

# Jeotermal Enerjiden Elektrik Enerjisi Üretimi

Ali Rıza VEREL

EMO Denizli Şube Enerji Komisyonu Üyesi  
ELTA Elektrik Üretim Ltd. Şti. / Denizli

## 1. Giriş



Şekil 1. Jeotermal saha

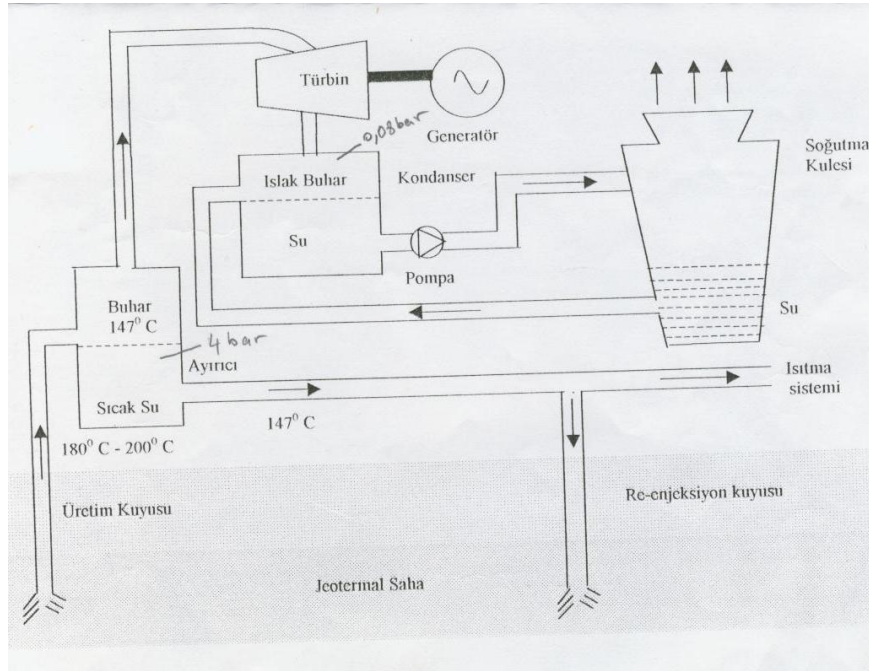
Bilindiği üzere Türkiye'nin çoğu bölgesinde fay kırıkları mevcuttur. Kırık fayların bulunduğu yerlerde de yıllardan beri sıcak su kaynakları ve kaplıcalar bulunmaktadır. Magmadan kaçan kızgın ve sıvı halde bulunan gazlar yeraltında bulunan çatlak mermer tabakalarını ısıtır. Yağmur suları ve nehirlerden yeraltına inen sular sıcak tabakalarda ısınarak, gazın basınç oluşturması ile jeotermal kaynak olarak yeryüzüne çıkarlar (Şekil 1).

## 2. Jeotermal Enerjinin Elektrik Enerjisi Olarak Kullanılması

Şu anda dünyada elektrik üretimine yönelik yaygın olarak kullanılan iki tip jeotermal santral bulunmaktadır. Bunlardan birincisi buhar santralidir. Türkiye'de sadece bir tane Denizli-Sarayköy'de 17,5 MW kurulu gücünde buhar santrali 1984 yılından bu tarafa çalıştırılmaktadır.

