

Jeotermal Enerji Santrallerinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi

The Assessment of Geothermal Power Plants for Turkey

Mehmet IŞIKSOLUĞU¹, Mehmet KURBAN², Emrah DOKUR³

^{1,2,3} Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
¹mehmetisiksolugu@gmail.com, ²mehmet.kurban@bilecik.edu.tr, ³emrah.dokur@bilecik.edu.tr

Özet

Jeotermal enerji, ülkemiz için kullanılabilirlik açısından en uygun yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Birincil enerji kaynaklarının tükeniyor olması ve mevcut kaynakların yeryüzünde homojen şekilde dağılmamış durumda olmasından, kaynakları elinde bulunduran ülkelerin stratejik açıdan avantajlı olduğu gerçeği göz önüne alındığında, Türkiye için yerli ve yenilenebilir enerjinin vazgeçilmezliği anlaşılabacaktır. Ülkemizde hızla artmakta olan enerji ihtiyacının bir kısmı milli servetimiz olan jeotermal kaynaklarımızdan karşılanabilir. Bu çalışmada, Türkiye'nin mevcut jeotermal enerji potansiyeli analiz edilmiş ve elektrik enerjisi üretmek için kullanılan ve kullanılabilecek jeotermal enerji kaynakları ve de jeotermal santraller incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Jeotermal Enerji, Buhar Çevrimi.

Abstract

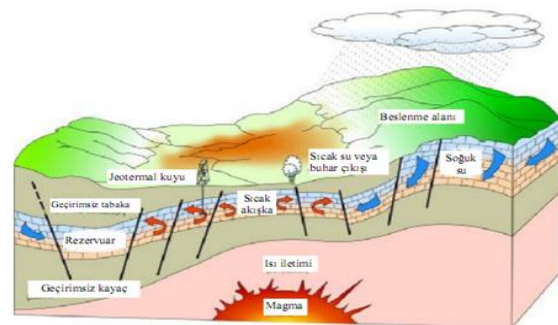
Geothermal energy is renewable energy source which is one of the most suitable energy in terms of usability for our country. Primary energy sources are running out and available resources are not distributed homogeneously on the earth, when we think that holding the resources gives strategically advantageous to countries, we can understand that local and renewable energy sources are necessary for Turkey. In our country, a part of energy that has been needed, can be supplied by geothermal energy source. In this paper existing geothermal energy potential of Turkey is analyzed and geothermal energy sources that can be used for generating electricity and geothermal power plants observed.

Keywords:Renewable Energy, Geothermal Energy, Steam Cycle.

1. Giriş

Jeotermal kelimesi Yunanca jeo (yer) ve termal (ısı) kelimelerinden gelmektedir. Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yer altı ve yer üstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buharın yeryüzüne taşıdığı ısı enerjisi olarak tanımlanabilir. Bu enerjiyi yeryüzüne taşıyan akışkana jeotermal akışkan denir. Ayrıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanılan, yerin derinliklerindeki sıcak kuru kayalar da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilir.[1]

Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmeyen, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür. Jeotermal kaynağın akışkanını oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından, yeraltındaki potansiyellerini geri besleme ile sürekli olarak korumakta ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle beslemenin üzerinde tüketim olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir. Jeotermal sistem, ısının yüksek olan kaynaktan düşük olan kaynağa taşınması şeklinde tanımlanabilir. Şekil 1’de ideal bir jeotermal sistem şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1: İdeal bir jeotermal sistemin şematik gösterimi [2]

Jeotermal sistemler, sıcaklıkları bakımından üç grupta incelenir:

- Düşük entalpili bölgeler: 20 - 70 °C sıcaklığa sahip bölgeler.
- Orta entalpili bölgeler: 70 – 150 °C sıcaklığa sahip bölgeler.
- Yüksek entalpili bölgeler: 150 °C'den büyük sıcaklığa sahip bölgeler.

