

JEOTERMAL KAYNAKLARDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Dr. Tuncer EŞDER*

Ülkemiz, jeolojik ve coğrafik konumu nedeniyle çok zengin jeotermal enerji kaynaklarına sahiptir. Bu kaynakların, tarımsal, ekonomik, ulaşım ve yerleşim alanları üzerinde yer alması, bu enerjiden daha ekonomik bir biçimde yararlanılmasına olanak sağlayacaktır.

Ucuz enerji çağından pahalı enerji çağına girilirken ömrü son derece kısıtlı olan konvansiyonel enerji kaynaklarının, bir gün tükenebileceği düşünölmeye başlanmıştır. Bu kaynaklardan kömür, dünya rezervelerinin % 15'ini, petrol, % 14'ünü, doğal gaz ise, % 11'ini oluşturmaktadır. Yeni rezervler bulunamaması durumunda, kömürün 240 yıl, doğal gazın 50 yıl, diğer hidrokarbonların 64 yıl süreyle dünya enerji gereksinimini karşılayacağı varsayılmaktadır. Bu nedenle, hızla artan nüfusun ve teknolojik yeniliklere bağlı olarak gelişen endüstrinin enerji gereksinimi karşısında, konvansiyonel enerji kaynaklarının yerine geçebilecek, yeni ve yenilenebilir doğal kaynakların araştırılması, bulunması ve bunlardan yararlanılması konusunda büyük bir arayış içine girilmiştir.

Dünyadaki enerji kaynakları, fosil kaynaklar(kömür, petrol, doğal gaz, turba, petrolölü kayalar vb.) yenilenebilir kaynaklar(hidrolik, biyomas, jeotermal, güneş, rüzgâr, gel-git dalga, jeotermal gradyan) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki araştırmalar büyük bir hızla devam etmektedir. Jeotermal enerji, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde çok önemli bir yer tutmaktadır.

JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji, yer kabuğu içerisinde hazne kayalarda bulunan, basınç altında aşırı derecede ısınmış suların içerdiği bir enerjidir. Ekonomik önemdeki jeotermal enerji birikimi, sıcaklığı 40°C-380°C arasında olup, 3000 metreye kadar olan derinliklerde geçirimsiz kayalar altında yer alan, geçirimsiz hazne kayalar içinde bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırmalar, üç jeotermal sistemin varlığını ortaya koymuştur. Bunlar; sıcak su sistemi, kuru buhar sistemi ve sıcak kuru kaya sistemleridir.

Sıcak Su Sistemi

Yeryüzünde sıcak su esaslı sistemler, buhar esaslı sistemlerden yirmi kat daha fazla bulunmaktadır. Sıcak su sisteminde, derindeki hazne kaya içe-



risinde, basınç altında, yüksek sıcaklıkta, erimiş kimyasal madde bakımından çok zengin, farklı kimyasal özellikte sular bulunmaktadır. Bu tür sistemlerden sondajlarla yeryüzüne çıkarılan sıcak su + buhar karışımından elde edilen buhardan, elektrik enerjisi üretilmekte, buharı alınmış sıcak su ise, atılmaktadır.

Kuru Buhar Sistemi

Buhar esaslı sistemler, sıcak su sistemlerinden farklı olarak, çok fazla ısınmış, nem miktarı az, sıcaklığı yüksek buhar üretirler. Bu tür buhar, bir enerji kaynağı olarak doğrudan jeotermal santrallere gönderilerek elektrik enerjisine dönüştürölmektedir.

Bir bakıma, bu tür enerji kaynakları, yer kabuğu içerisinde oluşmuş birer doğal nükleer reaktör olarak kabul edilebilir.