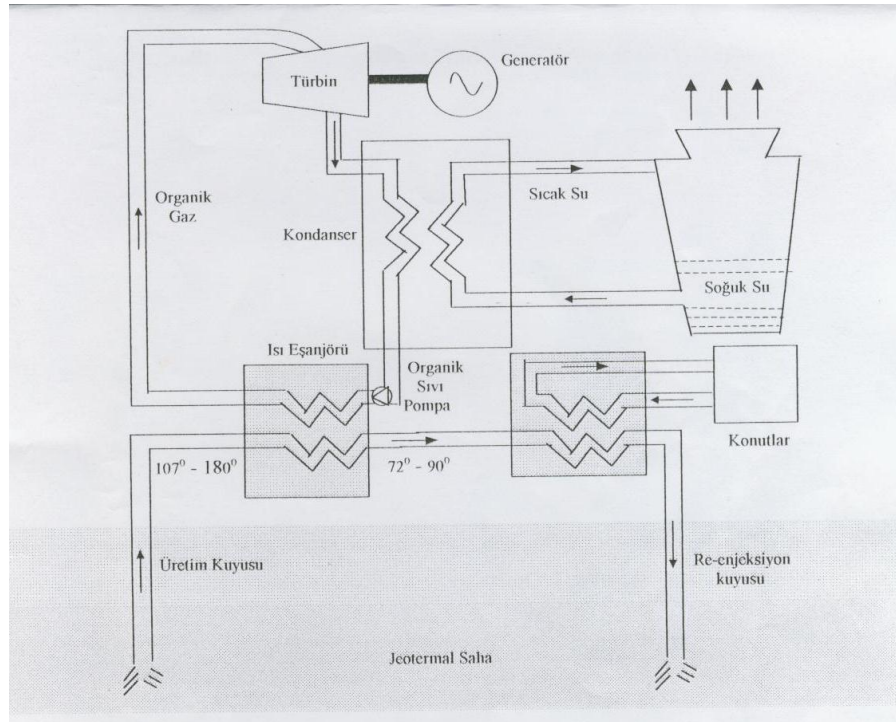
Jeotermal akışkanın buhar santralinde kullanılabilmesi için, akışkanın sıcaklığının 180 °C'nin üzerinde olması gerekmektedir (Şekil 2). Yeraltından alınan akışkan basıncı düşürülerek (yaklaşık 3,5 - 4 atm) ayırıcılarda buhar ve sıcak su fazına dönüştürülür. Buhar tribüne gönderilerek elektrik üretilir. Atık olan sıcak su da ısıtmada hatta biraz sonra söz edeceğimiz

Binary Cycle tipi santral ile elektrik üretiminde kullanılabilir. Buhar santrallerinin verimi Binary Cycle santrallerinin verimine göre daha yüksektir.



Şekil 2. Jeotermal enerjinin elektrik enerjisi olarak kullanılması

İkinci tip olan Binary Cycle santrali, jeotermal akışkanın  $107^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$  olması durumunda bu tip santral kurulması uygundur (Şekil 3).



Şekil 3. Binary Cycle tip santral

Binary Cycle tipi santralde, kaynama noktası düşük organik sıvılar ile tribün döndürülmesi şeklinde olan teknoloji kullanılmaktadır. Bu teknolojiye benzer organik gaz yerine amonyak kullanarak da Kaline Cycle sistemi santrali yapılmaktadır.

Jeotermal akışkan eşanjör sisteminden geçirilmekte, kaynama noktası düşük olan organik sıvı eşanjörde ısıtılarak gaz haline dönüştürülmekte, ısı ve basıncı artan organik gaz türbini döndürmektedir. Türbinden çıkan organik gaz kondanser de soğutma kulesinden gelen soğuk su ile sıvılaştırılarak, pompa ile tekrar eşanjöre gönderilmektedir.

Bu yöntemle yer altından alınan akışkanın ısısından 72 °C ile 90 °C ye kadar yararlanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Eşanjörden çıkacak su ile konut ve işyerleri ısıtılacaksa çıkış suyunun 90 °C olması tercih edilmelidir. Çıkış suyu 72 °C ise santral verimi yaklaşık %15, 90 °C ise %12'dir.

Bu tip yaklaşık 6,85 MW güçlerinde özel sektör tarafından 2 adet santral kurulmuştur. İlki Salavatlı'da düşük sıcaklıktaki kuyulardan alınan akışkandan, ikincisi de Kızıldere'de Jeotermal santral akışkanın atığından faydalanmaktadır.

### **3. Jeotermal Enerjinin Isıtmada Kullanılması**

Jeotermal sahadan açılan üretim kuyuları ile bölgenin durumuna göre elektrik enerjisi üretimine uygun olmayan 107 °C'nin altında sıcak sular kullanılabilir. Bu yöntemle alınan jeotermal su ile ülkemizin değişik bölgelerinde konut ve işyerlerinin ısıtılması, sera ısıtılması ile termal havuzlar bulunmaktadır.

### **4. Jeotermal Sahanın Kapasitesinin Belirlenmesi**

Herhangi bir jeotermal sahadan büyük çapta konut ve işyeri ısıtılacaksa, önce jeotermal kuyuların açılması, açılan tüm kuyuların aynı anda üretime tabi tutulması ve en az 1,5 ay test edilmesi gerekmektedir. Testler sonucunda kuyulardan ölçülen debi değerlerine göre sahanın kapasitesi ve sürekliliği hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.