Jeotermal sistemler fiziksel yapı olarak ise üç grupta incelenir:

- Sıvı etkin sistemler: Bu sistemde rezervuardaki akışkan sıvı haldedir.
- İki fazlı akışkan etkin sistemler: Bu sistemde rezervuarda su ve su buharı beraber bulunur.
- Buhar etkin sistemler: Bu sistemde rezervuarda kızgın buhar bulunmaktadır.[1]

Dünyanın merkezi cömert bir enerji kaynağıdır. Yakıtlar; petrol, gaz ve kömür bu enerjilerin bir kısmını oluşturur. Aynı zamanda termal enerji olarak adlandırılan ısı açık farkla daha fazladır. Yeryüzünün 4000 mil (6437 kilometre) altında, 9000 ° F (4982°C) 'dan daha fazla sıcaklığa erişilebilir. Isı (jeotermal enerji) çekirdekten dışa doğru çevresini ısıtarak çıkar. Erimiş kaya yüksek basınç ve sıcaklıkta, magma içinde dolaşır. Magma bazen lav şeklinde yüzeye çıkar, fakat çoğu zaman aşağıda kalır ve çevresindeki kayaları ısıtır. Sular çatlak veya gözenekli kayalardan sızarak yüzeyin altına akar ve buhar veya sıcak su depolarını oluşturur. Bu sular çok çeşitli uygulamalarda ve elektrik üretiminde kullanılabilir.[3]

2. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli

Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde olması nedeniyle genç tektonizma ve volkanizmanın yoğun olduğu ülkemiz, jeotermal enerji teorik potansiyel açısından dünya sıralamasında yedinci uygulamalar açısından dünyada beşinci ve Avrupa'da ise birinci durumdadır.



Şekil 2: Türkiye'nin genç tektoniği volkanik etkinliği ve jeotermal alanların dağılımı[4]

Ülkemizde jeotermal sahalar büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal kaynakların %95'i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup çoğunlukla Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da bulunmaktadır.

Tüm jeotermal kaynaklarımız değerlendirildiğinde milli ekonomiye yılda yaklaşık 20 milyar \$'lık net katkı yapacaktır. Haziran 2007 itibarıyla jeotermal kaynak potansiyelimizin ancak %7'si değerlendirilmektedir.

Türkiye'de jeotermal enerji, elektrik üretimi, konut-sera ısıtmacılığı, kimyasal madde üretimi, deri işlemesi ve sağlık turizmi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Türkiye'deki jeotermal enerji tüketiminin %87'si ısıtma amaçlıdır.

Jeotermal sistemlerin geliştiği ülkeler, bilinen bazı tektonik ve/veya aktif volkanik kuşaklar üzerinde bulunmaktadır. Ülkemizde de genç tektonizma ve volkanizma yaygın olarak gelişmiştir. Buna bağlı olarak gelişen sistemler oldukça zengin jeotermal enerji potansiyeli yaratmıştır. Aktif faylarla sınırlı grabenler ve yaygın genç volkanizmaya bağlı olarak gelişen doğal buharların, hidrotermal alterasyonların ve sıcaklığı 25-103 °C arasında değişen 600 ün üzerindeki sıcak su kaynağının varlığı, ülkemizin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye jeotermal potansiyeli bakımından, Avrupa'da ilk, dünyada ise yedinci ülke konumundadır. Sadece kaynakların boşalımları değerlendirildiğinde potansiyel 600 MWt potansiyel kullanılabilir hale getirilmiştir. Kaynaklarla birlikte potansiyel, Şubat- 2005 itibarıyla 3375 MWt'a ulaşmıştır.

Devlet Planlama Teşkilatı'nın (DPT) 9. Plan dönemindeki öngörüsüne göre (2007-2013) jeotermal elektrik üretimi, ısıtma (konut, termal tesis vb), sera ısıtma, kurutma, termal turizm hedeflerine ulaşılması için gerekli olan yatırım tutarları toplamı 3 milyar 250 milyon USD olmaktadır. Buna karşılık yaratılacak ekonomik büyüklük 16 milyar USD/yıl'dır[5].