Sıcak Kuru Kaya Sistemleri

Yerküremizde özellikle genç, aktif volkanik kuşaklarda, jeotermal gradyanın çok yüksek olduğu bölgelerde, sıcak su içermeyen yüksek sıcaklığa sahip kızgın, kuru kayalar bulunmaktadır. Bu tür sistemlere soğuk su basılarak sıcak su + buhar karışımı alınmakta ve bu, bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

JEOTERMAL ENERJİNİN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Çeşitli araştırma tekniklerinin uygulanması sonucunda, jeotermal enerjinin oluştuğu uygun jeolojik koşullarda yapılan sondajlarla aşırı derecede ısınmış sular, yaş ve kuru buhar olarak yeryüzüne çıkarılmaktadır. Bu jeotermal akışkan, üzerindeki basıncın azalması ile su-buhar fazlarına ayrılmaktadır. Ayrılan buhar, jeotermal santrallere gönderilerek, elektrik enerjisine dönüştürölmekte, atık su ise, diğer ısıtma sistemlerinde kullanılmakta veya yeraltına basılmaktadır. Yaş buhar, buhar yüzdesinin ve entalpisinin yüksek olması durumunda elektriki üretimi için daha verimli olmaktadır.

* Jeoloji Yük.Müh. MTA Ege Bölge Müdürlüğü, Bornova-İZMİR.

Yerkabuğunun derinliklerinden elde edilen kızgın kuru buhar ise, doğrudan jeotermal santrallere gönderilerek elektrik enerjisini dönüştürülmektedir.

Elektrik üretimi için en elverişli jeotermal kaynaklar, yüksek sıcaklıklı ve yüksek entalpili kuru buhar sistemleridir. Bunların sıcaklıkları 250°C-380°C arasında değişmektedir. Çok az nemliliğe sahip buhar, kızgın kuru buhar olarak tanımlanmaktadır.

1985 yılı sonunda, Yerküre üzerindeki jeotermal santrallerin toplam kapasitesi 4763 MW (megavat) dolayında bulunmaktaydı. Yapımı sürdürülen jeotermal santrallerle bu gücün, 1990 yılında 9400 MW'a çıkacağı tahmin edilmektedir. 2000 yılında ise, 72890 MW elektrik enerjisi üretimi beklenmektedir. Bu veriler, jeotermal enerjinin ileride önemli bir güç kaynağı haline geleceğini ve konvansiyonel fosil enerji kaynaklarının yerini alacağını göstermektedir.

Bugünkü enerji gereksinimi karşısında jeotermal kaynakların enerji üretimine olan katkısı küçük görülebilir. Ancak, bu enerji türünün araştırılması ve yararlanma biçimi ile ilgili çalışmaların oldukça yeni olması da gözden uzak tutulmamalıdır.

Tükenirliği olmayan, yenilebilen bu enerji kaynağı üzerinde, yerküremizde ve ülkemizde çalışmalar sürdürülmekte, özellikle yararlanma biçimleri konusunda yeni araştırmalar yapılmaktadır. Jeotermal enerji kaynaklarının araştırılması konusunda başarılı çalışmalar yapılmakta, enerji kaynaklarının ancak, bu enerjiden pratik ve ekonomik biçimde yararlanma konusunda yavaş bir ilerleme gözlenmektedir.