Aksi takdirde testler yapılmadan ısıtma projeleri yapılır, sonra ısıtma işlemine başlanırsa yeraltından kapasitesi kadar jeotermal akışkan alınacağından, belli bir süre sonra ısıtma işlemine akışkan yetmeyecektir. Bu şekilde plansız ısıtma yapılan bazı bölgelerde konut sahipleri ısınabilmek için kışın havanın eksi derece olduğu dönemlerde başka ısı kaynağı kullanmaktadır.

### **5. Türkiye'de Elektrik Üretimine Uygun Sahalar ve Potansiyelleri**

Ülkemizde 1967 yılından bu tarafa MTA tarafından belli bölgelerde jeotermal kaynak araştırması yapılmıştır. Bu kaynaklar dikkate alınarak bazı kişiler tarafından Türkiye'de bilinen sahaların toplam potansiyelinin 633,22 MWe olduğu verilmektedir (Tablo 1). Bu bilinen sahalar, Aydın-Germencik, Aydın-Yılmazköy, Aydın-Salavatlı, Çanakkale-Tuzla, Denizli-Kızıldere, İzmir-Dikili, İzmir-Seferihisar, Manisa-Caferbey ve Kütahya-Simav şeklindedir.

Tablo 1. Türkiye’de elektrik üretimine açılan kuyular ve potansiyelleri

Sıra No	Yer	Yıl	Derinlik m	Sıcaklık ° C	Üretim lt/sn	Potansiyel MWe	Sıra No	Yer	Yıl	Derinlik m	Sıcaklık ° C	Üretim lt/sn	Potansiyel MWe
1	Aydın-Germencik(ÖB-1)	1982	1001,00	203	13,88	4,82	17	Denizli-Kızıldere(KD-15)	1971	510,00	208	43,33	15,96
2	Aydın-Germencik(ÖB-2)	1982	975,50	231	40,27	18,71	18	Denizli-Kızıldere(KD-16)	1973	667,00	211,5	57,22	21,92
3	Aydın-Germencik(ÖB-3)	1983	1196,70	230	69,44	31,97	19	Denizli-Kızıldere(KD-20)	1986	810,00	204	45,55	16,02
4	Aydın-Germencik(ÖB-4)	1984	285,00	213	152,77	59,47	20	Denizli-Kızıldere(KD-21)	1985	898,00	205	82,50	29,35
5	Aydın-Germencik(ÖB-5)	1984	1302,00	221	97,22	41,10	21	Denizli-Kızıldere(KD-22)	1985	888,00	204	55	19,34
6	Aydın-Germencik(ÖB-6)	1984	1100,00	221	140	59,19	22	Denizli-Kızıldere(KD-6)	1970	851,00	194	38	11,77
7	Aydın-Germencik(ÖB-7)	1985	2398,00	203	97,22	33,78	23	Denizli-Kızıldere(R-1)	1998	2261,00	240,6	81,11	40,95
8	Aydın-Germencik(ÖB-8)	1986	2000,00	220	138,88	58,14	24	Denizli-Kızıldere(TH-2)	1997	2001,00	168	11,6	2,33
9	Aydın-Germencik(ÖB-9)	1986	1464,70	224	158,22	68,88	25	İzmir-Dikili(K-1)	1989	1500,00	130	0,1	0,00
10	Aydın-Yılmazköy(Y-1)	2000	1501,00	142	30	2,76	26	İzmir-Seferihisar(CM-1)	1983	1417,00	145	10	1,05
11	Aydın-Salavatlı AS-1	1987	1510,00	167	93,8	18,45	27	Manisa-Caferbey(SC-1)	1989	1189,00	150	2	0,25
12	Aydın-Salavatlı AS-2	1988	962,00	172	91,6	19,94	28	Kütahya-Simav E-1	1985	65,80	142	14	1,29
13	Çanakkale Tuzla T-1	1982	814,00	174	31,3	7,08	29	Kütahya-Simav EJ-1	1990	725,50	162,4	72	12,78
14	Çanakkale Tuzla T-2	1983	1020,00	168	-	0,00	30	Kütahya-Simav EJ-2	1990	958,00	157	1	0,15
15	Denizli-Kızıldere(KD-13)	1971	760,00	198	35,83	11,70	31	Kütahya-Simav EJ-3	1997	424,00	160	50	8,37
16	Denizli-Kızıldere(KD-14)	1970	597,00	210	41,66	15,69	<b>TOPLAM POTANSİYEL</b>						<b>633,22</b>