3. Jeotermal Enerji İle Enerji Üretim Yöntemleri

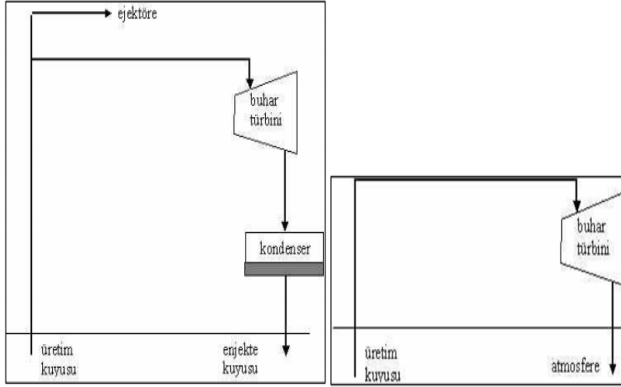
Jeotermal kaynaklar çok farklı termodinamik, kimyasal, çevresel ve fiziksel özelliklere sahiptir. Jeotermal kaynağın durumuna bağlı olarak elektrik üretmek için farklı çevrimler kullanılır. Bu çevrimler aşağıda sıralanmıştır:

- Kuru- buhar çevrimi
- Tek ve çift püskürtmeli çevrimler
- Binary (ikincil) çevrim
- Kombine tek püskürtmeli- binary (ikincil) çevrimi

3.1. Kuru - Buhar Çevrimi

Tüm jeotermal santral türleri arasında en basit olanı kuru buhar santralleridir. Bu tür santraller temel olarak doymuş veya kızgın jeotermal buhar bulunan bölgelerde kullanılabilir. Dünyada doymuş veya kızgın jeotermal sıvı bulunan jeotermal alanlar oldukça sınırlıdır. Jeotermal kaynaktan çıkan buhar, kuru buhar veya hafif kızgın buhar şartlarında ise doğrudan buhar türbini jeneratör grubuna gönderilerek elektrik üretilebilir. Dünya’ da bu özelliklere sahip kaynaklara örnek olarak, İtalya- Larderello’ da ki ve ABD- The Geysers’ deki Kaynaklar verilebilir. [6]

Şekil 3:Kondenserli ve kondensersiz kuru buhar çevrim



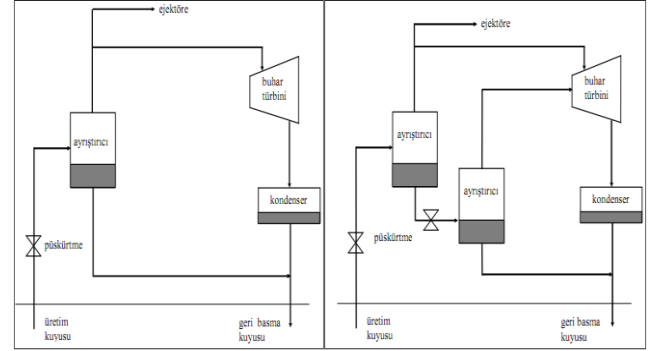
akış şeması [6]

En basit ve en ekonomik jeotermal çevrim kondensersiz kuru buhar çevrimidir (Şekil 3). Bu çevrimde, jeotermal kuyudan çıkarılan buhar bir türbinden geçtikten sonra atmosfere atılır. Türbinin çıkışı doğrudan atmosfere açık olduğundan buhar, türbini atmosfer basıncında terk eder. Bu çevrimin avantajı kondenser olmadığı için santralin yapım ve işletme masraflarının kondenserli santrallere göre daha az olmasıdır. Bu çevrimin istenmeyen bir sonucu ise jeotermal buharın doğrudan atmosfere atılmasının çevre kirliliğine yol açmasıdır.[7]

3.2. Tek ve çift püskürtmeli çevrimler

Yer altından çıkarılan jeotermal akışkanın tamamen buhar fazında olması yaygın değildir. Çıkarılan jeotermal akışkan genellikle doymuş sıvı- buhar karışımıdır. Bu durumlarda buhar yüzdesi yeterince yüksekse buhar sıvıdan ayrıştırılır ve buhar türbine gönderilirken sıvı yer altına enjekte edilir. Buhar yüzdesinin düşük olduğu veya jeotermal akışkanın tamamen sıvı fazında olduğu durumlarda püskürtmeli buhar çevrimleri kullanılmaktadır. Püskürtme işlemi kısımla vanalarının çalışma prensibine göre püskürtme havuzu adı verilen bir yerde gerçekleştirilir. Jeotermal akışkanın püskürtme odasının çıkışında basıncın daha

düşük fakat entalpinin girişteki akışkanla aynı olması dolayısıyla sıvının belli bir yüzdesi buharlaşır. [6]