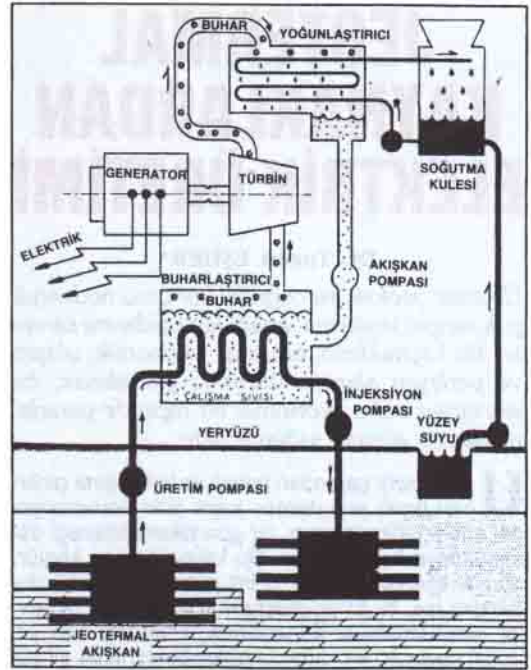
JEOTERMAL ENERJİNİN ELEKTRİK ÜRETİMİ DIŞINDA KULLANILMASI

Isıtmada, soğutma sistemlerinde, jeotermal akışkanlardan kimyasal maddelerin elde edilmesinde, ziraat sektöründe, balinoterapide, seraların ısıtılmasında, turizmde, çeşitli alanlarda jeotermal enerjiden oldukça önemli biri şekilde yararlanılmaktadır. Bu tür kullanımlar için düşük entalpili ve 25°C-180°C arasındaki sıcak sular, yeterli olmaktadır. Bunlar, az miktarda çözümlü madde içermekte, ekonomik (kolaylıkla elde edilebilir, yüksek yatırıma gerek olmayan) derinliklerde yer almaktadır. Bu nedenle orta sıcaklıktaki jeotermal kaynaktan bu tür enerjinin elde edilmesi kolay ve ekonomiktir.

Düşük sıcaklıklı akışkanlar ısı kaynağı olarak kullanılabilirliği gibi, yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerde yer alan sıcak sular da bir ısı kaynağı olarak kullanılabilir.

ABD'de tüketilen enerjinin % 15-20'si, sıcaklığı 100°C-150°C arasında değişen jeotermal akışkanlardan karşılanmaktadır. Jeotermal enerjinin kullanılmasıyla bu ülkede, önemli ölçüde petrol ve doğal gazdan tasarruf sağlanmaktadır.

Jeotermal enerjinin elektrik enerjisi dışında kullanım alanları çok yaygın olup, enerji dönüşümündeki etkinliği, elektrik enerjisi üretiminden beş, altı kez daha fazladır. Ayrıca, ısı depolaması, yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin yüz katını aşmaktadır. Çünkü, elektrik dışı uygulamalar için gerekli olan düşük ve orta sıcaklıklı jeotermal kaynaklar, sayı ve po-



Ormat Binory Jeotermal Güç Santrali.

tansiyel bakımından yerküre üzerinde elektrik üretimi için kullanılan yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynaklardan daha fazla bulunmaktadır. Bu nedenle, jeotermal enerjinin elektrik enerjisi eldesi dışında kalan alanlardaki kullanımı, gelecekte bu enerjiden elde edilen elektrik enerjisi üretimini açacaktır. Ülkemiz, jeotermal kaynaklar yönünden çok zengin ve büyük bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde bu enerjinin ziraat sektöründe, sera ve kent ısıtmacılığında, elektrik üretiminde kullanılması durumunda, önemi daha iyi anlaşılacaktır.

DÜŞÜK VE ORTA SICAKLIKLI JEOTERMAL KAYNAKLARDAN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Bugüne kadar, jeotermal enerji kaynakları, yüksek sıcaklıklı (180°C-380°C), düşük ve orta sıcaklıklı (25°C-180°C) olmak üzere araştırılmış; bunlardan yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynaklar, elektrik üretiminde; düşük sıcaklıklı kaynaklar ise, elektrik enerjisi eldesi dışında kalan alanlarda kullanılmıştır. Ancak özellikle ileri ülkelerde yapılan yeni araştırmalar, düşük ve orta sıcaklıklı kaynaklardan da elektrik enerjisi üretilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, jeotermal enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilmesi konusunda sınırlamalar ortadan kalkmış, elektrik enerjisi üretim sıcaklığı 80°C'ye kadar inmiştir. Bu durum, düşük ve orta sıcaklıklı jeotermal kaynakların çok bol ve yoğun bulunduğu ülkemizde, enerji gereksinimimizin belli bir kısmının bu yolla kolayca karşılanabileceğini göstermektedir.

