MBD 2014, 3 (2): 184 – 188

MESLEKİ BİLİMLER DERGİSİ
ISSN: 2146 - 7420
www.meslekibilimler.com

MAKALE HAKKINDA

Geliş :

TEMMUZ 2014

Kabul:

EYLÜL 2014

JEOTERMAL ENERJİ KAPASİTESİ VE OLANAKLARININ DEGERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF GEOTHERMAL ENERGY CAPACİTİES AND POSSIBILITIES

Murat KADEMLİ[a]

Öz

Bu çalışmada, jeotermal enerji kaynaklarının, dünya çapında kullanılan enerji kaynakları karşısında ciddi bir alternatif olarak gelecekte ön plana çıkabilirliğinin değerlendirilmesi ile ilgili bir araştırılmış ve tartışılmıştır.

Enerji tüketim verilerine göre dünyanın en çok enerji tüketen ilk 25 ülkesi arasında bulunan ülkemizin, enerji arzında önemli bir artışa ihtiyaç duyduğu aşikârdır. Ülkemiz enerji üretiminde sınırlı kaynaklara sahip olması, her geçen gün büyüyen bir ülke olması dolayısıyla her geçen gün daha fazla enerjiye ihtiyaç duymasına sebep olmaktadır. Bu talep doğrultusunda yerli kaynaklardan enerji üreterek, enerji alanında dışa bağımlılığı azaltma en azından artırmayan yeni kaynaklara yönelmesi gerekmektedir.

Mevcut kaynaklar içerisinde, ülkemiz açısından yerli kömür kaynakları sahip oldukları potansiyel ile ön plana çıkmaktadır. Ancak, giderek artan çevre bilinci ve fosil kaynakların neden oldukları CO2 oranlarının sınırlandırılması gerekliliği, temiz ve tükenmez enerji kaynaklarına olan ihtiyacı daha önemli hale getirmektedir. Ülkemiz açısından bakıldığında, temiz enerji kaynakları arasında yakın zamanda en büyük potansiyele sahip olan jeotermal enerjidir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal Kaynaklar, Alternatif Enerji, Yerli Enerji

Abstract

This study concerns about geothermal energy sources which have a serious potential against conventional energy sources used in worldwide today or have not. According to energy consumption information, our country is in the most 25 energy spending country in world. That's why, the production local energy is the very important issue for our country obviously. However, the limited local energy sources and increasing energy demand day by day are directing the developed countries to search new local energy sources. It is very important to give answer to energy demand by using local sources for preventing the increase energy dependency to the foreign countries.

The local coal sources have the most important potential with their reserve and quantity. However, the environment sensibility and limitation on CO_2 realise ratios are made to search for different energy sources like geothermal energy in recent years. The geothermal energy has most important potential among the all other clean energy technologies in near future in our country.

Keywords: Geothermal Sources, Alternative Energy, Local Energy

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

Giriş

Günümüz dünyasının giderek artan enerji ihtiyaçlarının sağlandığı kaynakların çeşitlendirilmesi son derece önemlidir. Bu sayede, enerji sağlanan petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlara oluşturulacak alternatif ve temiz enerji seçeneklerinin yanında, ülkelerin ekonomik büyüme ve enerji ihtiyaç artışlarının paralel olduğu göz önünde alındığında, fosil kaynakların kontrolünü elinde bulunduran ülkelerin dünya ekonomisi ve siyaseti üzerine orantısız olarak sahip olduğu gücü dağıtmak açısından gerekli hatta zorunludur. Bu sebeple, gerek ülkemiz gerek dünya'da temiz ve tükenmez enerji kaynaklarının araştırılması, geliştirilmesi ve sisteme katılarak, enerji alanında daha az bağımlı olmanın hesapları yapılmaktadır.

Son yıllarda, gerek atmosfere zararlı gaz veya parçacık salınımı olmayan, ilk yatırım maliyetini bir yana bırakırsak, işletim maliyetleri açısından son derece avantajlı olan jeotermal enerji ciddi bir alternatif olarak düşünülmektedir.

Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde magma kaynaklı ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel 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. Ayrıca, herhangi bir su veya buhar içeriği olmamasına rağmen yine magma tarafından ısıtılan kaya oluşumlarına kuru kuyu veya kuru jeotermal kaynak olarak adlandırılan enerji üretiminde kullanılabilecek kaynaklarda mevcuttur(Armstead,1983;Çetin 2014; Entingh vd., 1994; White, 1973).

Yağmur ve kar sularının yerin derinliklerine sızıp, geçirimsiz tabakalarla çevrili bir yeraltı rezervuarında kapana kısılması sonucunda, ısınan su, yan kayaçlarda bulunan tuz ve mineralleri çözer, kapalı bir rezervuar da ısınıp buharlaşan ve yüksek basınç altında bir kısmı tekrar sıvılaşmış olan yüksek ısıya sahip akışkana "jeotermal akışkan" veya "süper akışkan" adı verilir.

Tektonik levha hareketleri ve bu levhaların sınırlarının oluştuğu bölgelerde, levhaların birbirlerini sıkıştırması, itmesi gibi hareketleri sayesinde oluşun çok sayıda çatlak sistemleri, bu bölgeleri jeotermal kaynak bulunması açısından yüksek ihtimalli hale getirmektedir. Dünya üzerinde bu tektonizma hareketlerinin sık görüldüğü volkanik kuşaklar mevcuttur.

And Volkanik Kuşağı; Güney Amerika'nın batı sahil ülkeleri, Venezuella, Kolombiya, Ekvator, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantin'i kapsamaktadır.

Alp-Himalaya Kuşağı; Ülkemizin de içinde bulunduğu bu kuşak Hindistan plakasının Avrasya plakasını sıkıştırması sonucu oluşmuştur. Dünyanın en uzun kuşaklarından biridir, uzunluğu yaklaşık 3000 km'dir. İtalya'dan Tayland a kadar uzanmaktadır.

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

Orta Amerika Volkanik Kuşağı; Orta Amerika ülkelerini içine alan bu kuşakta, çok sayıda jeotermal sistem bulunmaktadır. Bu kuşaklardan başka dünyanın hemen hemen her bölgesinde volkanik kuşaklar bulunur ve bulundukları bölgelere yakın yerler jeotermal kaynaklar için yüksek potansiyel barındırırlar. Ülkemizde ise ege bölgesi bu açıdan oldukça verimlidir.

Ülkemizin içinde bulunduğu Alp-Himalaya kuşağının neden olduğu tektonizma hareketleri etkisiyle batıda incelen kabuk, jeotermal kaynakların oluşması ve doğal olarak yüzeye çıkmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, batıda yüksek entalpili (>150ºC) elektrik üretilebilen jeotermal alanlar bulunmaktayken, tektonik sıkışmanın etkisiyle gelişen daha düşük entalpili alanlar ise doğu bölgelerde gözlenmektedir (Haklıdır, 2008). Ülkemizde yaklaşık 200 jeotermal saha ve 1500'ün üzerinde sıcak su kaynağı ve kuyusu bulunmaktadır. Söz konusu kaynak ve

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

kuyulardan üretilen ısı değerinin ise 4078 MW'dır (www.mta.gov.tr., E.Tar: 4.2.2014).

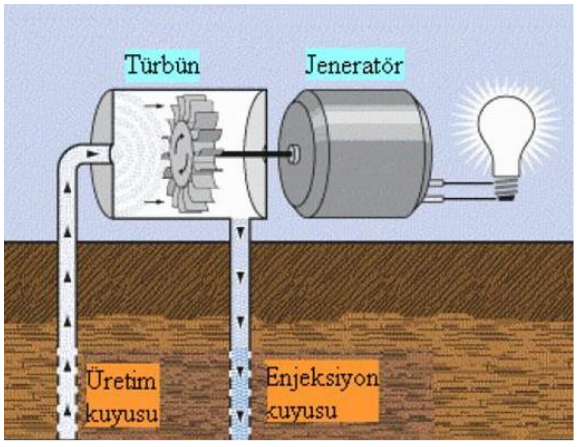
Ancak, yapılan çalışmalar ve jeolojik incelemeler sonucunda ülkemiz jeotermal enerji potansiyelinin mevcut kapasitesinin çok üzerinde olduğu ve dünyada jeotermal enerji alanında önemli ve önde gelen bir yeri olabileceğini göstermektedir.

Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Jeotermal yataklar kullanıma sunulmadan önce enerji potansiyellerini ortaya çıkarmak için sınıflandırılmalıdırlar. Tüm jeotermal yataklar elektrik üretimi için uygun olmamaktadır. Bu amaçla jeotermal yataklar, yüksek entalpili (sıcaklıklı) > 150 ^{o}C , orta entalpili 70 -150 ^{o}C arası ve düşük entalpili < 70 ^{o}C olarak sınıflandırılmaktadır. Yüksek entalpili kaynaklar elektrik üretimi için kullanılabilecekken, düşük ve orta entalpili kaynaklar genellikle ısınma, kurutma, seracılık, ahır ve kümes ısıtma, bayer prosesi ile alüminyum üretimi, balık çiftlikleri, çimento kurutma, yüzme havuzları vb. amaçlı kullanılmaktadır (Lindal, 1973; Meidav, 1998).

Jeotermalden Elektrik Üretimi

Kuru buhar santrallerinde türbini döndürmek için kuyudan üretilen kuru buhar direk olarak kullanılır. Şekil 1'de kuru buhar santralinin şematik gösterimi verilmektedir.



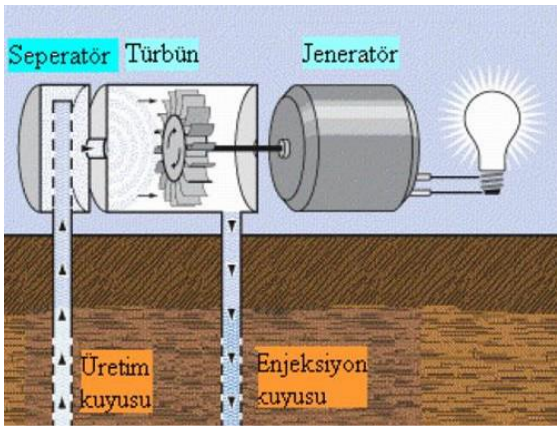
Şekil 1. Kuru Buhar Santrali Şematik Gösterimi (Özdemir,2008)

Flaş buhar santrallerinde yüksek basınçla kuyudan gelen akışkan yüzeye çıkarken basınç kaybetmekte ve buharlaşma henüz üretim borusundan süper akışkan yüzeye doğru çıkarken başlamaktadır. Daha sonra yüksek basınçlı süper akışkan, düşük çaplı borudan ani olarak çok büyük hacme sahip seperatöre çıkış yaptığın ani basınç düşmesi sebebiyle buharlaşır, buhar seperatörün üst kısmına monte edilmiş olan cebri borudan seperatörü terk ederken, ısının ve basıncının büyük bölümünü kaybetmiş akışkan, re-enjeksiyon kuyusuna beslenir. Bazı yüksek basınç ve sıcaklığa sahip yataklarda ise ilk seperatörden sonra henüz üzerinde yüksek ısı olan akışkan ikinci hatta üçüncü seperatörde buharlaştırma işlemine devam ettirilebilir ancak bu durumda oluşacak buhar basıncı ilk seperatöre göre düşük olacaktır(Nicholson, 1993; www.jeotermaldernegi.org.tr E.Tar: 3.2.2014).

Bazı özel ve ekonomik değeri bulunan mineral içeren akışkanların soğutma kuleleri vasıtasıyla soğutulan sıvılar ile ısı değiştirici eşanjörler vasıtasıyla soğutulması neticesinde, bu değerli mineraller çözelti halinden çıkarak katı formlarını kazanır ve katı sıvı ayrım yöntemleri ile kazanılırlar, daha sonra re-enjeksiyon kuyusuna gönderilirler.