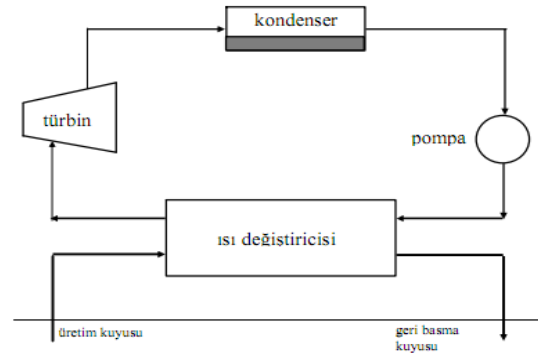


Şekil 4:Tek ve çift püskürtmeli çevrim jeotermal elektrik santral[7]

Püskürtme işleminden sonra çift fazlı akışkan bir ayrıştırıcıya gönderilir. Ayrıştırıcıda çeşitli yöntemler ile buhar ve sıvı birbirinden ayrılır. Siklon ayrıştırıcıları buhar ve sıvı arasındaki büyük yoğunluk farkını kullanarak, santirfuj hareketi sonucunda sıvı ile buharı ayrıştırır. Bu tip ayrıştırıcılar kuruluk derecesi % 99.9 a kadar olan buhar üretimini gerçekleştirebilmektedir. [8]

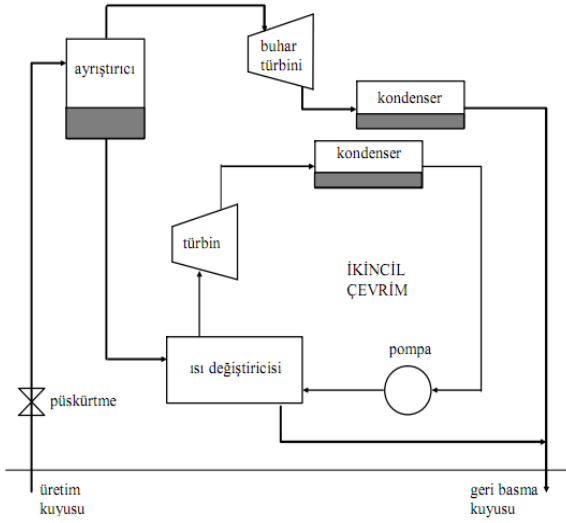
3.3. Binary (ikincil) çevrim

Düşük sıcaklıkta (genellikle 170°C'nin altı) ve sıvı ağırlıklı jeotermal kaynaklardan elektrik üretiminde ikincil çevrim diye adlandırılan bir çevrim kullanılır. Bu çevrimde türbinden geçen aracı akışkan jeotermal buhar değil fakat ikincil akışkan adı verilen ve kaynama sıcaklığı suyun kaynama sıcaklığından çok daha düşük olan bir akışkandır. Bu çevrimde jeotermal akışkan çevrimin ısı kaynağını oluşturur. İzobütan, izopentan, pentan ve R-114, jeotermal ikincil çevrim santrallerinde yaygın olarak kullanılan ikincil akışkanlardır.[7]



Şekil 5: İkincil çevrim jeotermal elektrik santrali

3.4. Kombine tek püskürtmeli- binary (ikincil) çevrimi



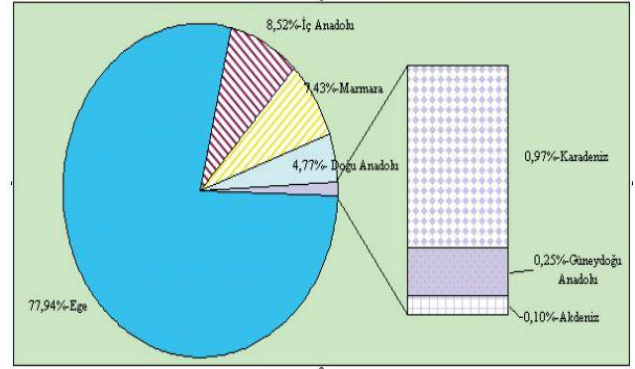
Şekil 6: Kombine tek püskürtmeli- binary (ikincil) çevrimi elektrik santrali