Konvansiyonel buhar türbinlerinde olduğu gibi düşük ve orta sıcaklıkta jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi üretebilen yeni sistem, rankine güç devresi prensibine dayanmaktadır. Fakat, konvansiyonel

buhar türbinlerinden farklı olarak, sistemde, su yerine kaynama noktası düşük karbonflorür veya hidrokarbon ailesinden organik hareketli bir sıvı kullanılmaktadır. Bu organik sıvının seçiminde, molekül ağırlığı, kimyasal kararlılığı, sistemde kullanılan malzeme ile olan uyumluğu, optimal hacim/basınç karakteristikleri için kaynama noktası gibi özellikler göz önüne alınmaktadır. Bu organik sıvı ile çalışan enerji dönüştürücüler standart, taşınabilir, komple üretim santralleridir. Bu tür santrallerde, bütün güç üniteleri fabrikasyon olarak imal edildiğinden, güç santralının kurulması için gerekli olan proje uygulaması uzun zaman almamaktadır. Jeotermal kaynağın sıcaklık ve debisine bağlı olarak, 300 Kw ile 1200 Kw arasında değişen, elektrik üretebilen uygun paket santraller imal edilmiştir.

Elektrik üretebilen bu paket santrallerin çalışma prensibi (Şekil-1)'deki şemada gösterilmiştir. Bu güç santralleri, kendi içerisinde tam otomatik olup, ısı kaynağının parametrelerine bağlı olarak uygun bir güç üretmektedir. Sistemde kullanılan organik sıvı, düşük ve orta sıcaklıklı jeotermal akışkanlarla çalıştığı zaman buhardan çok daha fazla avantaja ve verime sahiptir. Bu çalışma sıvısı, güç çıkışını optimize edecek şekilde, jeotermal kuyudan elde edilen sıvının sıcaklık ve debisine göre seçilmektedir. Üretim sırasında kullanılan çalışma sıvısı, buharlaşma aygıtı içerisinde yer alan eşanjörden geçen jeotermal akışkanın sıcaklığı ile ısınarak buharlaşmakta, elde edilen buhar ise, türbine gönderilerek jeneratörleri çalıştırmaktadır. Türbinden çıkan kullanılmış buhar, su ve hava soğutmalı yoğunlaştırma sistemlerinde yoğunlaştırıldıktan sonra pompa yardımıyla buharlaştırma aygıtına tekrar gönderilmektedir.

Bu santraller, buhar santrallerine göre çok daha pratik olup, ekonomik ve teknik avantajlara sahiptir. Her şeyden önemlisi, büyük alanlar kaplamamakta, daha basit bir teknoloji gerektirmekte, bir yerden bir yere taşınabilmekte, her tür jeotermal kaynaktan elektrik üretebilecek şekilde imal edilmektedir. Bu tür santraller için 80°C-180°C arasında değişen sıcaklığa sahip jeotermal kaynaklar ile 1-10 bar arasındaki düşük basınçlı doğal buhar yeterli olmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde elde edilen enerjinin düşüklüğüne bakılmaksızın, bu tür enerji kaynaklarını değerlendirmeye yönelik yatırımlar yapılmaktadır.

Jeotermal kaynakların karakteristik özelliklerine göre bazı örnekler vermek gerekirse, bunlar kısaca şöyle özetlenebilir: 160°C giriş, 85°C çıkış sıcaklığına sahip, 2210 ton/saat debisi olan sıcak su kütlesinden 21 Mw; 115°C giriş, 85°C çıkış sıcaklığına sahip 2240 ton/saat debisi olan sıcak su kütlesinden 8.4 Mw; giriş sıcaklığı 130°C, çıkış sıcaklığı 100°C, debisi 1415 ton/saat olan sıcak su kütlesinden 6Mw; 120°C giriş, 80°C çıkış sıcaklığı olan 850 ton/saat debideki jeotermal kaynaktan da 3,6 Mw elektrik üretebilmektedir.