Tablo 1 incelendiğinde, Denizli-Kızıldere sahasında bulunan 10 adet jeotermal üretim kuyusunun toplam debisi 491,8 lt/sn olarak verilmektedir. Son kuyu hariç 8 kuyunun debisinin ise 399,09 lt/sn olduğu görülmektedir. Verilen 399,09 lt/sn akışkanın enerjisinin 129,98 MWe, son iki kuyunun kapasitesinin de 52,72 MWe olduğu sonucu çıkmaktadır.

Denizli-Kızıldere jeotermal santrali 1984 yılında üretime alınmıştır. 1988-1990 yıllarında yapılan testlerde sahanın kararlı debisinin 195 lt/sn olduğu tespit edilmiştir. Tablo 1’de verilen kaynak debilerinin gerçek değerleri yansıtmadığı, bu değerlerin 1970 ve 1980’li yıllarda yapılan ilk test değerleri olduğu sanılmaktadır. Çünkü mevcut santralin ortalama üretim gücü 10-12 MW civarında gerçekleşmektedir. Atık sudan da 6,85 MW gücünde Binary Cycle tipi santral kurulmuş toplam üretimi 17,5 MW güce erişilmiştir.

Verilerin doğru olduğu kabul edilse bile yeraltından çıkan akışkandan üretilebilecek enerji Tablo 2’de hesaplanmıştır.

Tablo 2. Denizli-Kızıldere Jeotermal Sahası verileri

Kuyu Adedi	Toplam Debi (lt/sn)	Buhar Miktarı (ton/h)	Buhar Santral Gücü (MWe)	Atık Su (147 °C) Miktarı ton/h	Binary Cycle Santral Gücü (MWe)	Toplam Güç (MWe)
10	491,8	225	22,5	1327	10,4	32,9

Tablo 2’de görüldüğü gibi Denizli-Kızıldere sahasından var olduğu kabul edilen akışkan 32,9 MW gücündeki elektrik santralini çalıştırabilecektir. Oysa sözünü ettiğimiz tabloda bu değer 182,7 MWe olarak verilmektedir. Bu değer verilirken santral verimlerinin hiç dikkate alınmadığı ortaya çıkmaktadır. Kızıldere jeotermal buhar santralinin verimi %17, Binary Cycle tipi santralin (çıkış suyu 90 °C) %12, kalina cycle tipi santraide (çıkış suyu 72 °C) %15 dir.

Bu nedenlerden dolayı ülkemizde jeotermal akışkandan elde edilecek elektrik enerjisinin potansiyeli hakkında tam değerlendirme yapmadan rakamlar verilmesi son derece yanlış ve

sakıncalıdır. Önce bölgede üretim kuyularının açılması, sağlıklı bir şekilde test edilmesi ve çıkan sonuca göre de santraller kurulması doğru bir yaklaşım olacaktır.

## **6. Sonuç**

Ülkemizde bulunan jeotermal sahaların MTA tarafından santral verimleri de dikkate alınarak, kaynağın sıcaklığı, debisine göre elektrik güçleri hesaplanmalıdır. Elektrik enerji üretimine uygun olmayan sahaların da gene debi ve sıcaklık değerlerine göre termik enerjileri çıkartılmalıdır. Bu çalışma yapıldıktan sonra ülkemizin elektrik enerjisi ve ısı enerjisi potansiyelleri rakamlarla ifade edilebilir. Şu anda bazı kişilerce ifade edilen potansiyeller doğru ölçüm yapılmadığı ve santrallerin kazanç değerleri dikkate alınmadığı için esas olan değerleri ifade etmemektedir. Doğru olmayan değerlere göre yapılacak her türlü jeotermal kaynağa dayalı yatırımlar, kapasitesinde kullanılmayacak ve de boşuna para harcanmış olacaktır.

Jeotermal kaynağı, doğru yerde ve doğru biçimde değerlendirmek için Türkiye’ de ilk olan Denizli-Kızıldere Jeotermal Santrali’nin güç ve üretim değerleri ile yapılan üretim kuyusu testleri ve re-enjeksiyon çalışmalarının örnek olarak çok iyi incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.