Jeotermal elektrik üretiminde özellikle son 20 yılda geliştirilen ve ikili (binary) çevrim olarak adlandırılan bir sistemle, buharlaşma noktaları düşük gazlar (freon, izobütan vb.) kullanılarak $70^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar sıcaklıktaki sulardan elektrik üretilebilmektedir. Bu çevrim hem püskürtmeli hem ikincil çevrimlerin avantajlarından aynı anda yararlanmayı amaçlar. Bu çevrim yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynaklar için uygundur ve bu özelliğiyle çift püskürtmeli çevrimlere bir alternatif oluşturur. Jeotermal akışkan püskürtme havuzunda püskürtüldükten sonra elde edilen buhar bir buhar türbininden geçer ve elektrik elde edilir. Kondenserde yoğunlaştırılan jeotermal akışkan geri basılır. Püskürtme havuzundan çıkan jeotermal sıvı ikincil çevrimin ısı değiştiricisinden geçerek ısı enerjisini ikincil akışkana transfer eder ve geri basılır. İkincil akışkan ikincil çevrimin türbininden geçerek elektrik elde edilir ve ikincil çevrim tamamlanır.[7]

3.5. Türkiye'deki Jeotermal Elektrik Üretim Tesisleri

Potansiyel oluşturan alanlar Batı Anadolu'da yoğunlaşmıştır. Bu günkü verilere göre mevcut jeotermal kaynağın %78 kadarı Ege bölgesinde bulunmaktadır[5].

Şekil 7: Türkiye'de Jeotermal Potansiyel Alanların Bölgelere Göre Dağılımı[9]



3.5.1. Denizli-Kızıldere Jeotermal Santrali

Santral ülkemizde geliştirilen en büyük jeotermal saha olan Kızıldere Jeotermal Sahası'nda yer almaktadır. MTA'nın raporlarında sahada açılan 6 adet kuyunun elektrik enerjisi üretimine uygun olduğunun belirtilmesinden sonra 1984 yılında TEK (şimdiki adı ile EÜAŞ) tarafından 17.4 MWe kapasiteli bir santral kuruldu ve devreye alındı. Santral en son açılan R1 kuyusu ile birlikte toplam 9 kuyudan üretim yapmaktadır. R1 kuyusu 244°C 'lik sıcaklık değeri ile Türkiye'nin en sıcak kuyusudur. 1 Eylül 2008 tarihinde ADÜAŞ özelleştirme ihalesiyle santral Zorlu Doğal Elektrik Üretim A.Ş. yönetimine geçmiştir.

Debi yetersizliği, santralin atık suyunda bulunan bor mineralinin Büyük Menderes sulama suyunu olumsuz etkilemesi nedeniyle DSİ tarafından durdurulması gibi nedenlerden dolayı sürekli tam güçte çalıştırılmayan santralin, özelleştirilmesinden sonra yapılan kapasite artırımı çalışmalarından sonra kapasitesi 6MWe den 14MWe ye çıkarılmıştır[10].

3.5.2. Dora-1 Jeotermal Enerji Santrali

Aydın Sultanhisar-Salavatlı Jeotermal Sahası'nda 8,5 MWe kurulu gücündeki DORA-1 Jeotermal Elektrik Santrali yatırımı Menderes Geothermal Elektrik Üretimi A.Ş. tarafından gerçekleştirilmiştir. Aydın-Nazilli arasında Aydın'a 26 km uzaklıktaki santralin yatırım çalışmalarına 2004 yılında başlanmış bu kapsamda sahada iki yeni kuyu daha açılmıştır. 2006 yılında deneme üretimine başlanmıştır.

Santral sahada AS-1 ve ASR-2 olarak adlandırılan iki kuyudan üretim yapmaktadır, AS-2 kuyusu ise re-enjeksiyon kuyusu olarak kullanılmaktadır. Bu kuyulardan AS-1 üretim kuyusu 1.510 metre derinlikte olup bu kuyudan 168°C jeotermal akışkan üretimi yapılmaktadır. ASR-2 kuyusu 1.300 metre derinliğe sahip olup bu kuyudan 166°C de jeotermal akışkan üretilmektedir.

DORA-1 jeotermal santrali ikincil çevrim (binary cycle) teknolojisini kullanarak elektrik enerjisi üretmektedir. Santralin otomasyonu SCADA sistemiyle sağlanmış;

türbinin ihtiyacına göre kuyuların debisi otomatik olarak azaltılmakta veya artırılmaktadır [10].

3.5.3. Bereket Jeotermal Enerji Santrali

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda, Kızıldere'den 2.5 km uzaklıkta Denizli-İzmir karayolu üzerinde kurulu olan santral Bereket Jeotermal A.Ş. tarafından 2008 yılında işletmeye alınmıştır. Santral 6,85 MWe kurulu güce sahiptir ve çift çevrimli santraldir. Santralden çıkan jeotermal akışkan Sarayköy Bölge Isıtma Sistemine ait ısı değiştirgeçlerine gönderilmektedir burada 50 °C sıcaklığına düşen akışkan re-enjeksiyon hattıyla rezervuara geri gönderilmektedir[10].

3.5.4. Germencik-Ömerbeyli Jeotermal Enerji Santrali

Aydın-Germencik Jeotermal Santrali 47.4 MWe'lik kurulu gücü ile Türkiye'nin en büyük Jeotermal Santrali'dir. Gürmat Elektrik Üretim A.Ş. tarafından Aydın Germencik-Ömerbeyli jeotermal sahasında kurulan santral 2009 yılı Mart ayında üretime başlamıştır.

Ömerbeyli Jeotermal Sahası'nda MTA tarafından 1982-1986 yılları arasında dokuz adet arama ve üretim kuyusu açılmıştır. Jeotermal santralin jeotermal akışkan üretimi ve atık jeotermal su enjeksiyonu için 9 adet yeni jeotermal kuyu açılmıştır. ÖB-5, 6, 8, 10, 11, 14, 17 ve 19 no.lu kuyular üretim, ÖB-9, AG-22, 24, 25 ve 26 no.lu kuyular jeotermal su enjeksiyon ve ÖB-3 kuyusu ile kondense su enjeksiyonu için kullanılmaktadır.

Santral, rezervuar sıcaklığının ortalama 220 °C'nin üzerinde olması ve su baskın bir rezervuar olması nedeniyle, ekonomik ve güvenilir özellikleriyle öne çıkan Double Flash (Çift Kademeli Besleme) sistem olarak tasarlanmıştır. Bu sistem Single Flash (Tek Kademeli Besleme) sistemlere göre aynı miktar buhar kullanarak yüzde 10-15 daha çok enerji üretimi sağlamaktadır.[10].

3.5.5. Dora-2 Jeotermal Enerji Santrali

Salavatlı jeotermal sahası içerisindeki DORA-2 Jeotermal Enerji Santrali 9.5 MWe kurulu güce sahiptir. Aydın il merkezine 26 km uzaklıktaki santral Sultanhisar ve Köşk sınırları dâhilinde bulunmaktadır. Menderes Geothermal Elektrik Üretim A.Ş. tarafından gerçekleştirilen ikinci jeotermal enerji santralidir. İlki Dora-1 Jeotermal Enerji Santrali bu santrale 4 km uzaklıktadır ve aynı teknik özelliklere sahiptir.

İkincil çevrim (binary cycle) teknolojisi kullanılan santralde jeotermal akışkan kapalı devresisteminde kullanıldıktan sonra re-enjeksiyon kuyularına aktarılmaktadır[10].

3.5.6. Türkiye'de Elektrik Üretimine Uygun Sahalar

Jeotermal enerji üretiminin ticari uygulanabilirliği; arazi, üretim/enjeksiyon kuyuları, santralin sermaye masrafları, santralden üretilen ve satılan enerji miktarı, üretilen enerjinin pazar değeri ve sahanın ömrüne bağlıdır. Jeotermal santrallerin inşasında fosil yakıtlı enerji santrallerine göre daha yüksek sermayeye ihtiyaç duyulur ancak fosil yakıtlı enerji santralleri dışa bağımlıyken, jeotermal kaynakların dışa bağımlılığı yoktur.

Türkiye'de elektriğe yönelik uygulama ise, Denizli-Kızıldere sahasında 1974 yılında kurulan 0,5 MWe kapasiteli bir pilot tesisle başlamıştır. Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretimine uygun sahaların çoğu bu bölgede yer almaktadır.

Tablo 1: Türkiye'de Elektrik Üretimine Uygun Sahalar

Jeotermal Alan	Sıcaklık (°C)	2013 Potansiyeli (MWe)
Denizli-Kızıldere	200-242	85
Aydın-Germencik	200-232	130
İzmir-Balcova	136	5
İzmir-Dikili	130	30
Canakkale-Tuzla	174	80
Aydın-Salavatlı	171	65
Kütahya-Simav	162	35
İzmir-Seferihisar	153	35
Manisa-Salihli-Caferbey	150	20
Aydın-Sultanhisar	145	20
Aydın-Yılmazkoy	142	20
Aydın-Hidirbeyli	143	10
Aydın-Atca	124	5
Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere	213	30
Aydın-Umurlu	155	25
TOPLAM : 15 ADET SAHA		600

4. Sonuç

Gelişen dünya ve artan enerji ihtiyacının sürekli olarak artması buna karşı fosil yakıtların tükenmesi ve dışa bağımlılığın ortaya çıkmasını engellemek için yenilenebilir yerli enerji kaynaklarımızın kullanılmasının önemini ortaya çıkarmaktadır. Jeotermal enerji düşük kWh üretim maliyetiyle yenilenebilir enerji kaynağı olarak benimsenmeye başlanmıştır. Günümüzdeki teknolojik gelişmeler sonucu düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynaklardan enerji üretimine olanak sağlamakta ve kombine santraller kurularak santralden çıkan yüksek ısılardaki akışkandan seracılıkta ve şehir ısıtması gibi farklı uygulamalarda kullanmak ve kullanılan bu akışkanın tekrar yer altına

re-enjeksiyon kuyuları ile kaynakların beslenerek sonsuz bir enerji üretimi sağlanmalıdır. Türkiye'nin mevcut jeotermal enerji potansiyeli uygun şekilde kullanılarak faydalanma yoluna gidilmeli ve bu konuya ilginin artırılması için teşvik sisteminin ilgili yasa ve yönetmeliklerle düzenlenmesi gerekmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] E. Açıkkalp, Yüksek lisans tezi, Eskişehir'de Jeotermal Enerjinin Konut Isıtmasında Kullanılabilirliği, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 2008.
- [2] YILDIZ M.,2010, Aydın İlindeki Jeotermal Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmak Amacıyla Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Yüksek lisans Tezi, Adana
- [3] Geothermal Today , The year in reaiiew U.S. Deopatment of energy. S 3, 1999.
- [4] ŞİMŞEK Ş. New Development of Geothermal Power Production in Turkey, International Conference of National Development on Geothermal Energy Use, May26-29 2009, Slovakia
- [5] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Enerji Raporu 2010
- [6] Tamyerli, U., Yüksek Lisans Tezi , “Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretiminin İrdelenmesi Örnek Çalışma: Kütahya - Simav Jeotermal Sahası”, Dumlupınar Üniversitesi, 2007.
- [7] Kanoğlu, M., “ Jeotermal Enerji Semineri ”, İzmir, 289-299 (2005).
- [8] DiPippo, R., “ Small GeohtermalPowerPlants – Desing, Performanceandeconomics ” GHC Bultein, 1999.
- [9] EİE Genel Müdürlüğü- www.eie.gov.tr
- [10] KEMİK E. ,”Tr32 Düzey 2 Bölgesi (Aydın, Dengzli, Muğla) Jeotermal Kaynakları Ve Jeotermal Enerji Santralleri Araştırma Raporu”2009