ÜLKEMİZDEN BİR ÖRNEK

Ülkemizde, yukarıdaki karakteristik özelliklere sahip çok sayıda jeotermal alan araştırılmış, sıcak

su + buhar karışımları yeryüzüne çıkartılmıştır. Ancak, elektrik enerjisi üretimi için yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynakların arayışı içine girilerek, düşük ve orta sıcaklıklı kaynaklardan ısıtmacılıkta yararlanılabileceği düşüncesi genelde hakim olmuştur.

İtalya'dan sonra, ülkemizde, GIEVA(İtalya) firmasına yaptırılan 17,5 Mw gücündeki ilk jeotermal santral Kızıldere jeotermal sahasında kurulmuş; 11 Şubat 1984'te işletmeye alınmıştır. Kızıldere jeotermal santrali, jeotermal sistemde bulunan 207°C hazne sıcaklığına sahip sıcak su + buhar karışımından elde edilen 174 ton/saat dolayındaki 147,2°C sıcaklığına sahip buhar ile çalışmaktadır. Bugün bu santrali besleyen dokuz üretim kuyusunun orijinal akışkan miktarı, toplam 2593 ton/saat dolayında bulunmaktadır. Bunun % 10'u buhar olarak alındığında, geriye kalan 2334 ton/saat atık sıcak su, enerjisinden yararlanılmadan Menderes nehrine atılmaktadır. İşte bu atık sıcak su kütlesinden, metin içinde anlatılan pratik, ekonomik ve buharla çalışan santrallere göre çok daha büyük avantajlara sahip yeni güç sistemleri ile yaklaşık 16,8 Mw elektrik enerjisi üretimi mümkündür. Kızıldere'de halen mevcut jeotermal santral ile entegre çalışabilecek yeni bir güç ünitesinin kurulması elektrik enerjisi üretimini artıracak, jeotermal kaynağın mevcut enerjisinden daha çok yararlanmak mümkün olacaktır. Halen, Kızıldere jeotermal sahasında, 1986 yılında kurulan 40000 ton/senelik kapasiteye sahip karbondioksit ve kuru buz üreten bir fabrika ile 60000 m² dolayında bir alan kaplayan jeotermal ısıtımali seralar bulunmaktadır.

SONUÇLAR

Ülkemiz, konvansiyonel enerji kaynaklarının yerine geçebilecek ve geleceğin enerji sorununa çözüm getirecek yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması, bulunması ve bunlardan yararlanılması konusunda plânlı bir çalışma içine girmelidir.

Ülkemiz, jeolojik ve coğrafik konumu nedeniyle çok zengin jeotermal enerji kaynaklarına sahiptir. Bu kaynakların, enerji gereksinimi olan tarımsal, ekonomik, ulaşım ve yerleşim kuşakları üzerinde yer alması, bu enerjiden daha ekonomik bir biçimde yararlanılmasına olanak sağlayacaktır.

Jeotermal kaynaklardan elektrik üretmek için yüksek sıcaklıklı sistemler öncelikle araştırılırken, düşük ve orta sıcaklıklı sistemlerden de, elektrik üretelebileceği gözönüne alınmalı, bunu gerçekleştirmek için yeni teknolojiler vakit geçirilmeden uygulanmalıdır. Özellikle, büyük miktarlara varan atık sıcak sulardan elektrik üretimi için yeni santraller kurulmalıdır.

Geleceğin enerji sorununa çözüm getirecek, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları için ticarî ve ekonomik gelişmeye olanak sağlayacak bir jeotermal yasanın vakit geçirilmeden çıkarılması ise, çok büyük önem taşımaktadır.

Jeotermal enerji uzun ömürlü olup, maliyeti diğer konvansiyonel enerji kaynaklarına göre çok daha ucuzdur. Bu enerjinin çok yönlü kullanılması durumunda, fosil enerji kaynaklarından büyük ölçüde tasarruf sağlanacaktır. □