafından ihale edildi
Aydın-Hıdırbeyli	143	9,5 Mwe projelendirilmiş
İzmir-Balçova	136	Doğrudan kullanım
İzmir-Dikili	130	Doğrudan kullanım
Aydın-Nazilli	127	MTA tarafından ihale edildi
Aydın-Atça	124	9,5 Mwe projelendirilmiş

3.2. Türkiyede Doğrudan Kullanım

Türkiye de jeotermal enerjiden doğrudan kullanım olarak merkezi ısıtma, seracılık ve balneoloji (termal turizm) alanlarında yararlanılmaktadır (Tablo 3.2). Ülkemizde 18 yerleşim biriminde merkezi konut ısıtması (86443 konut eşdeğeri, 787.49 MWt), 15 sahada seracılık (389.48 Mwt) ve 350 adet termal tesis balneolojik amaçlı kullanılmaktadır.

Tablo 3.2 Türkiye’deki konut ısıtmacılığındaki mevcut durum

Yer	Konut eşdeğeri	Kurulu Güç (Mwt)
Afyon	8000	72
Balçova-İzmir	34100	306,9
Bergama-İzmir	450	4,05
Bigadiç-Balıkesir	1950	17,55
Dikili-İzmir	2500	22,50
Diyadin-Ağrı	570	5,13
Edremit-Balıkesir	4881	43,93
Gönen-Balıkesir	2500	22,50
Güre-Balıkesir	650	5,85
Kırşehir	1800	16,20
Kızılcahamam-Ankara	2500	22,5
Kozaklı-Nevşehir	1500	13,5
Salihli-Manisa	7292	65,63
Sandıklı-Afyon	6000	54
Sarayköy-Denizli-Bereket	2200	19,80
Sarıkaya-Yozgat	550	4,95
Simav-Eynal-Kütahya	7500	67,50
Sorgun-Yozgat	1500	23
TOPLAM	86443	787,49

3.3. Türkiye’de Seracılık Uygulamaları

Dünyada 10 Bin dönüm, Türkiye’de ise 635 dönüm jeotermal sera vardır (Tablo 2.4). Şanlıurfa’daki 106 dönümlük jeotermal seradan Avrupa’ya ihracat yapılmaktadır. Seraların jeotermal ile ısıtılmasının getirdiği çok önemli avantajlar vardır. Bunlar;

- Jeotermal ısıtma, verimi %50-60 artırmaktadır.
- Sera atmosferine jeotermal karbondioksitin verilmesi verimi %40 artırmaktadır (fotosenteze destek CO₂ gübrelemesi).

Sera içi sıcaklık döllenme için gereken sıcaklığın üstünde olmakta bu da verimi artırmaktadır. Bu sayede gerekli havalandırma yapılabilmekte ve sera içi rutubet

yükselmekte ve bundan kaynaklanabilecek hastalıklar oluşmamaktadır. Bu, Avrupa Birliği'nin ve Uluslararası Gıda/Sağlık örgütlerinin istediği bir koşuldur.

Tablo 3.3. Türkiyede seracılık uygulamalarında mevcut durum

Yer	Sera alanı (dekar)	Tahmini güç (Mwt)
Afyon	50	9,80
Aydın-Gümüşköy	60	11,76
Balçova-İzmir	17	3,33
Dikili-İzmir	880	117,6
Gölemezli-Denizli	110	21,56
Kırşehir	50	9,80
Kızılcahamam-Ankara	0,5	0,1
Kozaklı-Nevşehir	67	13,13
Salihli-Manisa	250	49
Sandıklı-Afyon	81,5	15,97
Sarayköy (Tosunlar+Kızıldere)	152,8	29,94
Simav-Eynal-Kütahya	310	60,76
Sorgun-Yozgat	15	2,94
Urfa	170	33,32
Yenicekent-Denizli	53,4	10,47
TOPLAM	2213.8	389.48

3.4. Türkiye'de Jeotermal enerji ile ilgili kuruluşlar

Türkiye'de jeotermal enerji ile ilgili olarak çalışan çeşitli kamu kurum, üniversite ve dernekler mevcuttur. Bunlar aşağıdaki alt başlıklar halinde verilmektedir:

Kamu Kurumları: İller Bankası, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, İl Özel İdareleri

Üniversiteler

Dernekler: Türkiye Jeotermal Derneği, Jeotermal Kaynaklı Belediyeler Birliği, Jenarum (Dokuz Eylül Üniversitesi), Yenilenebilir Enerji Enstitüsü (Hacettepe Üniversitesi)

Neden Jeotermal Enerji?

- Yenilenebilir, sürdürülebilir ve tükenmeyen enerji
- Doğal kaynağımız
- Temiz, çevre dostu
- Çok amaçlı ısıtma uygulamaları için ideal (konutta, tarımda, endüstride, sera ısıtmasında vd.)
- Entegre kullanım
- Meteorolojik koşullardan bağımsız (rüzgar, yağmur, güneş v.b.'den bağımsız)
- Fosil ve diğer alternatif enerji kaynaklarına göre çok **daha ucuz**
- Arama kuyuları üretim ve bazen reenjeksiyon kuyularına dönüştürülebilir
- Güvenilir (yangın, patlama, zehirlenme riski yok)

4. DEĞERLENDİRME

Türkiye'nin enerji politikası ve Kyoto protokolü kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gün geçtikçe artmaktadır.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu kapsamında jeotermal sahaların izlenmesi ve kontrolünde İl Özel İdareleri oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca Türkiye'de konut ısıtmacılığı örnekleri incelendiğinde yatırım faaliyetlerinin büyük oranda Belediyeler ve İl Özel İdare'ler ortaklığı ile gerçekleştirildiği görülmektedir.

Jeotermal kaynağı bulunan Belediye ve İl özel idareleri yerli ve yenilenebilir bu kaynağın potansiyeline bağlı olarak konut ısıtmacılığı, seracılık, balneoloji ve endüstriyel kullanım açısından değerlendirilmesi konusunda teşvik edilerek kalkınmasına yardımcı olunmalıdır.

Jeotermal Kaynak bulunmayan yerlerde ise, yer ısısından faydalanmak üzere konut ısıtmacılığında ve soğutulmasında ve tüm dünyada yaygın olarak kullanılan "ısı pompaları"nın tanıtılarak kullanımının yaygınlaştırılması önem taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

Bertani R., 2010, Geothermal Power Generation in the World 2005–2010 Update Report, World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia

Geothermal Resources Council Bulletin, September 1993, USA.

Haklıdır, F.T., 2008, Türkiye'deki Jeotermal Alanlar ve Bu Alanlardaki Farklı Güncel Uygulamalara Bakış, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul

Lindal, B., Industrial and other Applications of Geothermal Energy, Armstead, H.C.H
Geothermal Energy, UNESCO, 1973, Paris.

Lund, J.W., Freeston, D.H, Boyd, T., 2010, Direct Utilization of Geothermal Energy 2010
Worldwide Review, World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia

MTA Resmi web sitesi

Şen, B., Toprak-Su kaynaklı Isı Pompası Sistemlerinin Uygulanması, Form Endüstri
Ürünleri.