Elde edilen mineraller işlenmek üzere depolanırken, elde edilen buhar ile buhar türbininin döndürülmesi ve bağlı bulunan jeneratör rotorunun dönerek stator uçlarından elektrik elde edilmesi sağlanır. Flaş buhar tipi santrallerin basit şematik gösterimi şekil 2.'de verilmektedir.

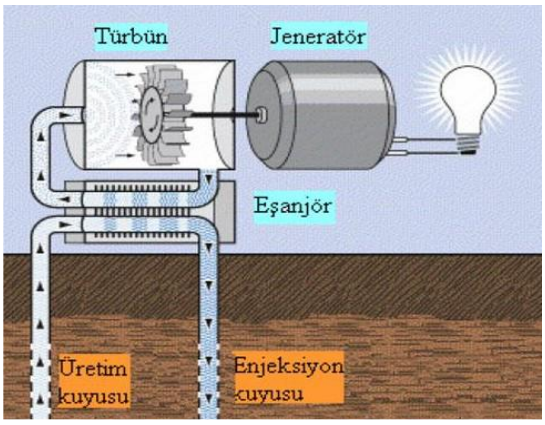
a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr



Şekil 2. Flaş buhar tipi santrallerin basit şematik gösterimi (Öztürk, 2008)

Çift çevrim (Binary cycle) santrallerinde jeotermal akışkanın sıcaklığından faydalanılarak sudan daha az buharlaşma sıcaklığına sahip akışkan eşanjörde (heat-exchanger) buharlaştırılır ve buharlaşan bu akışkan ile türbinin döndürülmesi sağlanmaktadır. Bu durumda, buharlaşma derecesi düşük akışkanlar kullanılarak buhar basıncı düşük sıcaklıklarda bile yüksek değerlere çıkarılabilmektedir. Çift çevrim elektrik santralleri, suyun içerdiği ısı enerjisini mekanik enerjiye ve sonrada bir jeneratör vasıtası ile elektrik enerjisine çevirirler. Çalışan akışkan, kapalı bir devrede, yüksek sıcaklıklı jeotermal akışkan ile soğutma suyundan ibaret iki ısı kaynağı arasında bir termodinamik motor çevriminde çalışır. Çalışan akışkan genellikle izobütan gibi bir hidrokarbon, R12 gibi bir soğutma gazı veya CO_2 gazıdır. Bu santrallerden üretilen elektriğin maliyeti ise 0.04 $ ile 0.1 $ arasında değişmektedir (Bertani, 2010; Lund vd., 2010).

Ayrıca, jeotermal sıvı içerisinde eriyik halde bulunması olası, zehirli veya korozif maddelerin yapacağı tahribattan da işletme personeli ve işletmede bulunan ekipmanlar korunmaktadır. Ancak, ısı değiştirici eşanjörlerin en büyük dezavantajı ısı iletimi esnasında oluşacak enerji kayıplarıdır. Çift Çevrim Santrali Basit Şematik Gösterimi şekil 3.'de verilmektedir.



Şekil 3. Çift Çevrim Santrali Basit Şematik Gösterimi (Öztürk, 2008)

Türkiye'nin jeotermal potansiyeli yaklaşık olarka 30000 MW olarak tahmin edilmesine rağmen, henüz kurulu kapasite olarak yaklaşık 1000 MW civarındadır. Jeotermal enerji yatırımlarının büyük kısmı, konut ısıtma, seracılık ve sağlık amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, Aydın-Germencik, Aydın-Salavatlı ve Denizli-Tekkehamam sahasında ise elektrik üretimine yönelik çalışmalar ile Kızıldere mevkiinde aktif olarak elektrik üreten santraller mevcuttur, yaklaşık kurulu güç 45 MW mertebesinde olup, yapılacak yatırımlarla yakın gelecekte hızla artış gösterebilecek potansiyele sahiptir.

Sonuç

Son yıllarda artan enerji ihtiyacı gerek ülkemiz ve gerekse dünya'da mevcut enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve kapasitelerinin ve verimliliklerinin artırılması çalışmalarına büyük önem verilmesine neden olmuştur. Bu açıdan bakıldığında, enerji tüketim verilerine göre dünyanın en çok enerji tükenten ilk 25 ülkesi arasında bulunan ülkemizin, enerji arzında önemli bir artışa ihtiyaç duyduğu aşikardır. Ülkemiz enerji üretiminde sınırlı kaynaklara sahip olması, her geçen gün büyüyen bir ülke olması dolayısıyla her geçen gün daha fazla enerjiye ihtiyaç duymasına sebep olmaktadır. Bu talep doğrultusunda yerli kaynaklardan enerji üreterek, enerji alanında dışa bağımlılığı

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

azaltma en azından artırmayan yeni kaynaklara yönelmesi gerekmektedir. Son yıllarda, ülkemizle devreye alınan ve inşatı devam eden irili ufaklı HES projeleri, Nükleer enerji santrali projeleri, linyit rezervlerinde tespit edilen artışlar , rüzgar santrali parçalarını üretecek tesis projelerinin yanında, ülkemizi dünya ile mukayese ettiğimizde oldukça yüksek potansiyele sahip ve temiz , tükenmez bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji alanına daha fazla yatırım yapılması son derece önem arz etmektedir. Jeotermal kaynakların kullanımı sayesinde enerji alanında dışa bağımlılığın azaltılması, yerel çözümlerle ülke çapında enerji sağlayacak, borulama veya kablolama sistem yatırımlarının düşmesi ve problemi kaynağında çözme imkanı yaratılabilecektir. Alternatif enerji kaynakları arasında en yüksek potansiyele sahip kaynak yakın gelecekte ülkemiz adına jeotermal enerji olarak görünmektedir.

Kaynaklar

Armstead, H.C.H., 1983. *Geothermal Energy*. E. & F. N. Spon, London, 404 pp

Bertani R., 2010, Geothermal Power Generation in the World 2005–2010 Update Report, World Geothermal Congress 2010, Bali, İndonesia Geothermal Resources Council Bulletin, September 1993, USA.

Combs, J. And Muffler, L.P.J., 1973. Exploration for geothermal resources. In : Kruger, P. And Otte, C., *eds., Geothermal Energy*, Stanford University Press, Stanford, pp. 95-128.

Çetin A. (2014) " Ülkemizin Jeotermal Enerji Kapasitesi ve Yapılabilecekler" GÖNDER, Geleceği Önemseyenler Derneği

Entingh, D. J., Easwaran, E. And Mclarty, L., 1994. Small geothermal electric systems for remote powering. *U.S. DoE, Geothermal Division, Washington, D.C.*, 12 pp.

Haklıdır, F.T., 2008, Türkiye'dekiJeotermal Alanlar ve BuAlanlardaki Farklı Güncel Uygulamalara Bakış, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul

Lindal, B., 1973. Industrial and other applications of geothermal energy. In: Armstead, H.C.H., *ed*., *Geothermal Energy*, UNESCO, Paris, pp.135-148.

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

Meidav,T.,1998. Progress in geothermal exploration technology. *Bulletin Geothermal Resources Council*, 27, 6, pp. 178-181.

Nicholson, K., 1993. *Geothermal Fluids*. Springer Verlag, Berlin, XVIII - 264 pp.

Özdemir, A. (2008) "Jeotermal Enerji ve Elektrik Üretimi" **Jeofizik Bülteni, www.jeofizik.org.tr**

White, D. E., 1973. Characteristics of geothermal resources. In: Kruger, P. and Otte, C.,*eds*., *Geothermal Energy,* Stanford University Press, Stanford, pp. 69-94.

www.jeotermaldernegi.org.tr

www.mta.gov.tr E.Tar: 4.2.2014

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr