

# DENİZLİ-KIZILDERE JEOTERMAL SAHASI ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM POTANSİYELİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

**Mahmut PARLAKTUNA<sup>1</sup>, Nilgün GÜLEÇ<sup>1</sup>, Nurkan KARAHANOĞLU<sup>1</sup>,  
Ender OKANDAN<sup>1</sup>, Seyfullah TUFAN<sup>2</sup>, Kadri YELTEKİN<sup>3</sup>, Dönmez ÇİFTÇİ<sup>4</sup>,  
Tamer ÇİRKİN<sup>4</sup>, Yılmaz TUNA<sup>4</sup>, Nazife YILMAZ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, <sup>2</sup> Jeofizik Mühendisleri Odası,

<sup>3</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <sup>4</sup> Elektrik İşleri Etüt İdaresi

## ÖZET

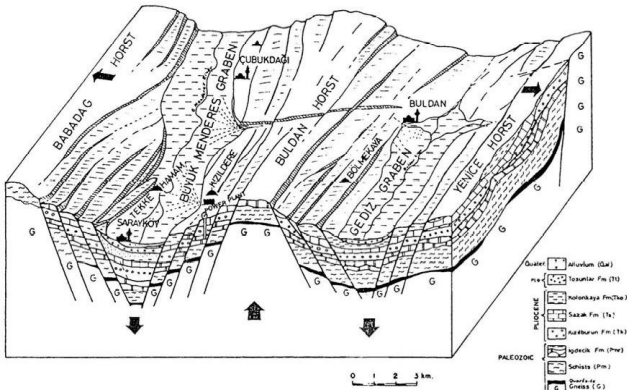
MTA tarafından 1965 yılında başlatılan çalışmalar sonucu, 1968 yılında açılan KD-1 kuyusunda 198 °C sıcaklıklı jeotermal akışkanın elde edilmesiyle keşfedilen Kızıldere Jeotermal sahası KD kodu ile açılan kuyulardan elde edilen buhar ile elektrik üretimine 1984 yılında başlamıştır. Gerek mevcut kuyulardan elde edilen buharın yetersizliği gerekse de üretilen akışkanın geri basma zorunluluğu nedeniyle 1995 yılında EÜAŞ-MTA ortaklığıyla başlatılan çalışma sonucu açılan üç kuyudan (TH-2, R-1 ve R-2) R-1 kuyusu yüksek debi ve sıcaklık kapasitesi (19.62 kg/cm<sup>2</sup> kuyu başı basıncında 371 ton/saat, 243 °C rezervuar sıcaklığı) ile sahanın güneye doğru uzandığını göstermiştir. KD kuyuları ile R-1 kuyusu arasındaki alanda açılan R-2 kuyusunun da yüksek geri basım kapasitesi ile sonuçlanması sonrası, saha ile ilgili yeni bir değerlendirme yapılması gerekmiştir. Bu gelişmeler çerçevesinde, Kızıldere Jeotermal Sahası'nın elektrik üretimi potansiyelinin tespitini hedefleyen, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ortaklığıyla bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışma sonucunda sahanın ısı rezervi ve üretilebilecek akışkan rezervi stokastik bir yaklaşımla tahmin edilmiştir. Sahanın alansal büyüklüğünün en fazla 13.5 km<sup>2</sup> olabileceği ve bu alandan % 90 olasılıkla 60 MW elektrik enerjisi üretilebileceği sonucu elde edilmiştir. Sahanın elektrik enerjisi üretim kapasitesinin % 50 olasılıkla 112 MW, % 10 olasılıkla ise 182 MW olduğu hesaplanmıştır.

## KIZILDERE JEOTERMAL SAHASI

Kızıldere jeotermal sahası, Denizli – Aydın illeri arasında (Şekil 1), Büyük Menderes Grabeninin'nin kuzey kenar fayı üzerinde yer almaktadır (Şekil 2).



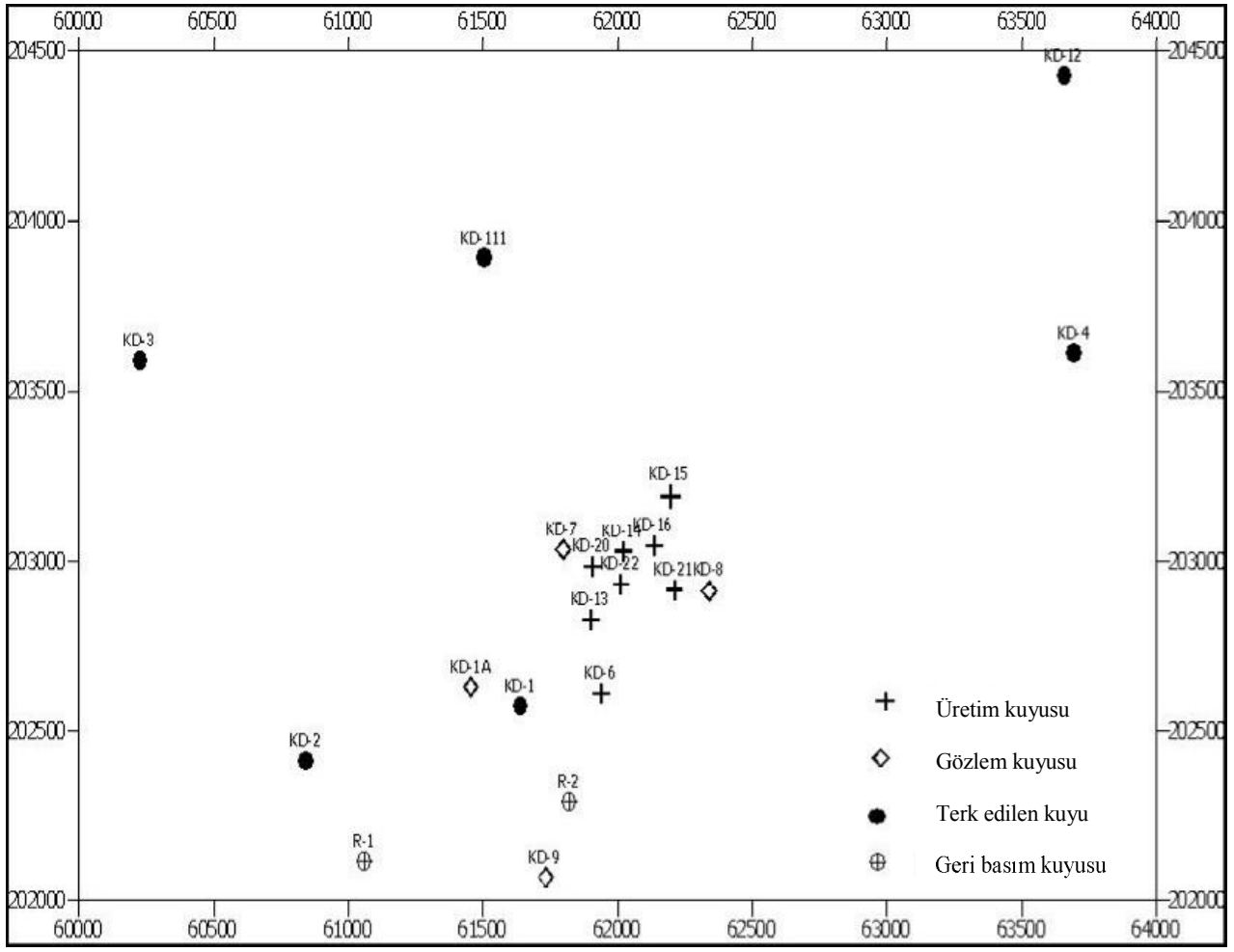
Şekil 1. Kızıldere Jeotermal sahası



Şekil 2. Batı Anadolu Horst-Graben sistemleri yer bulduru haritası (Şimşek, 1985)

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda çalışmalar 1965 yılında MTA ile başlar. İlk kuyu (KD-1) 1968 yılında jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonrası açılmıştır. 540 m toplam derinlikle tamamlanan bu kuyudan elde edilen 198 °C sıcaklıklı akışkanla keşfedilen sahada 1973 yılına kadar, toplam de-

rinlikleri 370 m ile 1241 m arasında değişen, 16 adet kuyu delinmiştir. Yapılan test ve ölçümlerden, bu kuyulardan altı tane sinin elektrik enerjisi üretimi için yeterli sıcaklık ve debiye sahip oldukları saptanmıştır. Sahadan elektrik enerjisi üretimini test edebilmek amacıyla, 1974 yılında MTA atölyelerinde 500 kW<sub>e</sub> gücünde bir pilot türbin yapılmıştır. MTA tarafından yapılan pilot test çalışması sonrası, 20.4 MW<sub>e</sub> kurulu kapasiteli santral 1984 yılında tamamlanarak elektrik üretimine başlanmıştır. Santral ilk olarak, elektrik enerjisi üretimine uygun olan 6 kuyudan üretilen buhar ile çalıştırılmış, bu kuyulardan üretilen buharın santrali beslemesinin yetersiz kalması üzerine, 1985-1986 yıllarında 3 yeni kuyu daha açılmıştır. Sahada, yapılan akışkan üretimi neticesinde gözlemlenen basınç düşümü ve atık su problemlerini çözebilmek amacıyla 1995 yılında EÜAŞ-MTA ortak çalışmasıyla bir geri basım projesi başlatılmıştır. Bu kapsamda 1996 yılında TH-2 kuyusu delinmiş, yeterli enjektivite elde edilememiştir. 1998 yılında sondajı tamamlanan R-1 kuyusu yeterli enjektiviteye sahip olmamasına rağmen, yüksek üretim debi ve sıcaklığı özelliği göstermiştir. 2000 yılında sondajı ve testleri tamamlanan R-2 kuyusunun geri basım için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. 2001 yılında ise geri basım amacıyla açılmış olan R-1 kuyusu üretim kuyusu olarak kullanıma açılmıştır. Sahada açılmış olan kuyuların lokasyonları Şekil 3 te verilmektedir.



Şekil 3. Kızıldere sahası kuyu lokasyonları (Yeltekin, 2001)

Bölgenin jeolojisi değerlendirildiğinde; Ege graben sistemleri içerisinde yer alan Kızıldere jeotermal sahasında Menderes Masifine ait metamorfik kayalar (Paleozoyik) ile Pliyosen ve Kuvaterner çökel kayaları bulunmaktadır Kızıldere jeotermal alanı Ege Graben sistemleri içinde bulunması nedeniyle karmaşık kırıklı yapı özelliği göstermektedir. Bölgesel yapıyı kontrol eden kırık hatları D-B, KD-GB, KB-GD doğrultulu olmakla birlikte ana yapı D-B yönlü kırıklardan oluşmaktadır. Jeotermal alanlar bu kırık hatları üzerinde yüzeylenmişlerdir. Jeotermal sahada ana rezervuar kaya, metamorfik temele ait mermer, kuvarsit, kuvarslı şist

ve gnayslarla temsil edilmektedir. Ayrıca Sazak Formasyonunun kireçtaşları ikinci bir rezervuar seviye olarak değerlendirilmektedir (Şimşek 1984).

Sahada günümüze kadar yapılan üretim ve geri basım uygulamalarından, sahanın üç önemli problemi olduğu bilinmektedir.

1. Üretim kuyularında ve yüzey bağlantılarında oluşan kalsit çökeltisi: Yüksek oranda karbon dioksit içeren Kızıldere sahası akışkanı, kuyu boyunca karbon dioksitin kaynamayla akışkanı terk etmesi sonucu, kalsit için doymuşluk sınırını aşmakta ve açığa çıkan kalsiyum karbonat

boru çeperlerine yapışarak çap daralmasına ve üretimin azalmasına, zamanla tümüyle durmasına neden olmaktadır (Şekil 4a). Bu problem, halen kuyuların periyodik olarak mekanik yöntemlerle temizlenmesi yöntemiyle giderilmektedir. Her periyodik temizleme sonrası kuyulardan elde edilen üretim değerleri eski seviyesine çıkmaktadır (Şekil 4b).

2. Rezervuar basıncında oluşan düşme: Elektrik enerjisi üretimi amacıyla yapılan yüksek debili üretim sonucu rezervuar basıncında düşüm gözlenmektedir (Şekil 5). Ancak, rezervuar basıncındaki düşme eğilimi, diğer kuyulara göre daha verimli olan R-1 kuyusunun üretime alınması ve R-2 kuyusundan geri basımın başlamasıyla yavaşlamıştır.

3. Santralin atık suyunda bulunan yüksek boron derişimi: Her ne kadar 2002 yılından beri sahada üretilen akışkanın bir kısmı geri basım ile yerin altına gönderiliyorsa da, üretilen akışkanın büyük kısmı Menderes nehrine atılmaktadır. Verimli tarım arazisinin sulanmasında kullanılan Menderes nehrinin suyunda

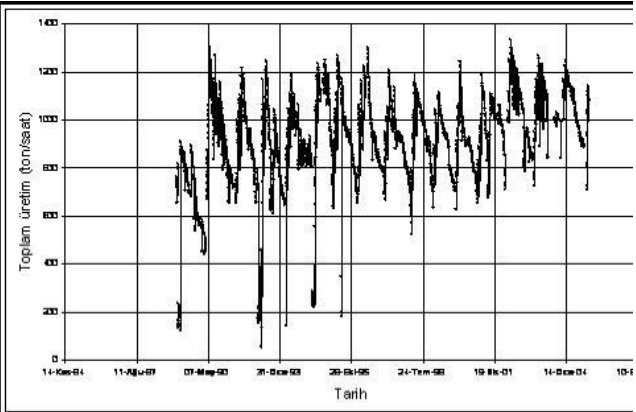
boron derişiminin kabul edilebilir seviye üzerine çıkması, tarım ürünlerine zarar verebilmektedir. Bu nedenle, çoğunlukla üretim debisi sınırlanmakta, nehir debisinin çok düşük olduğu yaz aylarında ise santral kapatılmak zorunda kalmaktadır.

Sahada daha önce yapılmış jeofizik ve jeokimyasal çalışmaların değerlendirilmesi sonucu Kızıldere Jeotermal sahasının olası alansal büyüklüğü konusunda elde edilen bilgiler bir diğer bildiriye sunulmuş ve tartışılmış idi (Parlaktuna vd, 2007). Kızıldere Jeotermal sahası için belirlenen alansal büyüklüğün sahip olduğu yerinde ısı enerjisi ve elde edilebilir güç bilgileri ise, bu çalışma kapsamında, olasılık yöntemleri kullanılarak tahmin edilmiştir.

Jeotermal rezervuarlarda yerinde ısı enerjisinin hesaplanmasında kullanılan aşağıdaki denklem iki ayrı bileşenle ifade edilmektedir; kayacın ve akışkanın içerdiği ısı enerjileri.

$$H_T = H_K + H_A$$

$$H_T = (1 - f) C_K \tilde{n}_K V(T_R - T_U) + f C_A \tilde{n}_A V(T_R - T_U)$$



Şekil 4. a) Kızıldere kuyularında kalsit çökmesi (Şimşek vd. 2005), b) Kızıldere sahası toplam üretiminin mekanik temizlikle değişimi (Yeltekin, Parlaktuna, 2006)

Burada:

$H_T$  = Yerde toplam ısı enerjisi, kJ

$H_K$  = Kayacın içerdiği ısı enerjisi, kJ

$H_A$  = Akışkanın içerdiği ısı enerjisi, kJ

$\phi$  = Gözeneklilik, kesir

$C_K, C_A$  = Kayaç ve akışkanın özgül ısıları, kJ/kg °C

$V$  = Rezervuarın toplam hacmi, m<sup>3</sup>

$\rho_K, \rho_A$  = Kayaç ve akışkanın yoğunlukları, kg/m<sup>3</sup>

$T_R, T_U$  = Rezervuar sıcaklığı ile enerjinin kullanım sıcaklıkları, °C

Yerde toplam ısı enerjisinden elde edilebilecek gücün hesaplanmasında ise aşağıda verilen ilişki kullanılmaktadır.

$$G = \frac{H_T \times K \times \Phi}{t \times Y}$$

Burada:

$G$  = Elde edilebilecek güç, kW<sub>e</sub>

$t$  = Proje süresi, saniye

$KF$  = Yerde ısı enerjisinin kurtarım faktörü, kesir

$\Phi F$  = Isıl enerjinin elektrik enerjisine çevrim faktörü, kesir

$YF$  = Projenin yük faktörü (yıllık kullanım oranı), kesir

Her iki denklemde verilen parametreler birçok belirsizlik içermekte olup bu parametreleri bilinen dağılım fonksiyonları ile tanımlayarak yapılacak "Olasılık Hesaplamaları" söz konusu parametrelerin sahip olduğu belirsizlikleri göz önüne alan bir yöntemdir. Bu amaçla sıklıkla kullanılmakta olan "Monte Carlo" tipi olasılık

hesaplama yöntemi için @RISK isimli bir yazılım bu çalışma kapsamında kullanılmıştır.

Tablo 1, @RISK programının uygulanması aşamasında kullanılan parametrelerin dağılım fonksiyon tipleri ile her bir parametre için atanan sayısal değerleri vermektedir. Her bir parametre için atanmış olan değerlerin gerekçeleri şöyledir:

**Gözeneklilik:** Kızıldere sahası hazne kayacı olan İğdecik formasyonunu oluşturan metamorfik kayaçların (mermer ve şistler) düşük gözeneklilik değerine sahip oldukları bilinmektedir. Tektonik aktiviteler sonucu oluşmuş kırık-çatlak sistemleri ile karakterize edilebilecek Kızıldere Jeotermal sahası için gözenekliliğin % 1 – 7 arasında değiştiği kabul edilmiş ve en olası gözeneklilik değeri % 3 olarak kullanılmıştır. @RISK programının 10000 iterasyonla çalıştırılması sonucu elde edilen gözeneklilik dağılımı Şekil 5 te verilmektedir.

**Kayaç özgül ısı:** Şist için sabit olarak alınan bu değer 0.92 kJ/kg °C olarak alınmıştır.

**Kayaç yoğunluğu:** Bu parametrenin 2500 kg/m<sup>3</sup> ile 2700 kg/m<sup>3</sup> arasında düzenli dağılım fonksiyonu ile tanımlanmıştır @RISK programının 10000 iterasyonla çalıştırılması sonucu elde edilen kayaç yoğunluğu dağılımı Şekil 6 da verilmektedir.

**Alan:** Kızıldere jeotermal sahası alan sal büyüklüğü, halihazır üretim yapılmakta olan kuyuların bulunduğu 2.5 km<sup>2</sup> ile

jeofizik ölçümlerle (öz direnç) saptanan en büyük alan olan 13.5 km<sup>2</sup> arasında üçgen dağılımla tanımlanmış olup, en olası değer 8 km<sup>2</sup> olarak kullanılmıştır.

Kalınlık: Üretimin yapıldığı İğdecik formasyonunun kalınlığı R-1 kuyusunun üretken birimleri olan şistlerin kalınlığı ile tanımlanmıştır. Bu kuyuda kesilen ve tabanına ulaşamadığı için “görünür kalınlık” olan değer (1200 m) en küçük kalınlık değeri olarak alınmış olup, bölgede çalışmış tecrübeli MTA mühendisleri ile yapılan görüşmelerde elde edilen, söz konusu birimin 3000 m kalınlığı olabileceği bilgisi en yüksek değer olarak kullanılmıştır. Üçgen dağılımında en olası değer ise 2100 m olarak alınmıştır.

Sıcaklık: Sahada üretim yapan en düşük ve en yüksek sıcaklıklı kuyuların sıcaklık değerleri (195 °C ve 243 °C) üçgen dağılımın en düşük ve en yüksek değerleri olarak kabul edilmiş, en olası sıcaklık değeri ise 220 °C olarak alınmıştır.

Uygulama sıcaklığı: Kuyulardan üretilen akışkandan türbine gönderilecek buharın ayrıştırıldığı 4.5 kg/cm<sup>2</sup> basınçtaki saf suyun kaynama sıcaklığı olan 147 °C sabit uygulama sıcaklığı olarak kullanılmıştır.

Akışkan özgül ısı: Bu parametre uygulamada kullanılan 195 – 243 °C akışkan sıcaklığı aralığı için ortalama değer olarak 4.6 kJ/kg °C sabit alınmıştır.

Akışkan yoğunluğu: 195, 220 ve 243 °C sıcaklıklar için saf suyun buhar tablolarından elde edilen yoğunluk değerleri

üçgen dağılımla kullanılmıştır.

Kurtarım faktörü: Bu parametere, üçgen dağılımda % 10, 15 ve 20 olmak üzere en düşük, en olası ve en büyük değerleri ile kullanılmıştır.

Çevrim faktörü: Isıl enerjiden elektrik enerjisine çevrim faktörü % 20 değeri ile sabit alınmıştır.

Proje süresi: Söz konusu proje için 25 yıl proje süresi sabit alınmıştır.

Yük faktörü: Gerek santralin yıllık bakımı, gerekse B. Menderes nehrinin debisinin az olduğu bu nedenle nehre boron içeren atık akışkanın mümkün olmadığı ortalama 2 aylık süre gözönüne alınarak yük faktörü % 82 olarak alınmıştır.

@RISK programının 10000 iterasyonla çalıştırılması sonucu elde edilen Yerinde Isı Enerjisi Şekil 7 de, Elde Edilebilir Güç ise Şekil 8 de sunulmaktadır. Elde edilebilir güç değerlerini bir olasılık diyagramında sunacak olur isek Şekil 9 da sunulan sonuçlar elde edilmektedir. Bu sonuçlara göre Kızıldere sahası;

- % 90 olasılıkla 60 MW<sub>e</sub>

- % 50 olasılıkla 112 MW<sub>e</sub> ve

- % 10 olasılıkla 182 MWe elektrik üretebilecek kapasite bulunmaktadır.

Kızıldere sahasından elde edilebilecek güç değerlerini olasılık hesaplama yöntemi ile belirledikten sonra, bu miktarlarda enerjinin elde edilebileceği kuyu sayıları aşağıdaki yöntemle hesaplanmıştır:

Ön kabüller:

1. Kuyulardan üretilen akışkan 4.5

bar basınç altında (147 °C sıcaklıkta) su ve buhar fazlarına ayrıştırılmaktadır. Dolayısıyla türbine gönderilen buharın entalpisi 2741.8 kJ/kg olarak alınmıştır.

2. Isıl enerjiden elektrik enerjisine dönüşüm verimi % 20 dir.

3. Toplam akışkanın % 20 si buhar olarak ayrıştırılarak türbine gönderilmektedir.

4. Proje süresi 25 yıldır.

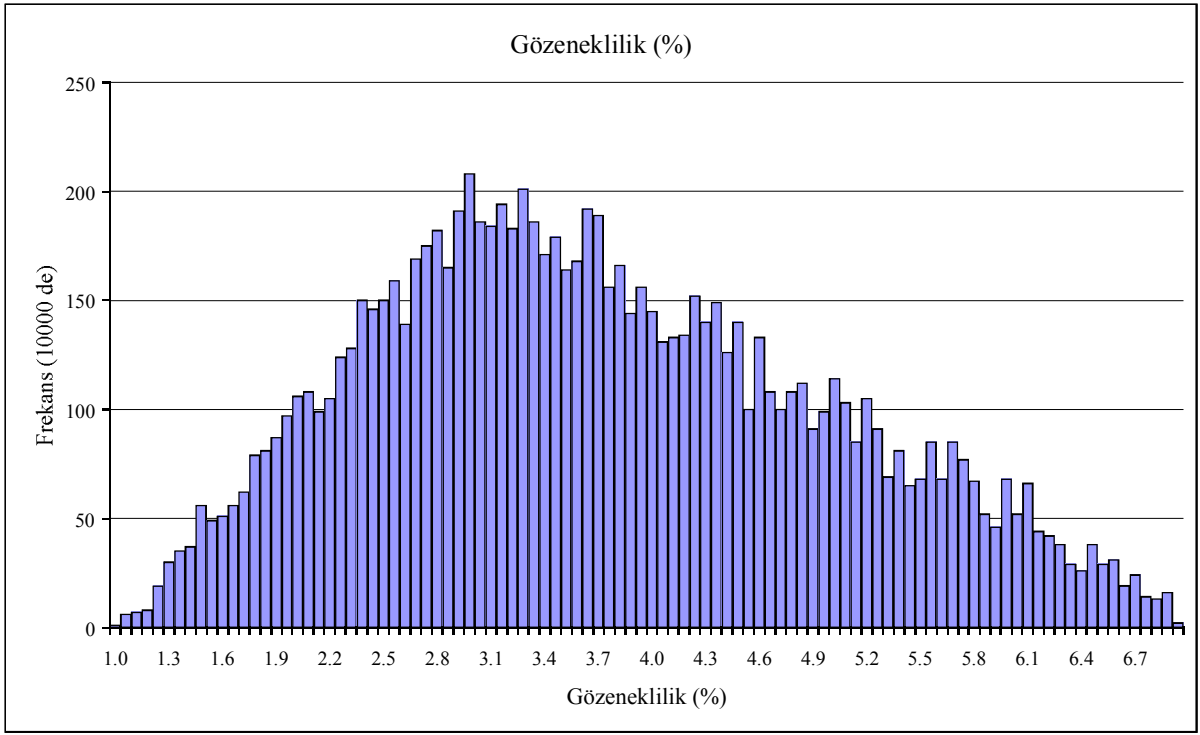
5. Kuyu sayıları hesaplanırken birbirine eşdeğer kuyular kabul edilecek ve hesaplamalar 200 ton/saat veya 300 ton/saat üretim debisine sahip eşdeğer kuyular kullanılarak yapılacaktır.

Yukarıda sıralanan ön kabüller çerçevesinde yapılan hesaplamalar sonrası elde edilen kuyu sayıları Tablo 2 de sunulmaktadır. Tablonun son iki satırında verilen kuyu sayıları bilgisinde parantez içinde verilen değerler tam sayılara tamamlanarak rapor edilmiştir.

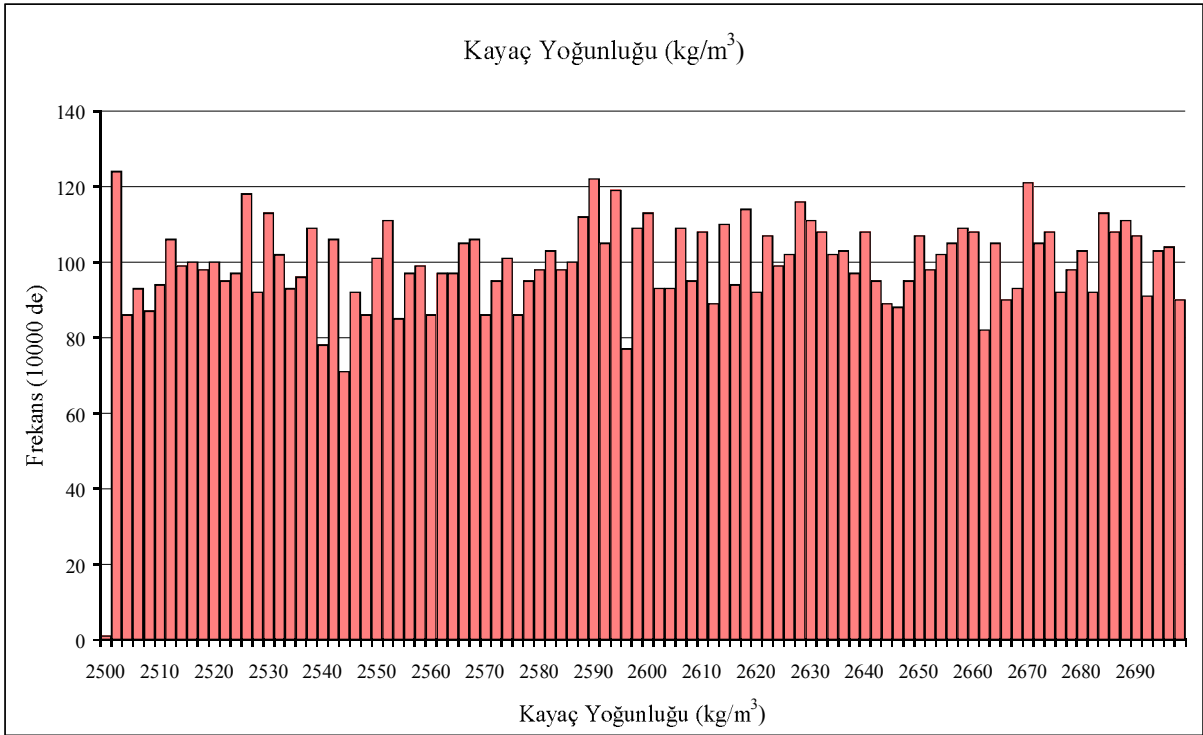
Yerinde ısı enerjisinin rezervuar bileşenleri (kayaç ve akışkan) nasıl dağıldığını gösterebilmek amacıyla bir örnek hesaplama da yapılmıştır. Bu örnekte rezervuar parametreleri için 10000 iterasyonluk @RISK uygulamasından elde edilen ortalama değerler (% 50) kullanılmış, bir ekleme olarak ise Kızıldere sahası akışkanında çözünmüş olduğu bilinen karbon dioksit ise rezervuar akışkanında % 4 doymuşlukla eklenmiştir (Tablo 3). Yapılan hesaplama sonrası her bir bileşenin içerdiği ısı enerjisi miktarı ve bu enerji miktarlarının toplam rezervuar enerjisi içindeki yüzde-leri Tablo 4 te sunulmaktadır. Görüleceği gibi, yerinde rezervuar enerjisinin çok büyük kısmı (% 93.628) kayada yer alırken, geri kalan enerjinin hemen hemen tamamı da sıcak su içindedir (% 6.368). Karbon dioksitin sahip olduğu enerji ise tümüyle ihmal edilecek boyutlardadır.

Parametre	Dağılım tipi	En Küçük	En Olası	En Büyük
Gözeneklilik (%)	Üçgen	1	3	7
Kayaç özgül ısı (kJ/kg °C)	Sabit	0.92		
Kayaç yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	Düzenli	2500		2700
Alan (m <sup>2</sup> )	Üçgen	2 x 10 <sup>6</sup>	8 x 10 <sup>6</sup>	13.5 x 10 <sup>6</sup>
Kalınlık (m)	Üçgen	1200	2100	3000
Sıcaklık (°C)	Üçgen	195	220	243
Uygulama sıcaklığı	Sabit	147		
Akışkan özgül ısı (kJ/kg °C)	Sabit	4.6		
Akışkan yoğunluğu (kg/m <sup>3</sup> )	Üçgen	809.4	840.3	870.4
Kurtarım faktörü (%)	Üçgen	10	15	20
Çevrim faktörü (%)	Sabit	20		
Proje süresi (yıl)	Sabit	25		
Yük faktörü (%)	Sabit	82		

Tablo 1. @RISK uygulamasında kullanılan parametrelerin dağılım fonksiyonları

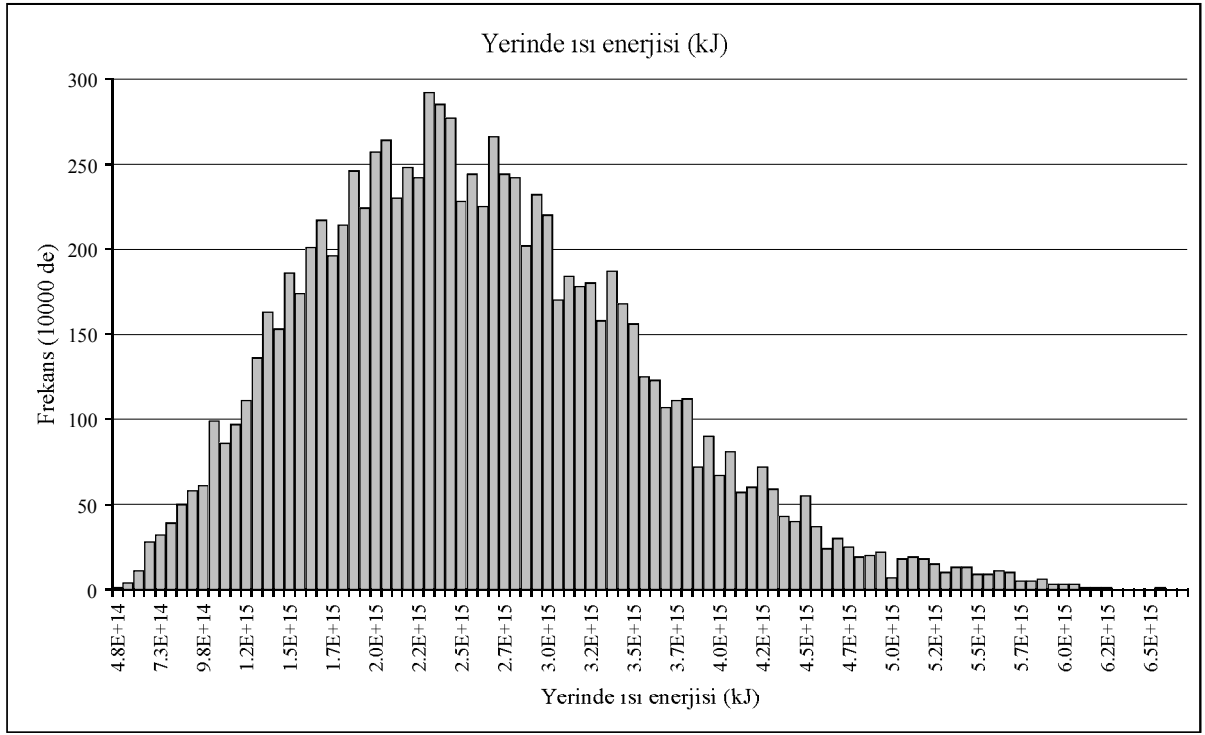


Şekil 5. Gözeneklilik dağılımı

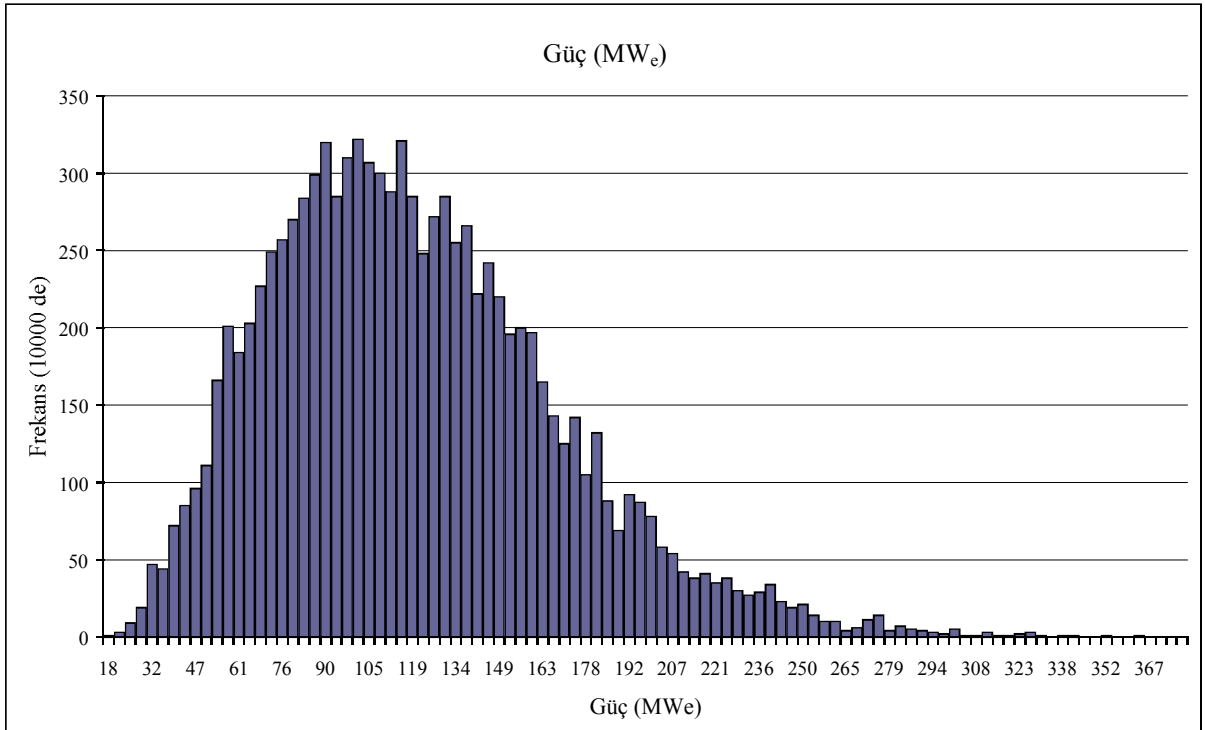


Şekil 6. Kayaç yoğunluğu dağılımı

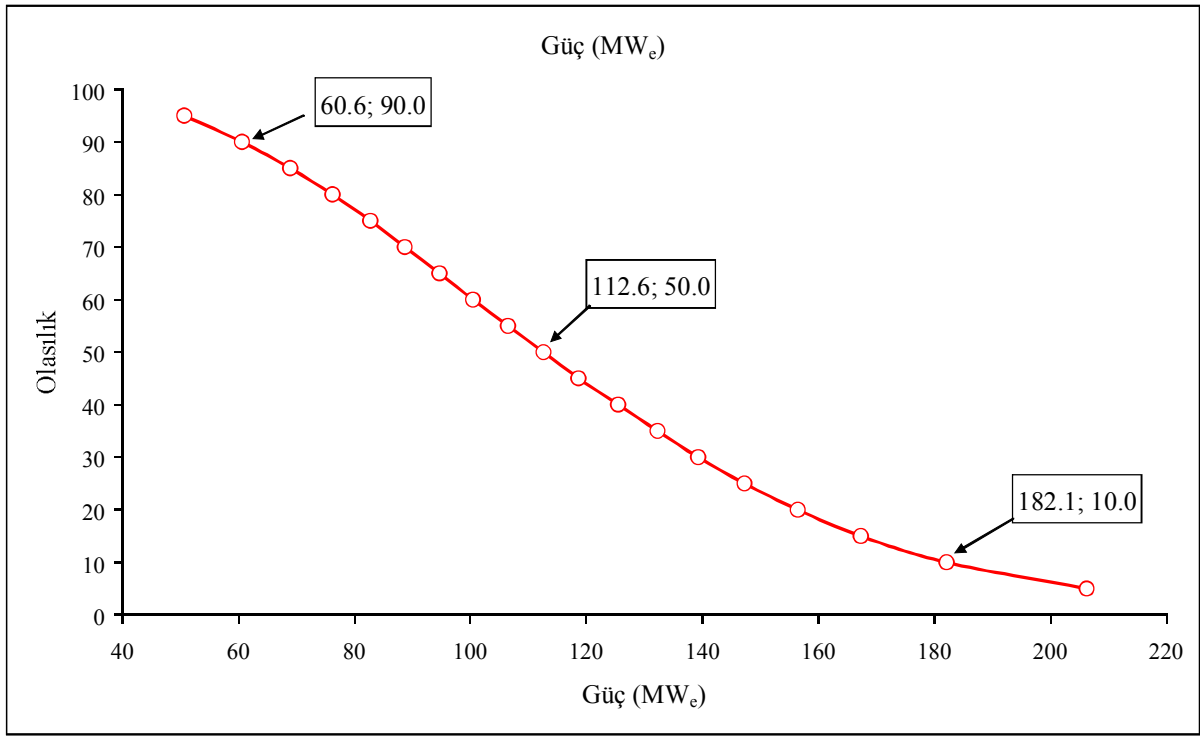




Şekil 7. Kızıldere Jeotermal sahası hesaplanan yerinde ısı enerjisinin dağılımı



Şekil 8. Kızıldere Jeotermal sahası hesaplanan elde edilebilir gücün dağılımı



Şekil 9. Kızıldere Jeotermal sahası hesaplanan elde edilebilir gücün olasılık grafiği

Tablo 2. Elde edilebilir güç için gerekli kuyu sayıları

Parametre	Olasılık (%)		
	90	50	10
Güç (Mwe)	60	112	182
Zaman (yıl)	25	25	25
Zaman (sn)	7.88 E+08	7.88 E+08	7.88 E+08
Enerji (kJ)	4.78 E+13	8.88 E+13	1.44 E+14
Buhar entalpisi (147 °C) (kJ/kg)	2741.8	2741.8	2741.8
Enerji dönüşüm yüzdesi (kesir)	0.2	0.2	0.2
Buhar kütlesi (kg)	8.72 E+10	1.62 E+11	2.62 E+11
Buhar yüzdesi (kesir)	0.2	0.2	0.2
Toplam kütle (kg)	4.36 E+11	8.09 E+11	1.31 E+12
Toplam kütle (ton)	4.36 E+11	8.09 E+08	1.31 E+09
Üretim hızı (ton/saat)	1989.8	3696.1	5977.6
Kuyu sayısı (300 ton/saat)	<b>7</b> (6.6)	<b>13</b> (12.3)	<b>20</b> (19.9)
Kuyu sayısı (200 ton /saat)	<b>10</b> (9.9)	<b>19</b> (18.5)	<b>30</b> (29.9)

Tablo 3. Yerde ısı enerjisinin rezervuar bileşenlerine dağılımında kullanılan parametreler

<b>Parametre</b>	<b>Ortalama değer</b>
Gözeneklilik (kesir)	3.68E-02
Alan, (m <sup>2</sup> )	7839315
Kalınlık, (m)	2096.583
Kayaç yoğunluğu, (kg/m <sup>3</sup> )	2600.824
Akışkan yoğunluğu, (kg/m <sup>3</sup> )	839.884
Karbon dioksit yoğunluğu, (kg/m <sup>3</sup> )	75.4495922
Kayaç özgül ısı, (kJ/kgK)	0.8
Akışkan özgül ısı, (kJ/kgK)	4.6
Karbon dioksit özgül ısı, (kJ/kgK)	0.763
Kayaç sıcaklığı, (°C)	219.3186
Uygulama sıcaklığı, (°C)	147
Buhar yüzdesi, (kesir)	0.1497351
Çevrim faktörü, (kesir)	0.2
Proje süresi, saniye (25 yıl)	7.88E+08
Yük faktörü, (kesi)	0.82
Karbon dioksit yüzdesi (kesir)	0.04

Tablo 4. Yerde ısı enerjisinin rezervuar bileşenlerine dağılımı

	<b>Enerji (kJ)</b>	<b>Yüzde</b>
<b>Kayaç</b>	2.38E+15	93.628
<b>Akışkan</b>	1.62E+14	6.368
<b>Karbon dioksit</b>	1.01E+11	0.004
<b>Toplam</b>	2.54E+15	100.000

## SONUÇLAR

Kızıldere jeotermal sahasının elde mevcut jeoloji, jeokimya, jeofizik, sondaj çalışmaları ve kuyu testleri bilgileri değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Jeofizik değerlendirmeler sonucu, sahanın alansal büyüklüğünün en fazla 13.5 km<sup>2</sup> olabileceği saptanmıştır.

- Yapılan olasılık hesaplamaları ile Kızıldere Jeotermal Sahasından elde edilebilecek elektrik enerjisi ve kuyu sayıları aşağıdaki gibi bulunmuştur:

Olasılık (%)	Enerji (MW <sub>e</sub> )	300 ton/saat kuyu sayısı	200 ton/saat kuyu sayısı
10	182	20	30
50	112	13	19
90	60	7	10

## KAYNAKLAR

Parlaktuna, M., Güleç, N., Karahanoğlu, N., Okandan, E., Tufan, S., Yeltekin, K., Çiftçi, T., Tuna, Y., Yılmaz, N., (2007) "Denizli-Kızıldere Jeotermal Sahası Alan-sal Büyüklüğü Üzerine Bir Çalışma", Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Jeotermal Kongre ve Sergisi, 21-24 Kasım 2007, Ankara.

Şimşek, Ş., (1984) "Denizli, Kızıldere, Tekkehamam, Tosunlar, Buldan ve Yenice Alanları Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları", MTA Rapor No 7486, Ankara.

Şimşek, Ş., (1985) "Geothermal Model of Denizli, Sarayköy-Buldan Area" Geothermics, 14, No.2/3 , 393-417.

Yeltekin, K., (2001) "Characterization and Modelling of Kızıldere Geothermal Field", Yüksek Lisans tezi, Orta Doğu teknik Üniversitesi.

Yeltekin, K., Parlaktuna, M., (2006) "Interpretation of Reinjection Test in Kızıldere Geothermal Field, Turkey", Proceedings 31 st Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 30 Ocak – 1 Şubat.

# DENİZLİ-KIZILDERE JEOTERMAL SAHASI ALANSAL BÜYÜKLÜĞÜ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

**Mahmut PARLAKTUNA<sup>1</sup>, Nilgün GÜLEÇ<sup>1</sup>, Nurkan KARAHANOĞLU<sup>1</sup>,  
Ender OKANDAN<sup>1</sup>, Seyfullah TUFAN<sup>2</sup>, Kadri YELTEKİN<sup>3</sup>, Dönmez ÇİFTÇİ<sup>4</sup>,  
Tamer ÇİRKİN<sup>4</sup>, Yılmaz TUNA<sup>4</sup>, Nazife YILMAZ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, <sup>2</sup> Jeofizik Mühendisleri Odası,

<sup>3</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <sup>4</sup> Elektrik İşleri Etüt İdaresi

## ÖZET

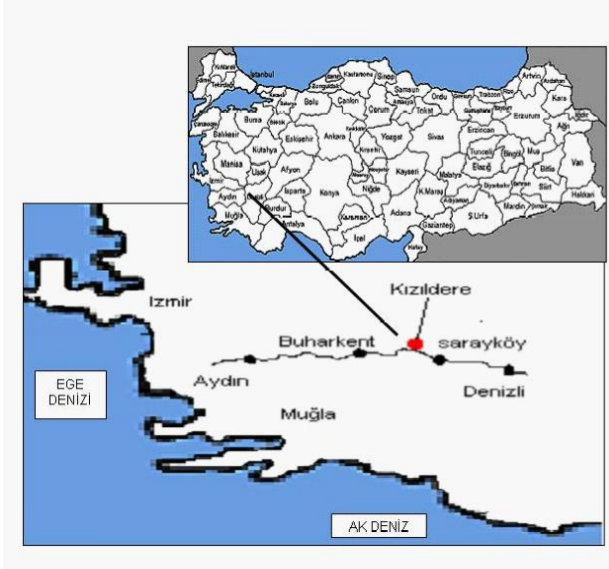
Denizli ile Aydın illeri arasında Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenar fayı üzerinde yer alan Kızıldere Jeotermal Sahasından üretilen jeotermal akışkan elektrik enerjisi üretimi yanı sıra sera ve konut ısıtmacılığında ve kuru buz üretiminde kullanılmaktadır.

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda 1984 yılında işletmeye alınan santral 20.4 MW<sub>e</sub>'lik kurulu gücünde olup, bu güne kadar ortalama 10 MW<sub>e</sub> gücünde çalışmaktadır. Kızıldere Jeotermal Sahası'nın elektrik üretimi potansiyelinin tespitini hedefleyen, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ortaklığıyla yürütülen bu çalışma kapsamında, saha ile ilgili daha önce birçok kamu kurum ve kuruluşu, üniversiteler, yabancı şirket ve kurumlar tarafından yapılmış olan çalışmaların raporları ve yayınlanmış bildiri ve makaleler toparlanarak, sahada yapılmış olan jeoloji, jeofizik, jeokimya ve sondaj çalışmaları değerlendirilerek sahanın olası alansal büyüklüğü tahmini yapılmıştır.

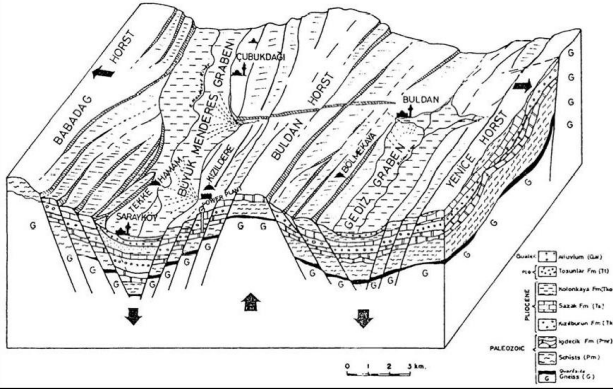
Elektrik Özdirenç (rezistivite) ölçümlerinin, jeotermal enerji açısından önemli olan ve jeotermal anomali olarak belirlenen düşük özdirençli alanlar (10 ohm-m den küçük), 150 m ve 300 m derinliklerdeki özdirenç haritaları kullanılarak Kızıldere sahası için 13.5 km<sup>2</sup> ve Tekkehamam sahası için ise 7.5 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Her iki sahanın tek bir rezervuar olarak görüldüğü 500 m ile 800, 900 ve 1000 m ortalamaları özdirenç haritalarından ise Kızıldere ve Tekkehamam sahalarının toplamı için 36 km<sup>2</sup> lik jeotermal alan hesaplanmıştır.

## KIZILDERE JEOTERMAL SAHASI

Kızıldere jeotermal sahası, Denizli – Aydın illeri arasında (Şekil 1), Büyük Menderes Grabeninin'nin kuzey kenar fayı üzerinde yer almaktadır (Şekil 2).



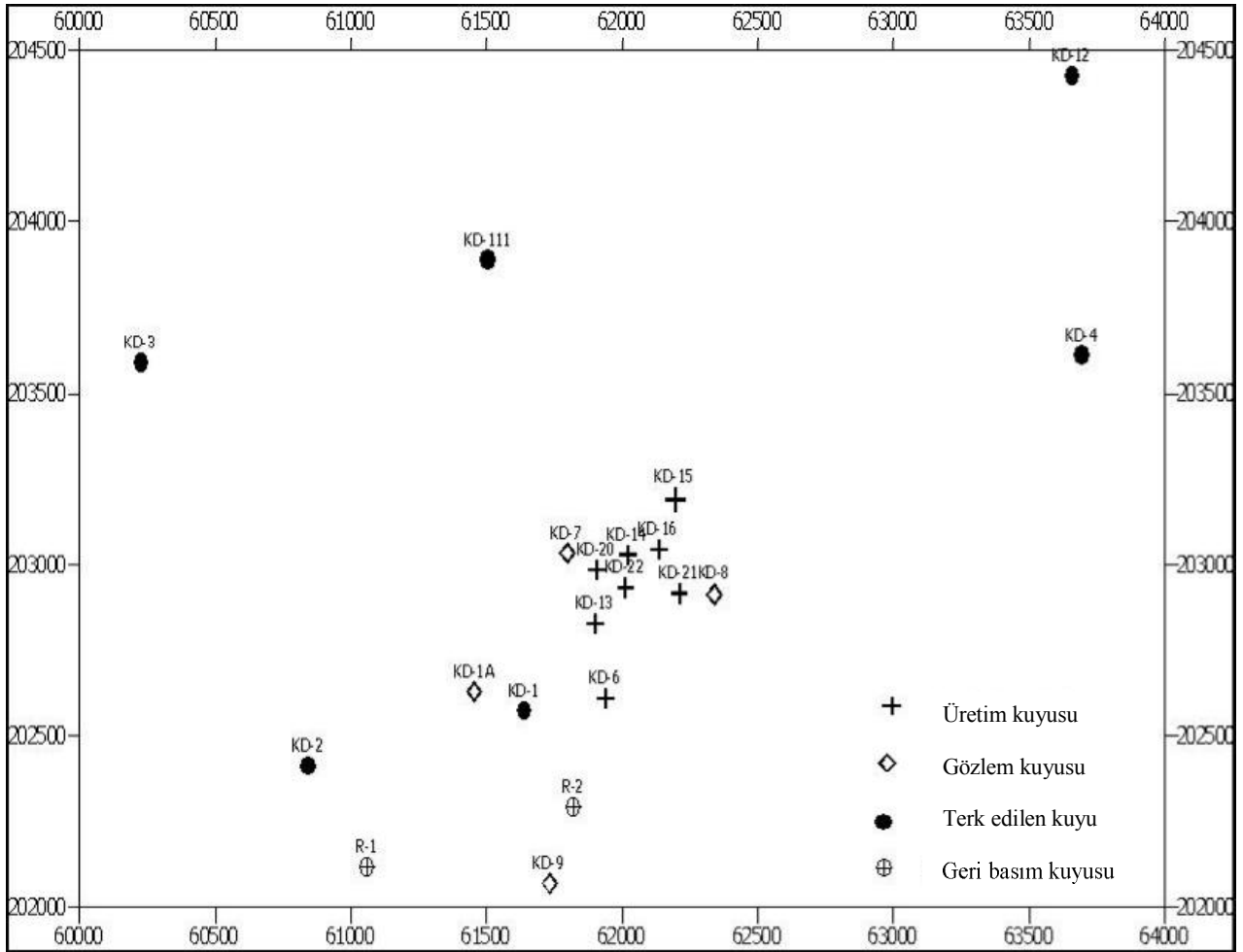
Şekil 1. Kızıldere Jeotermal sahası



Şekil 2. Batı Anadolu Horst-Graben sistemleri yer bulduru haritası (Şimşek, 1985)

Kızıldere Jeotermal Sahası'nda çalışmalar 1965 yılında MTA ile başlar. İlk kuyu (KD-1) 1968 yılında jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonrası açılmıştır. 540 m toplam derinlikle tamamlanan bu kuyudan elde edilen 198 °C sıcaklıklı akışkanla keşfedilen sahada 1973 yılına kadar, toplam de-

rinlikleri 370 m ile 1241 m arasında değişen, 16 adet kuyu delinmiştir. Yapılan test ve ölçümlerden, bu kuyulardan altı tane sinin elektrik enerjisi üretimi için yeterli sıcaklık ve debiye sahip oldukları saptanmıştır. Sahadan elektrik enerjisi üretimini test edebilmek amacıyla, 1974 yılında MTA atölyelerinde 500 kW<sub>e</sub> gücünde bir pilot türbin yapılmıştır. MTA tarafından yapılan pilot test çalışması sonrası, 20.4 MW<sub>e</sub> kurulu kapasiteli santral 1984 yılında tamamlanarak elektrik üretimine başlanmıştır. Santral ilk olarak, elektrik enerjisi üretimine uygun olan 6 kuyudan üretilen buhar ile çalıştırılmış, bu kuyulardan üretilen buharın santrali beslemesinin yetersiz kalması üzerine, 1985-1986 yıllarında 3 yeni kuyu daha açılmıştır. Sahada, yapılan akışkan üretimi neticesinde gözlemlenen basınç düşümü ve atık su problemlerini çözebilmek amacıyla 1995 yılında EÜAŞ-MTA ortak çalışmasıyla bir geri basım projesi başlatılmıştır. Bu kapsamda 1996 yılında TH-2 kuyusu delinmiş, yeterli enektivite elde edilememiştir. 1998 yılında sondajı tamamlanan R-1 kuyusu yeterli enjektiviteye sahip olmamasına rağmen, yüksek üretim debi ve sıcaklığı özelliği göstermiştir. 2000 yılında sondajı ve testleri tamamlanan R-2 kuyusunun geri basım için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. 2001 yılında ise geri basım amacıyla açılmış olan R-1 kuyusu üretim kuyusu olarak kullanıma açılmıştır. Sahada açılmış olan kuyuların lokasyonları Şekil 3 te verilmektedir.



Şekil 3. Kızıldere sahası kuyu lokasyonları (Yeltekin, 2001)

Bölgenin jeolojisi değerlendirildiğinde; Ege graben sistemleri içerisinde yer alan Kızıldere jeotermal sahasında Menderes Masifine ait metamorfik kayalar (Paleozoyik) ile Pliyosen ve Kuvaterner çökel kayaları bulunmaktadır Kızıldere jeotermal alanı Ege Graben sistemleri içinde bulunması nedeniyle karmaşık kırıklı yapı özelliği göstermektedir. Bölgesel yapıyı kontrol eden kırık hatları D-B, KD-GB, KB-GD doğrultulu olmakla birlikte ana yapı D-B yönlü kırıklardan oluşmaktadır. Jeotermal alanlar bu kırık hatları üzerinde yüzeylenmişlerdir. Jeotermal sahada ana rezervuar kaya, metamorfik temele ait mermer, kuvarsit, kuvarslı şist

ve gnayslarla temsil edilmektedir. Ayrıca Sazak Formasyonunun kireçtaşları ikinci bir rezervuar seviye olarak değerlendirilmektedir (Şimşek 1984).

Sahada günümüze kadar yapılan üretim ve geri basım uygulamalarından, sahanın üç önemli problemi olduğu bilinmektedir.

1. Üretim kuyularında ve yüzey bağlantılarında oluşan kalsit çökeltisi: Yüksek oranda karbon dioksit içeren Kızıldere sahası akışkanı, kuyu boyunca karbon dioksitin kaynamayla akışkanı terk etmesi sonucu, kalsit için doymuşluk sınırını aşmakta ve açığa çıkan kalsiyum karbonat

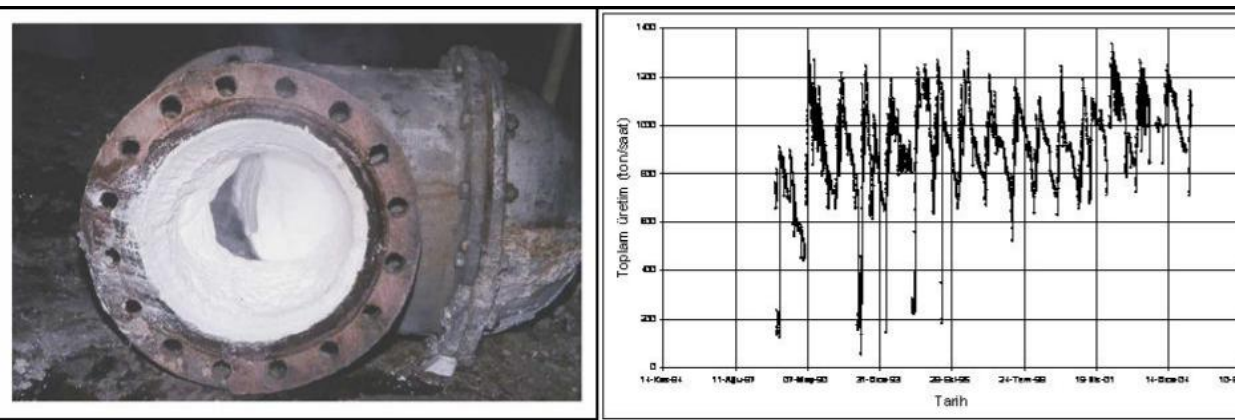
boru çeperlerine yapışarak çap daralmasına ve üretimin azalmasına, zamanla tümüyle durmasına neden olmaktadır (Şekil 4a). Bu problem, halen kuyuların periyodik olarak mekanik yöntemlerle temizlenmesi yöntemiyle giderilmektedir. Her periyodik temizleme sonrası kuyulardan elde edilen üretim değerleri eski seviyesine çıkmaktadır (Şekil 4b).

2. Rezervuar basıncında oluşan düşme: Elektrik enerjisi üretimi amacıyla yapılan yüksek debili üretim sonucu rezervuar basıncında düşüm gözlenmektedir (Şekil 5). Ancak, rezervuar basıncındaki düşme eğilimi, diğer kuyulara göre daha verimli olan R-1 kuyusunun üretime alınması ve R-2 kuyusundan geri basımın başlamasıyla yavaşlamıştır.

3. Santralin atık suyunda bulunan yüksek boron derişimi: Her ne kadar 2002 yılından beri sahada üretilen akışkanın bir kısmı geri basım ile yerin altına gönderiliyorsa da, üretilen akışkanın büyük kısmı Menderes nehrine atılmaktadır. Verimli tarım arazisinin sulanmasında

kullanılan Menderes nehrinin suyunda boron derişiminin kabul edilebilir seviye üzerine çıkması, tarım ürünlerine zarar verebilmektedir. Bu nedenle, çoğunlukla üretim debisi sınırlanmakta, nehir debisinin çok düşük olduğu yaz aylarında ise santral kapatılmak zorunda kalmaktadır.

Jeofizik çalışmalar kapsamında, daha önceki çalışmalardan faydalanılarak bölgesel gravite anomali haritası ile bölgesel havadan manyetik anomali görüntü haritaları yeniden değerlendirilmiştir (Şekil 5). Bölgesel gravite anomali görüntü haritası incelendiğinde bölgede mevcut sıcak su kaynaklarının, jeofizik etüdlere negatif anomalilerle temsil edildiği grabenlerin kenarında ve konturların sıklaştığı graben faylarını temsil eden alanlarda yer aldığı gözlenmiştir. Bölgesel gravite görüntü haritasından türetilen, bölgesel gravite rezidüel anomali görüntü haritası sahada bilinen horst-graben tektoniğini bire bir yansıtmaktadır. Tüm sıcak su kaynakları ve diğer belirteçlerin horstların yakınında ve graben fayları üzerinde yer aldığı gözlenmektedir. Bölgesel havadan



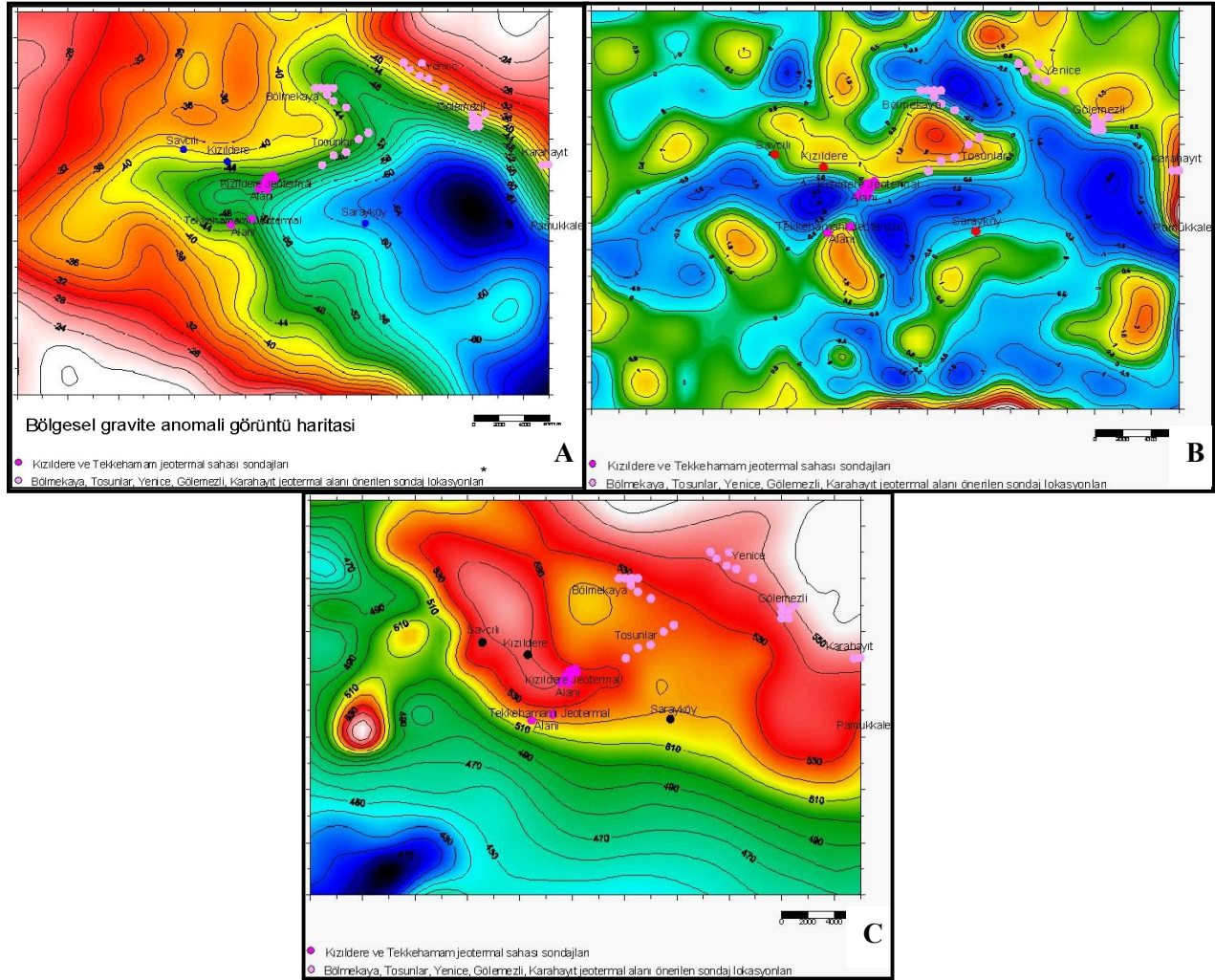
Şekil 4. a) Kızıldere kuyularında kalsit çökmesi (Şimşek vd. 2005), b) Kızıldere sahası toplam üretiminin mekanik temizlikle değişimi (Yeltekin, Parlaktuna, 2006)



manyetik anomali görüntü haritasında metamorfik kayalarla, çökel birimleri birbirinden net olarak ayrılmışlardır. Sarı ve kırmızı rengin tonları metamorfik kayalar, yeşil ve mavi rengin tonları ise çökel birimleri temsil etmektedirler. Haritanın batısında Kızıldere jeotermal alanının 15 km güneybatısında, Tekkehamamın ise 13 km batısında bulunan küçük boyutlu bir anomalinin, metamorfik kaynaklı olmayıp, yüzeyde izi olmayan ısıtıcı kayalarla ilişkili magmatik bir kayacın apofizi olabileceği düşünülmektedir.

#### Jeofizik Elektrik Özdirenç (rezistivite)

ölçümleri değerlendirilen bir diğer veri grubudur. Tezcan (1967) tarafından yapılan çalışmadan elde edilen Eş Özdirenç seviye haritaları Şekil 6 da sunulmaktadır. Haritalarda kalın kesiksiz çizgiler 10 ohm-m ve daha düşük özdirenç değerlerine sahip alanları çevrelemektedir. Kızıldere ve Tekkehamam jeotermal sahaları da bu alanlar içinde yer almaktadır. Büyük Menderes nehrinin kuzeyindeki bölgede, özdirenç ölçümlerinin yapıldığı bütün derinliklerde düşük özdirenç değerlerinin elde edilmesi bu bölgelerdeki sıcak suların varlığıyla açıklanabilir.



Şekil 5. A: Bölgesel gravite anomali haritası, B: Bölgesel rezidüel gravite anomali haritası, C: Bölgesel havadan manyetik anomali haritası

Farklı derinliklerdeki özdirenç seviye haritaları incelendiğinde aşağıdaki gözlemler yapılmıştır:

- Ortalama 150 m ve 300 m derinlikli özdirenç haritalarında (Şekil 6A ve 6B) 10 ohm-m ve daha düşük özdirenç değerleri için iki ayrı kontür çizilebilmektedir. Kızıldere ve Tekkehamam sahalarının bu iki kontür içinde ayrı ayrı yer alması, bu iki saha sıcak sularının bu seviyelerde birbirinden bağımsız oldukları ve aralarında daha düşük sıcaklıklı bir zonun olabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.

- Şekil 6C de verilen 500 m özdirenç haritası ile Şekil 6C deki 800, 900 ve 1000 m derinliklerdeki ortalama özdirenç haritasında ise Kızıldere ve Tekkehamam sıcak su alanlarının tamamen birleştiği ve tek bir rezervuar haline geldiği söylenebilir.

Özdirenç seviye haritaları kullanılarak olası fay ve litoloji sınırlarına karşılık gelen çizgisellikler de elde edilmiştir. Jeotermal enerji açısından önemli olan ve jeotermal anomali olarak belirlenen düşük özdirençli alanlar (10 ohm-m den küçük), 150 m ve 300 m derinliklerdeki özdirenç haritaları kullanılarak (Şekil 6A ve 6B) Kızıldere sahası için 13.5 km<sup>2</sup> ve Tekkehamam sahası için ise 7.5 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Her iki sahanın tek bir rezervuar olarak görüldüğü 500 m ile 800, 900 ve 1000 m ortalamaları özdirenç haritalarından (Şekil 6C ve 6D) ise Kızıldere ve Tekkehamam sahalarının

toplamı için 36 km<sup>2</sup> lik jeotermal alan hesaplanmıştır (Şekil 8).

Jeokimyasal çalışmalarda ise; ENEL (1989) tarafından hazırlanan rapordaki Kızıldere-Tekkehamam civarını temsil eden yüzey ve sondaj kuyusu örneklerinden alınan su analizleri ile yine aynı sahada Şimşek vd. (2005) tarafından yayınlanan yalnızca sondaj kuyu örneklerinden alınan su örneklerine ait analizler yeniden değerlendirilmiştir.

Daha önce ENEL (1989) tarafından yapılan jeokimya çalışmalarında, Kızıldere ve Tekkehamam sahalarını içeren alanda farklı su tipleri ayırt edilmiştir. Büyük Menderes Grabeninin kuzey kenar fayı üzerinde yer alan Kızıldere sahasını temsil eden suların bikarbonatlı, grabenin güney kenarında yer alan Tekkehamam sahasını temsil eden suların ise sülfatlı sular olduğu belirlenmiş ve başlıca 4 adet su tipinin (A-, B-, C- ve D-tipi) mevcut olduğu ileri sürülmüştür.

Büyük Menderes Grabeni Kuzey Kısmı: Kızıldere Sahası

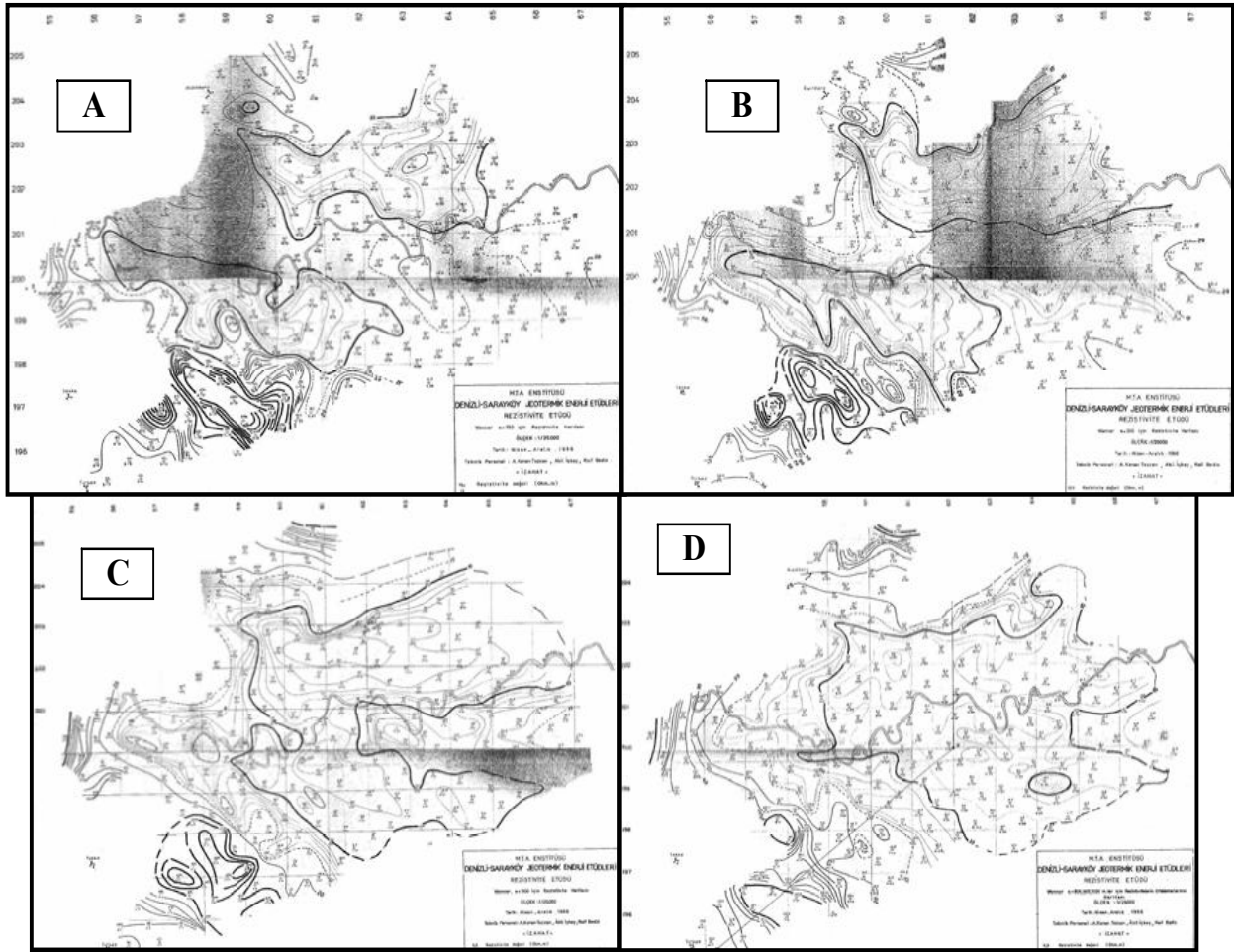
Bikarbonatlı Sular (HCO<sub>3</sub>)

Na-HCO<sub>3</sub> (A-Tipi Sular) Sıcak ve Derin Dolaşım Sular

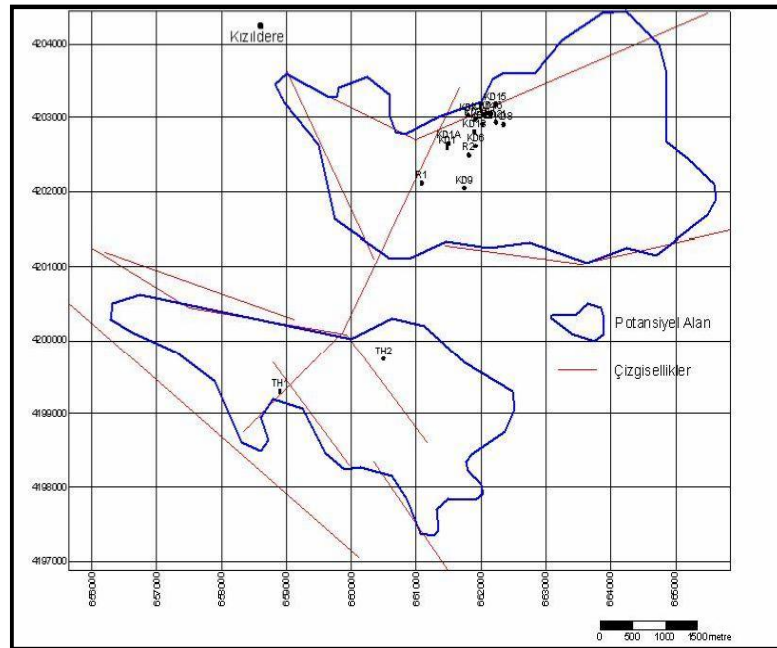
Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> (B-Tipi Sular) Soğuk ve Sığ Dolaşım Sular

Büyük Menderes Grabeni Güney Kısmı: Tekkehamam Sahası

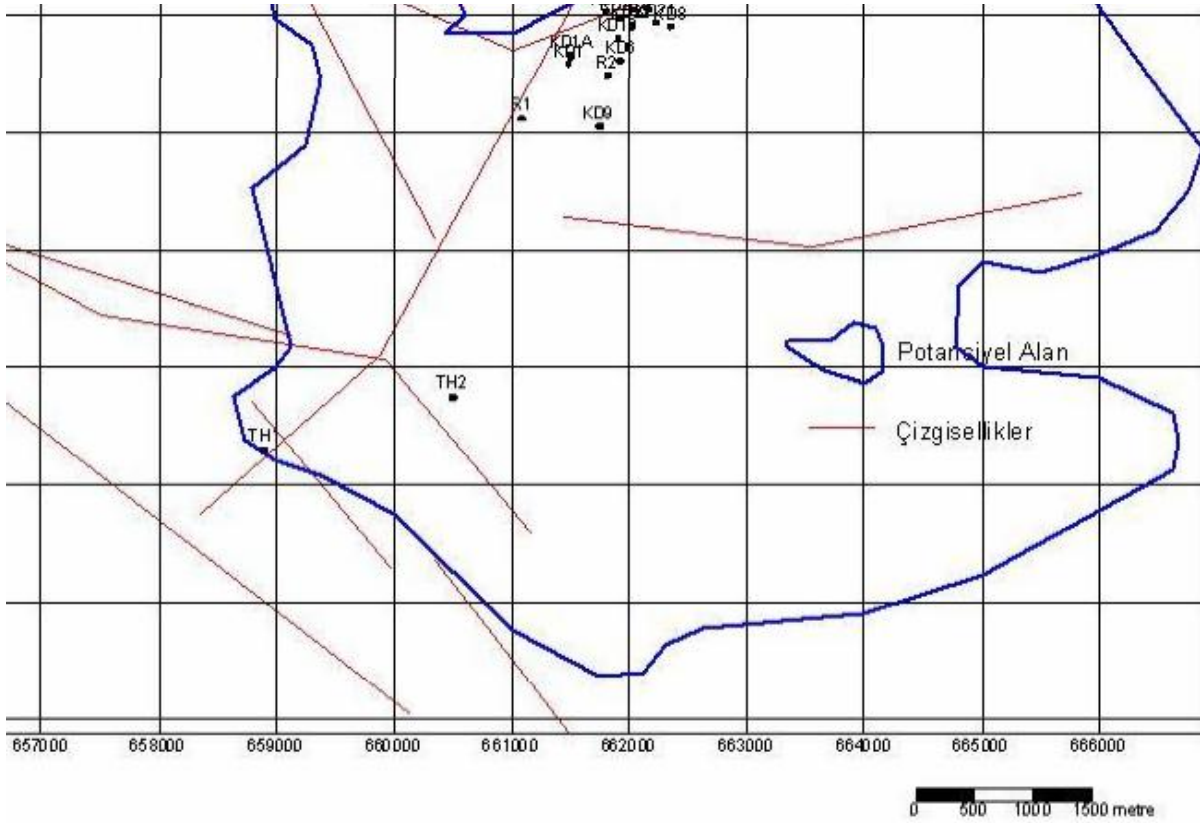
Sülfatlı Sular (SO<sub>4</sub>)



Şekil 6. Eş Özdirenç haritaları, A: 150 m, B: 300 m, C: 500 m ve D: 800-1000 m ortalama derinliklerde (Tezcan, 1967)



Şekil 7. Özdirenç haritaları kullanılarak (Şekil 6A ve 6B) elde edilen olası jeotermal alan büyüklükleri



Şekil 8. Özdirenç haritaları kullanılarak (Şekil 6C ve 6D) Kızıldere ve Tekkehamam sahaları olası toplam jeotermal alan büyüklüğü

Ca-SO<sub>4</sub> (C- Tipi Sular) Sığ ve Soğuk Dolaşımli Sular

Na-SO<sub>4</sub> (D- Tipi Sular) Sıcak Kaynak Suları

ENEL (1989) tarafından yapılan çalışmada, ayrıca, "Temel Bileşen Analizleri" kullanılarak, sıcak ve soğuk suları karakterize eden iyon bileşenleri belirlenmiş,

i) Sıcak bileşeni karakterize eden iyonların Na, K, HCO<sub>3</sub>,

ii) Soğuk bileşeni karakterize eden iyonların Mg, SO<sub>4</sub>, Cl olduğu ileri sürülmüştür.

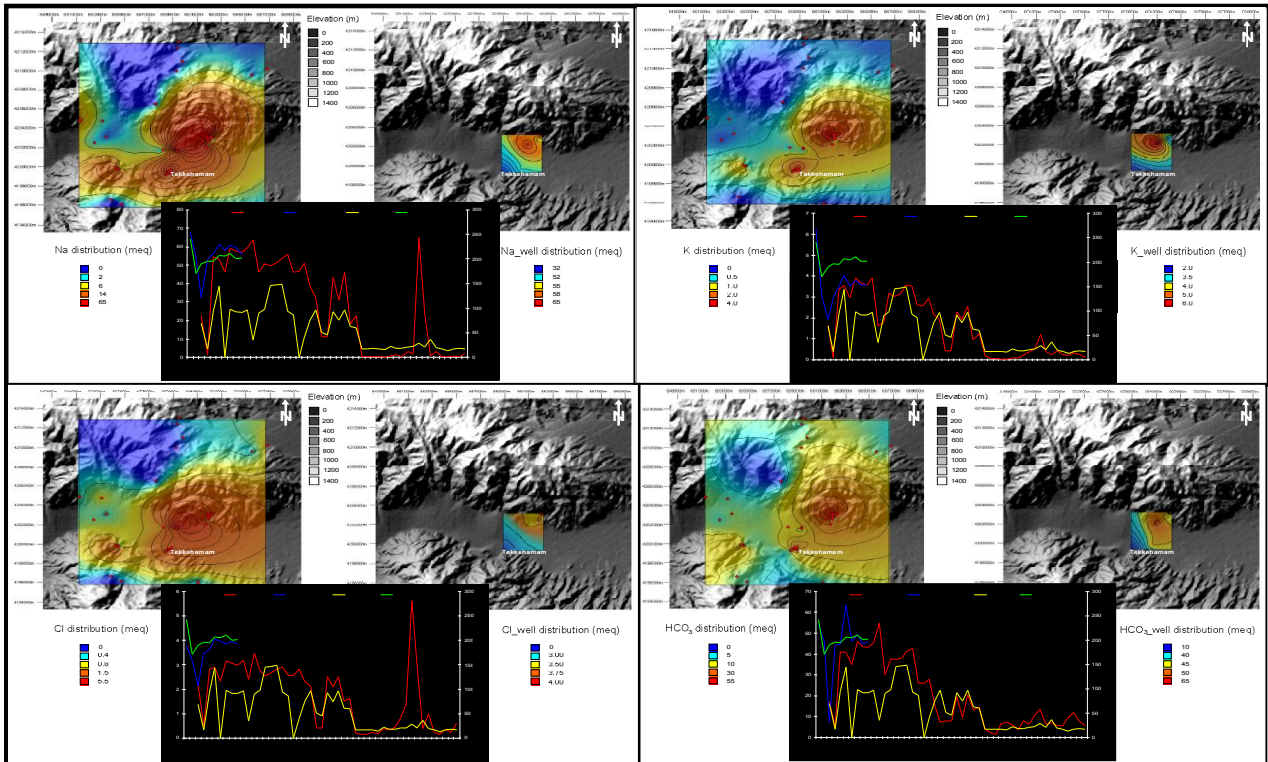
Kızıldere ve Tekkehamam jeotermal sahasında daha önce yapılan çalışmalar-daki (ENEL, 1989; Şimşek vd. 2005) jeo-

kimyasal su analizleri bilgisayar ortamına girildikten sonra, sulardaki iyonların alansal dağılımını belirlemek üzere eş-derişim eğrilerini içeren haritalar oluşturulmuş ve iyonların sıcaklığa karşı değişimini içeren diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 9 ve 10).

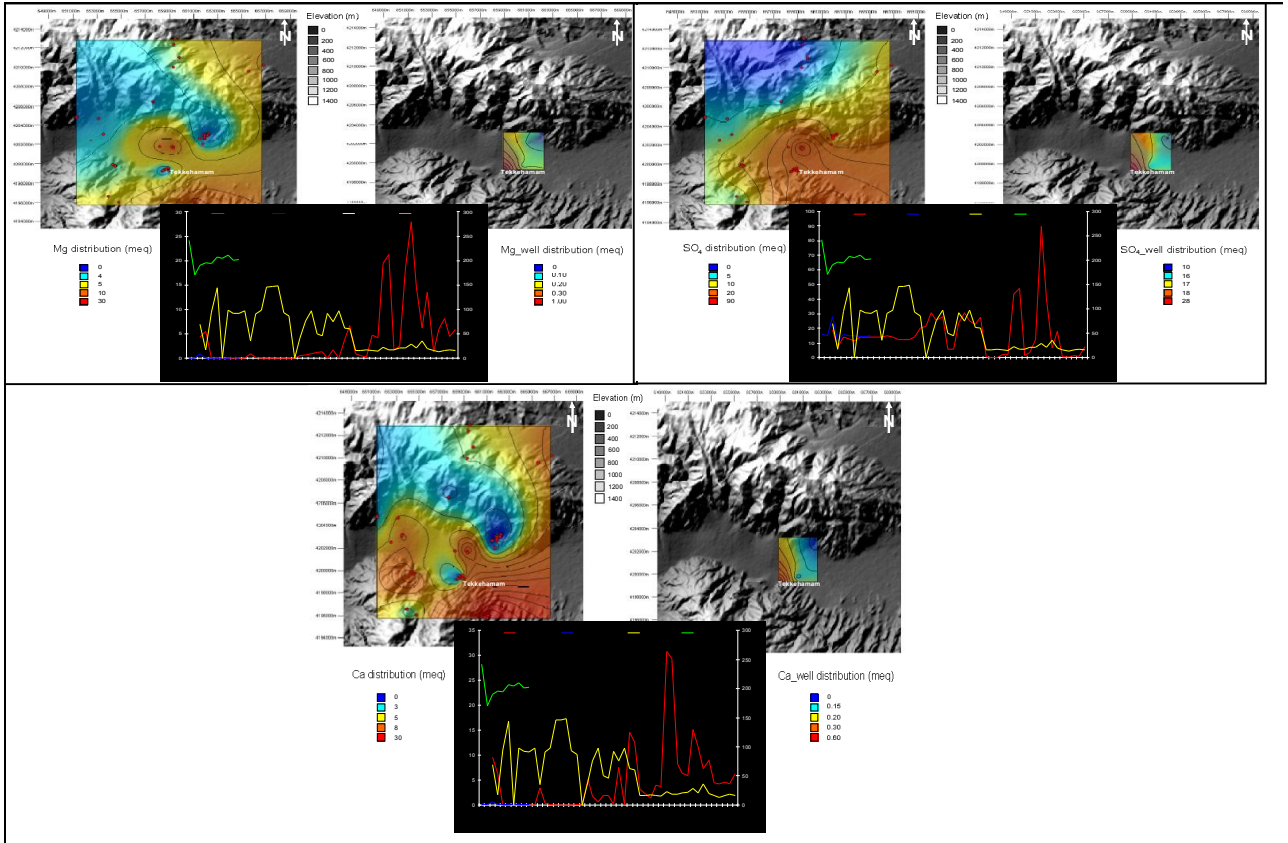
Şekiller 9 ve 10 incelendiğinde; sıcak su bileşenlerini temsil eden Na, K ve HCO<sub>3</sub> iyonlarının bölgesel ölçekte Kızıldere ve Tekkehamam sahalarına doğru artmakta, daha dar bir alana yoğunlaştığında ise, Kızıldere sahasından Tekkehamam sahasına doğru azalmakta olduğu gözlenmektedir. Söz konusu iyon içeriklerinin sıcaklığa karşı çizildiği diyagramlarda, sıcaklık ve iyon derişimlerinin genelde birbirine paralel bir yönelim gösterdikleri (sıcaklık arttıkça, derişimle-

rin arttığı) izlenmektedir. Soğuk su bileşenlerini temsil eden Mg, SO4 ve bunlara ek olarak Ca iyon içerikleri, sıcaklık arttıkça azalmakta, alansal dağılım açısından da Kızıldere sahasından Tekkehamam sahasına doğru (sıcaklığın düştüğünü işaret eder biçimde) artış sergilemektedir. Öte yandan, ENEL (1989) tarafından sığ soğuk su bileşenini temsil ettiği ileri sürülen Cl iyonunun içeriği sıcaklık arttıkça artmakta ve Cl iyonunun aslında sıcak su bileşenini karakterize ettiğini göstermektedir ki bu iyon, alansal bazda da (diğer sıcak su bileşenleri olan Na, K, ve HCO3 iyonlarına paralellik sunarak) Tekkehamam sahasına doğru azalmaktadır. Bu veri ve bulgular, Kızıldere sahasının Tekkehamam sahasına göre daha yüksek sıcaklıkta akışkan üretimine uygun olduğunun göstergesidir. Bu sonucu Tekkeha-

mam sahasında MTA tarafından açılmış iki kuyudan elde edilen 116 °C ve 170 °C sıcaklıklı akışkanlar da desteklemektedir. Bu sıcaklık değerleri halen Kızıldere Güç santralından kullanılan yöntemle elektrik üretimi için ekonomik olacak sıcaklık değerleri değildir. Bu nedenle, Kızıldere sahasının Tekkehamam sahasına doğru alansal yayılımı konusu gündeme geldiğinde, elektrik enerjisi üretimi için uygun sıcaklıkta (>180 °C) akışkanın bulunabileceği ve iki sahanın arasında bulunan bir noktanın saptanması gereklidir. Elde bulunan kısıtlı verilerle bu sınırın jeokimya yolu ile kesin olarak bildirilmesi mümkün görünmemekle birlikte, sahanın eski kuyularına nazaran Tekkehamam sahasına daha yakın fakat daha derinde açılmış olan R-1 kuyusundan en yüksek verimin alınmış olması bu sınırın Tekkehamam'a



Şekil 9 Kızıldere-Tekkehamam Jeotermal Sahası (ENEL, 1989; Şimşek vd. 2005) sıcak bileşenini karakterize eden iyonların (Na, K, Cl ve HCO3) Derişim Dağılımı Haritası ve Diyagramı



Şekil 10 Kızıldere-Tekkehamam Jeotermal Sahası (ENEL, 1989; Şimşek vd. 2005) soğuk bileşeni karakterize eden iyonların (Mg, SO<sub>4</sub> ve Ca) Derişim Dağılımı Haritası ve Diyagramı

doğru genişletilebileceğinin göstergesidir. Bu nedenle Kızıldere sahasının alansal dağılımında minimum sınırı halen sondaj verileri ile ispatlanmış olan R-1 kuyusu ile koyar iken olası genişleme yönünü Kızıldere Tekkehamam sahaları arasında ve R-1 ile TH kuyuları arasında ifade etmek mümkündür. Sahanın sınırlarının kesin olarak saptanması ise ancak anılan bölgede arama kuyusu (kuyuları) açmak ile mümkün olacaktır.

## SONUÇLAR

Kızıldere jeotermal sahasının elde mevcut jeoloji, jeokimya, jeofizik çalışmaları değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- 150 ve 300 m ortalama derinlikli aynı rezistivite seviye haritalarına göre Kızıldere ve Tekkehamam arasında soğuk ve/veya daha az sıcak bir zonun varlığı göze çarpmaktadır
- Aynı sahalar, 500 m ile 800-1000 m ortalama derinlikli rezistivite seviye haritalarına göre tek bir rezervuar olarak yorumlanmaktadır
- Rezistivite değerlerinin derinlikle dağılımı ve farklı iyonların Kızıldere-

Tekkehamam bölgesinde dağılımları gözönüne alındığında Kızıldere sahası güney sınırının (elektrik üretimi için yeterli sıcaklık verebilecek sınır  $T > 180$  °C) R-1 kuyusundan yaklaşık 1 km daha güneyde alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

- Jeofizik değerlendirmeler sonucu, sahanın alansal büyüklüğünün en fazla 13.5 km<sup>2</sup> olabileceği saptanmıştır.

### **KAYNAKLAR**

ENEL, (1989) "Optimization and Development of the Kızıldere Geothermal Field", Final (Unpublished) Report of ENEL, Pisa, Italy.

Şimşek, Ş., (1984) "Denizli, Kızıldere, Tekkehamam, Tosunlar, Buldan ve Yenice Alanları Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları", MTA Rapor No 7486, Ankara.

Şimşek, Ş., (1985) "Geothermal Model of Denizli, Sarayköy-Buldan Area" Geothermics, 14, No.2/3 , 393-417.

Şimşek, Ş., Yıldırım, N. ve Gülgör, A., (2005) "Development and Environmental Effects of the Kızıldere Geothermal Power Project, Turkey", Geothermics, v. 34, p. 234-251.

Tezcan, A. K., (1967), "Denizli-Sarayköy Jeotermik Enerji Araştırmaları Gravite ve Rezistivite Etütleri", MTA Rapor No 3896, Ankara.

Turgay, I., Özgüler, M., ve Şahin, H., (1980) "Denizli Buldan-Pamukkale Jeotermal Enerji Aramaları Rezistivite Etüdü", MTA Rapor No 6958, Ankara.

Yeltekin, K., (2001) "Characterization and Modelling of Kızıldere Geothermal Field", Yüksek Lisans tezi, Orta Doğu teknik Üniversitesi.

Yeltekin, K., Parlaktuna, M., (2006) "Interpretation of Reinjection Test in Kızıldere Geothermal Field, Turkey", Proceedings 31 st Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 30 Ocak – 1 Şubat.





# YONCALI (KÜTAHYA) KAPLICASININ BUGÜNKÜ KONUMU VE GELECEĞİ

**Ahmet HAŞIMOĞLU**

*Kütahya Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, KÜTAHYA*

## ÖZET

Kaplıcalar, fay kırıklarının insanoğluna bahsettiği nimetlerdendir. Bu nimetlere Anadolu'nun her köşesinde rastlamak mümkündür. Kütahya'ya 16 km uzaklıkta bulunan Yoncalı Kaplıcası bu termal kaynaklardan sadece birisidir. Şehrin stresli yaşamından zihnen ve bedenen yorulmuş insanların, hem dinlenip hem de şifa arama istekleri, sakin yerlerde çıplak ayakla toprağa-çime basma arzuları, Yoncalı Kaplıca alanını yöre insanı açısından cazibe merkezi haline getirmiştir. Bölge insanı, hafta sonunu ve yaz günlerini geçirmek üzere, bu suların çevresinde ekonomik ve sosyal konumlarına göre ikincil konutlarını yapmışlardır. İlgili kurumların zamanında bu sayfiye mekanına yakışır, korumacı, esnek, uygulanabilir, katılımcı bir planlama yapamamasından dolayı, gelişmiş güzel yapılan bu konutlar, çarpık bir yapılaşmaya neden olmuş, bunun neticesinde Yoncalı Kaplıcası aktif turizmin hizmetine sokulamamıştır. İnceleme alanı 1998 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile "Termal Turizm Merkezi" kapsamına alınmış, fakat 2005 yılında bu kapsamdan çıkartılmıştır.

Bu çalışmada UA (İkonos uydu görüntüsü) teknikleri ile surfer ve çeşitli cad yazılım programları kullanılmıştır. 1/25000 ve 1/1000 ölçekli topografik ve imar haritalarındaki veriler, bilgisayar ortamına aktarılmış ve çeşitli haritalar üretilmiştir. Elde edilen haritalardan Yoncalı Kaplıca alanının ve yakın çevresinin topografyası incelenerek, gelecekte termal turizmin yanında eko-turizmin de yapılabilirliği araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yoncalı (Kütahya), Kaplıca, Turizm, Topografya, Planlama

## GİRİŞ

Sıcak suyun doğal olarak yeryüzüne çıktığı kaynağa kaynarca, kaynarca sularından yararlanmak maksadıyla çevresinde kurulan tesislere kaplıca (ılıca) denir. Kaplıcalar, şifalı suların yeryüzüne çıktığı kaynarca ile bunların çevresinde kurulan hamam, havuz, klinik, otel gibi tedavi ve konaklama tesislerinden oluşur. Kaplıcalar sağlık açısından olduğu kadar turizm açısından da önem taşır. İnsanlığın eski çağlardan beri sağlık amacıyla şifalı suların yararlandıkları bilinmektedir. Anadolu'nun çeşitli yörelerindeki kaplıcaların Yunan ve Roma dönemlerinden beri işletildiğini gösteren yapı kalıntılarına rastlanır.

*Türkiye'nin 2. Kalkınma Planı (1968-1972) döneminde arzu ettiği kitlesel turizm artık ülkemizde de yerini almıştır. 1980'li yıllardan sonra özellikle kıyı bölgelerinde hızla gelişen turizm sektörü kitle turizminin önemli merkezleri haline gelmiştir (Öğüt Erbil, 1996). Bacasız fabrika diye isimlendirilen turizm sektörü girişimcilerin iştahını kabartmış, kum, deniz ve güneş üçlüsü turizm sektörü için vazgeçilmez gözde öğeler olmuştur ve sonuçta kıyı şeritlerimiz bir beton yığını haline dönüşmüştür. Doğal güzellikler kaybolunca kitleler yeni yerler aramaya başlamışlardır. İstatistiklerin gösterdiğine göre turistlerin bir beldeyi seçmelerindeki nedenler arasında artık çevre giderek daha çok öne çıkmaya başlamıştır. İnsanlar fazla kalabalık olmayan, kargaşadan ve yapısal ezicilikten uzak ve mutlak çevre sunan yerleri seçmektedirler. Yani deniz, kum, güneş dışında da turizmi, başka özellikler bularak sunmak, kültürel ve spesifik değerlerle bütünleştirmek gerektiği ortaya çıkmaktadır (Çubuk, 1996.). Tarihte bir çok uygarlık çevreye içten bir saygı göstermiş, dünya görüşleri gereği, uyum içinde olmayı yeğlemişlerdir. Kutsal kitapta (Kur'an) doğal kaynakla-*

*ra saygılı olunmasını emrederken, çevreyi bozucu, tüketici edimleri yasaklar. Ayrıca müstakbel kuşaklara karşı sorumluluk hissi duyulmasını öngörür. Batı uygarlığı tarih sürecinde çevreye hakim olma yönünde bir eğilim ve uygulama gösterdi. Çevre insanoğlunun denetimi altında olması gereken bir varlık olarak görüldü. Sonuçta şiddetli çevre kirliliği, doğal kaynaklarda ciddi azalma doğal dengenin bozulup iklim değişikliklerine yol açtı. Bireyler ve devletler, çevrenin kendini yeniden üretebilme kapasitesinin bir sınırı olduğunun artık farkındadır. Gelişmeye ilişkin batı ekonomik modelleri tüketim üzerine kuruludur ( Pill, 1996). Kalkınan daha çok tüketir, daha çok tüketen de daha çok kirletir ( Tekkökoğlu, 1996).*

İnceleme alanı, Kütahya Belediye sınırları içersinde yer alan Yoncalı bölgesidir. Kütahya ilinin KB'sında yer alan Yoncalı yerleşimi kaplıcalarıyla anılır ve tarihten bu yana tedavi-dinlenme alanı olarak kullanılmıştır(Şekil.1). Bu çalışmada; Yoncalı Kaplıca alanıyla ilgili mevcut bilgilerin derlenmesinin yanında 1/1000 ölçekli dijital topografya haritası oluşturulmuştur. Bu haritada eş yükselti eğrileri, yollar, dereler, şevler ve diğer topografik veriler, ayrı-ayrı coğrafi veri katmanı şeklinde bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonra da bu harita baz alınarak, sahanın sayısal yükselti modeli, jeolojik harita, uygulama imar planı ve diğer tematik haritalar üretilmiştir. Ayrıca 2002 yılında çekirilmiş 1 m. çözünürlüklü ikonos uydu verilerinden faydalanılmıştır. Bunların dışında gelecekte Yoncalı Kaplıca alanında termal turizmin yanında, eko-turizmin de yapılabilirliğini araştırmak maksadıyla, Yoncalı Kaplıcası'nın güney kesimlerindeki dağlık alanların (1:25000 ölçekli Kütahya J23-B1 paftasındaki münhaniler, köy ve patika yolları, kuru ve akan dereler, tepe ve sırtlar, pınarlar, kuyular, çeş-

meler, köyler, yaylalar, ağaç türleri v.b.) coğrafi verileri farklı katmanlar şeklinde sayısallaştırılmış, Net cad ve surfer program yardımıyla üç boyutlu görüntüler elde edilerek çeşitli analizler yapılmıştır. İncelemelerde 1:1000 ölçekli yoncalı 50K1A, 50K1B, 50K1C, 50K1D, 50K4B, 50K4C, 50K4D, 50K2D ve 1:25000 ölçekli Kütahya-J23-B1 paftaları kullanılmıştır.

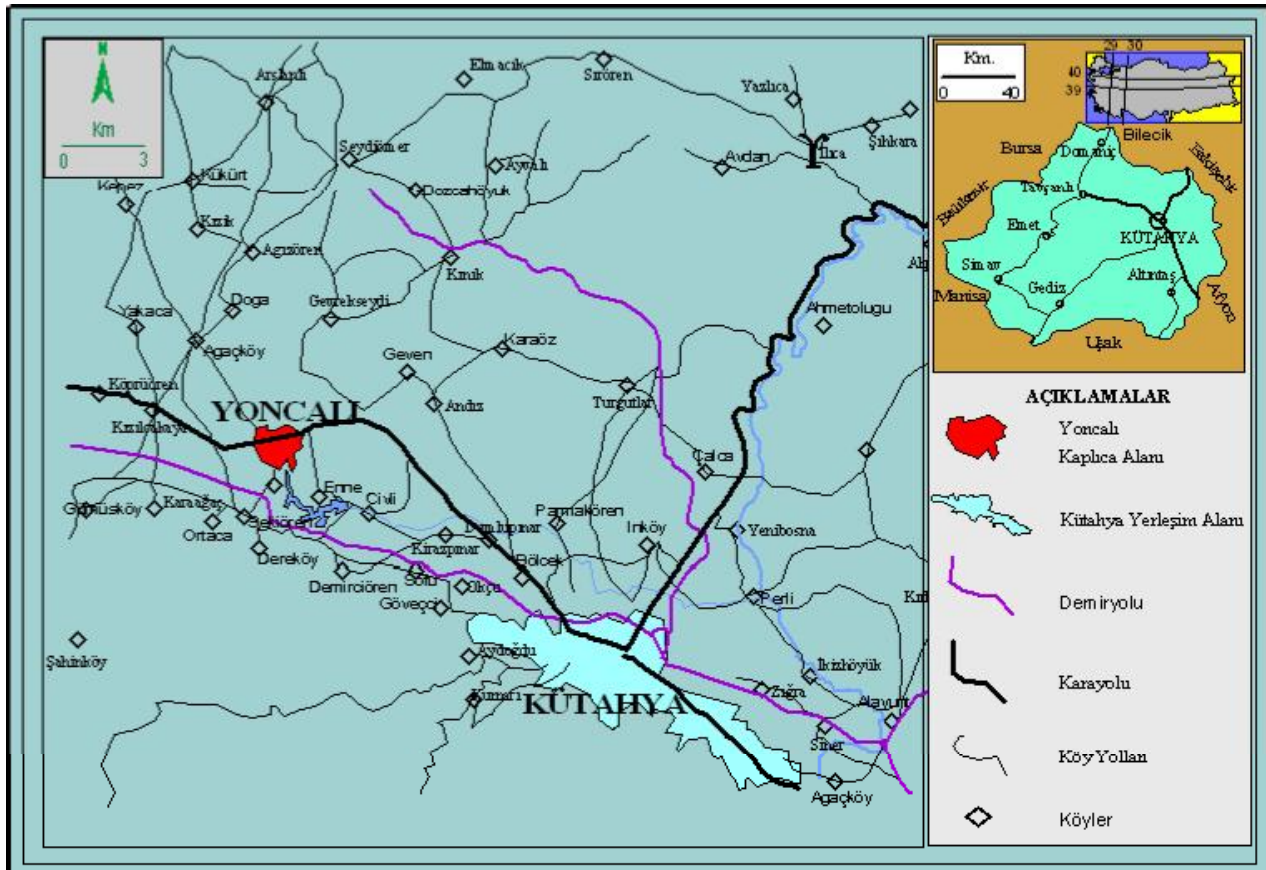
## COĞRAFİ KONUM VE MORFOLOJİ

Yoncalı Kaplıca alanı, Ege Bölgesi'nin doğusunda, İçbatı Anadolu'da yer alır. Denizden yüksekliği 1025-1000 m. olan Yoncalı, Kütahya ilinin 16 km kuzey batısında yer almaktadır. Çalışma alanı ve çevresi, İç Anadolu Bölgesi ve Güney Marmara havzalarından Ege Bölgesi'ne, ortalama yüksekliği 1200 m. olan yaylalarıyla bir geçiş bölgesini oluşturur. Yoncalı Kaplıcası'nın yerleşimi daire biçiminde

olup, Köprüören Ovası içinde yer almaktadır ve ovanın topografyası İç Anadolu Bölgesi'nin özelliklerini taşımaktadır. Köprüören Ovası çöküntü havza niteliğindedir ve Kütahya Ovası'ndan 50 m. daha yüksektir. Kütahya Merkezinin hemen güneyinde bulunan Yellice Dağı ve Gümüş Dağı (1901 m.) kuzeybatı-güney doğu doğrultusunda uzanır(Şekil.2, şekil.3). Yoncalı Kaplıca alanının hakim genel eğim değerleri % 0-10 ve %10-20 arasındadır. Yoncalı Kaplıca alanından güneye doğru Gümüş Dağ eteklerinde topoğrafya ani yükselim kazanır. Mevsimlere göre yağışların %30 u kış mevsimine, %19 u sonbahara, %34 ü ilkbahara ve %17 si ise yaz mevsimine isabet eder. Yıllık ortalama yağış 516,4 mm. dir.

## JEOLOJİ

Yoncalı Kaplıca alanı için imar planına esas jeolojik çalışmalar 1984 ve 1998 yıl-

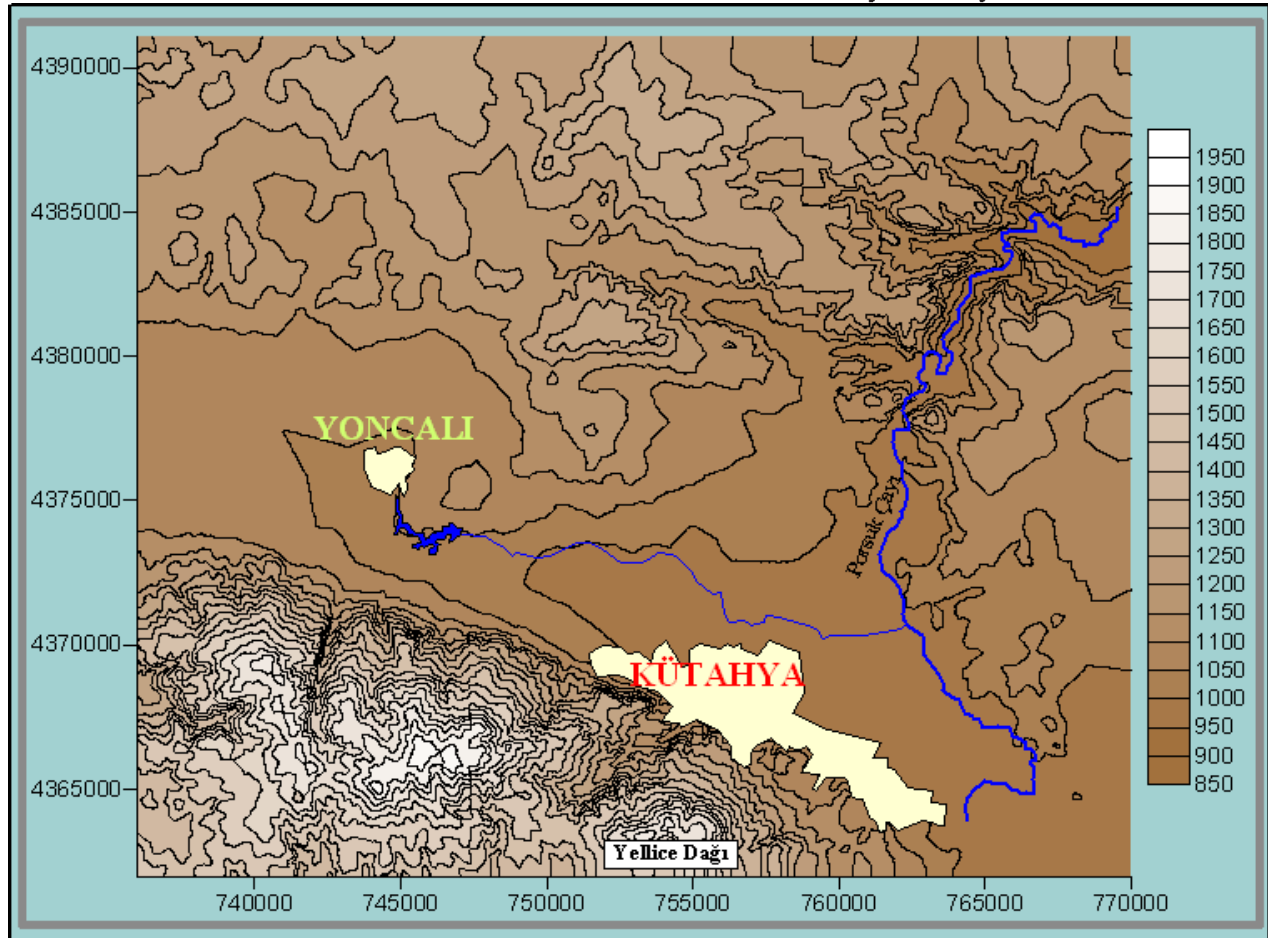


Şekil.1: Yoncalı Kaplıca alanı ve yakın çevresindeki köyler.

larında İller Bankası Genel Müdürlüğü Jeoloji mühendisi Şenel ALTUN tarafından yapılmıştır. İnceleme alanında Paleozoik şist, mermer, Neojen yaşlı kil-kumtaşı, Pliyosen yaşlı kil, kum, çakıl ve Kuvaterner alüvyonlardan bahsedilmiş ve çalışılan sahanın tamamının yerleşime uygun olduğu belirtilmiştir. İnceleme alanında taşkın probleminin bulunmadığı, alüvyonda 2 katı, kayada 4 katı geçen yapılaşmalarda jeoteknik etütlerin yapılması zorunlu görülmüştür. İnceleme alanının güneydoğu bölgesindeki eski bataklık alanların Kütahya Belediyesi tarafından kurutulmuş olması nedeniyle, zorunlu hallerde imara açılacağı, ancak temel drenajların yapılması, su basman seviyesinin yüksek tutulması, bodrum katının yapımından kaçınılması, yapı temellerin tek tip zemine oturtulması gibi tedbirlerin alınması önerilmiştir.

Kaplıcanın güneyinde iri taneli, pembe renkli metakumtaşı ve mikro-

konglomeratik metakumtaşı yüzeyler. Tepelerde çok sert ve yüksek dayanımlı olan birim, bazı yol yarmalarında ayrışma ve bozunmaya uğramış olarak gözlenmiştir. Birim çatlaklı olup, ezik zonlar gelişmiştir. İnceleme alanının kuzey, doğu ve batı kesimlerinde ise kireçtaşı olistolitleri yaygındır. Kireçtaşları gri renkli, çok sert ve metamorfizma etkisinde kalmıştır (JMS, Belediye Jeoteknik Etüt Raporu,2003). 1987'de Şaroğlu vd. tarafından isimlendirilen Kütahya Fayı, Kütahya Ovası'nı KB-GD doğrultusunda sınırlar ve çalışma alanımız dahilindeki Dereköy ve Karaağaç'a kadar uzanır. Kütahya Fayı yaklaşık 30 km uzunlukta; K50-60 B genel gidişli eğim atımlı normal fay zonu karakterindedir. Kütahya Kırığı, genel olarak Neojen yaşlı birimler içerisinde, kısmen de Neojen yaşlı birimler ile Kuvaterner yaşlı birimler arasında dokanak oluşturması nedeniyle, neotektonik açıdan Diri Fay olarak kabul edilmektedir(Şekil.3, şekil.4).



Şekil.2: Yoncalı Kaplıca alanı ve yakın çevresindeki yükselti haritası.

## SICAK-SOĞUK SULAR

Alüvyonlar ve Kristalize kireçtaşları iyi bir akifer oluşturmaktadır. Alüvyonun kalınlığı 10-40 m. civarındadır. Sahada, statik su seviyeleri yaz aylarında 3-5m., kış aylarında ise 1-3m.'dir. Yoncalı Kaplıcalarının sıcak suları, Dübecikler-Eskideğirmen-Hamam-Otel-Valikonağı doğrultusunda çıkmaktadır. Bu alan N10W doğrultulu iki fayın üzerine isabet etmektedir. Yoncalı civarında değişik ısıda ve debide sıcak sular bulunmaktadır. Sıcaklığı en fazla olan suları iki grupta toplayabiliriz. Dübecik-Eskideğirmen Sahası: Sular Dübecik mevkiinde mermerlerin N55E,75SE doğrultulu çatlak sistemleri arasından

lam debisi  $Q=30\text{lt/sn.}$  civarındadır. Yapılan analiz neticesine göre; Yoncalı Kaplıca suları bikarbonatı çok, sülfatlı, kalsiyumlu ve magnezyumlu sulardır (Kütahya Yoncalı Kaplıcası Jeolojik Etüt, İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1998). Birbiriyle karşılaştırmak amacıyla alanda sıcak, ılık ve soğuk olmak üzere 7 adet su kaynağının kimyasal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Yon-5 kaynağı dışındaki kaynaklardan Boztepe çok bazik olmak üzere diğerleri hafif baziklikte karakter göstermektedir. Yon-5 ise nötr karakterdedir. Alanda üretilen sıcak sulara yakın derinlikten itibaren yüzeye kadar karışım görülmemektedir (Tablo.1).

				Katyonlar				Anyonlar			
	°C	(25°C)	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
KAYNAK ADI	t	pH	Ec	Na+	K+	Ca++	Mg++	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>
Yon-1	42	7,9	700	21	2,8	100	43	366	184	9,3	1,8
Yon-2	41,5	7,12	950	20	2,4	120	41	400	160	9	0,9
Yon-3	40	4,45	669	28	3	135	25	378	173	10	3
Yon-5	41	7	553	59	6,9	76,8	19,4	305	102	15	2,5
Boztepe	34	9,9	665	12	2,4	129	38	403	174	6,7	1,5
Ilıcak Pn.Ç	21,5	7,2	418	9,1	2	44	54	409	16	7,2	0,1
Kocasu D.	Sğk.	7,4	584	12	3,3	59	67	458	129	9,1	

Tablo 1. Yoncalı Kaplıca Sıcak Sularının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, MTA, 1997.

fokurdayarak çıkmaktadır. Suyun sıcaklığı 41.5°C'dir. Düdülayağı (10lt/sn), Altıntaş (4lt/sn), Gelinyutan (4lt/sn), İnarlı (4lt/sn), İsmail'in tarlası (2lt/sn) ve Bülbül kaynağı (1lt/sn) olmak üzere, bu sahadaki toplam sıcak suların debisi  $Q=25\text{lt/sn}$  dir. Hamamlar-Valikonağı Sahası: İkinci su sahası, Hamamlar-otel-Valikonağı doğrultusunda uzanan fay hattıdır. Burada sıcak sular alüvyonların içerisinden fokurdayarak çıkarlar. Sıcaklığı 41°C'dir. Yine bu civarda suları 35-39°C arasında değişen değişik gözler halinde kaynayan sıcak sular mevcuttur. Bu sular nedeniyle suların çıktığı yerler bataklık durumundadır(Şekil 4). Değişik sıcaklıktaki kaynak suların top-

## KAPLICA ALANININ YERLEŞİMİ

Selçuklu Hükümdarı I. Alaaddin Keykubat'ın kızı Gülümser Hatun'un yakalanmış olduğu amansız hastalıktan Yoncalı Kaplıca sularında tedavi olduğu, 1233'de inşa edilen tarihi camii ve hamam kitabelerinden anlaşılmaktadır. Selçuklu dönemi hariç diğer dönemlere ait bugün itibariyle herhangi bir eser veya kalıntı yoktur. 1980'lere kadar özellikle Kütahya ili ve Tavşanlı ilçesi olmak üzere çevre iller ve Yoncalı'ya yakın köylerde yaşayan halk, her yıl yaz aylarında çimler üzerine çadırlar kurarak Yoncalı Kaplıca alanını doğal kamping cenneti haline dönüştürürlerdi. Çocukların bazıları uçurtma

uçururken, bazıları da Enne barajı ve barajı besleyen derelerde balık tutarlardı. Yetişkinler ise termal sularında (Dübecik hamamı ve havuzu, Çelik hamamı ve açık çamur havuzu, Erkekler hamamı ve kapalı havuzu, Kadınlar hamamı, ahşap direkli çamur havuzu) şifa aramaktaydı.

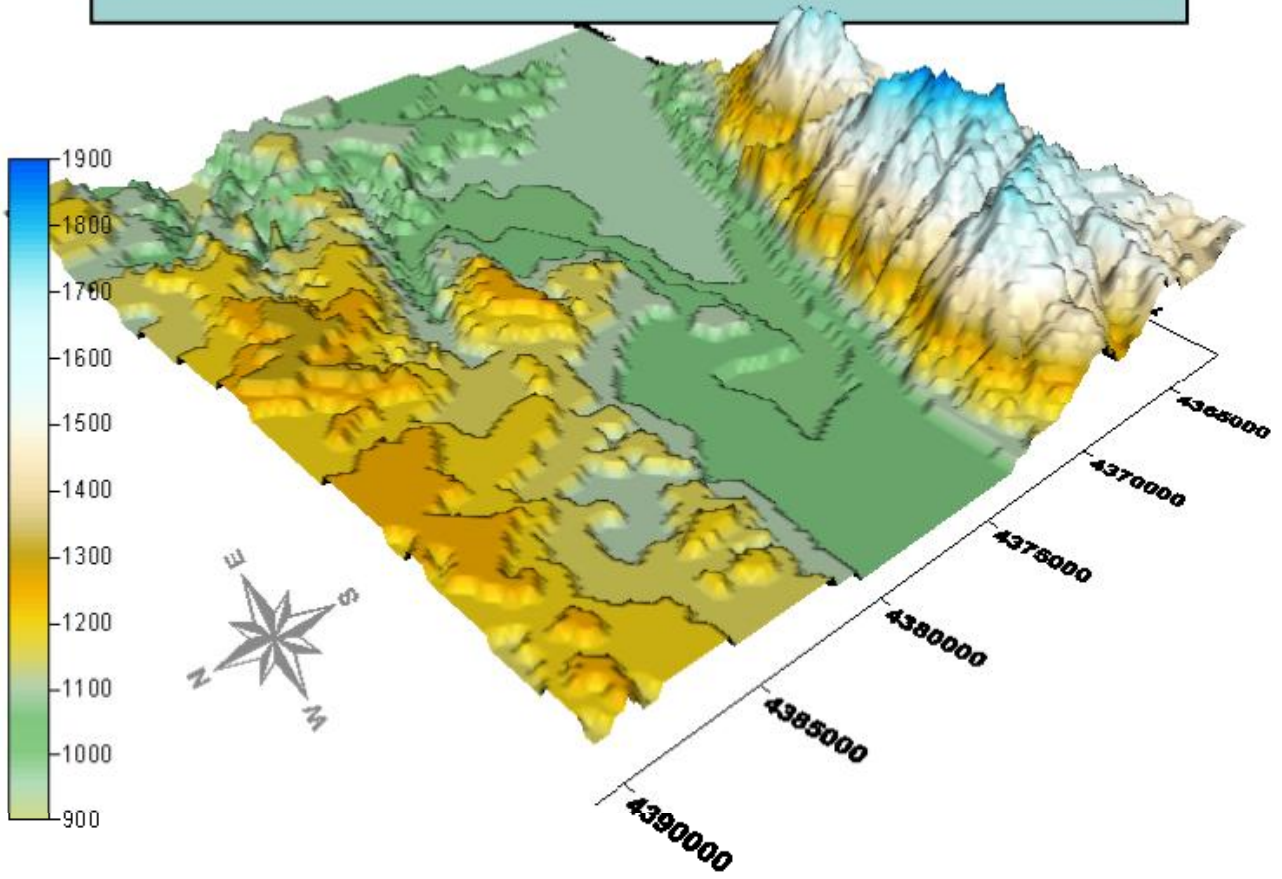
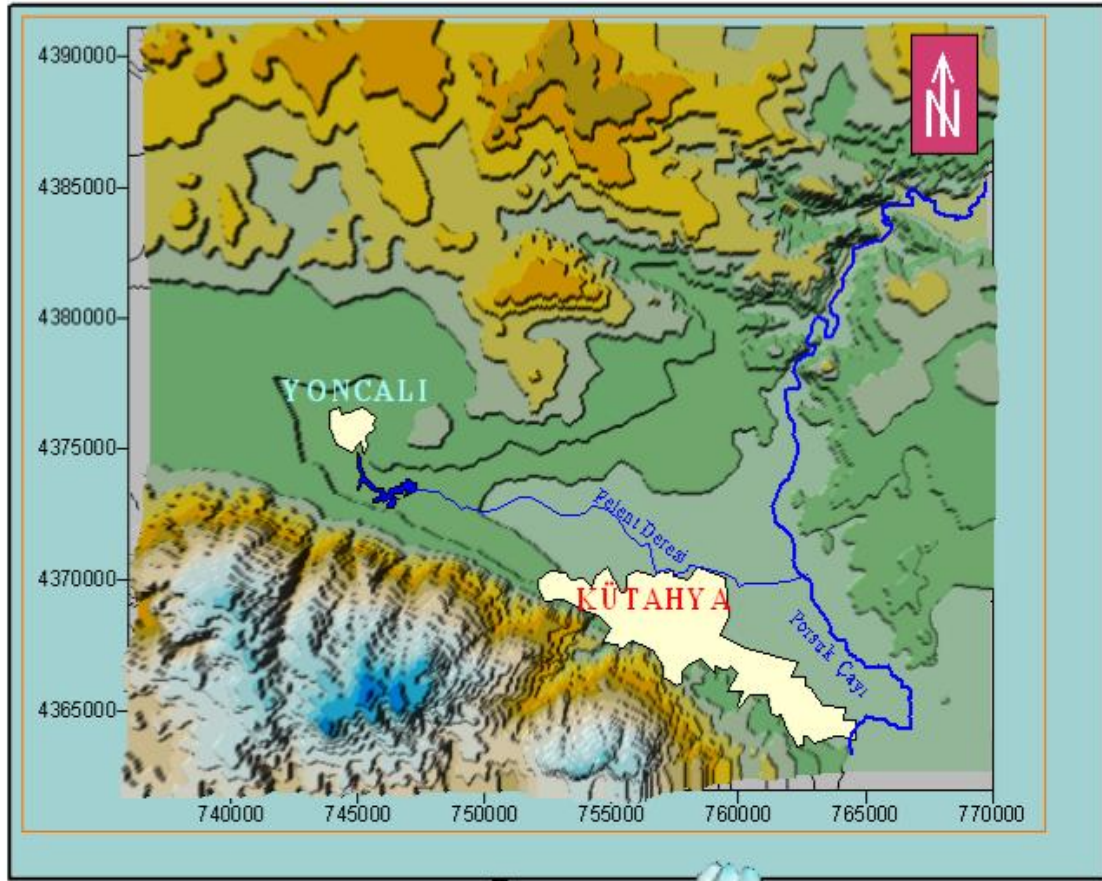
rizm Bakanlığı tarafından yapılan envanter çalışma raporlarında da belirtilmiştir. Rapora göre imar planının; %26'sı oluşmuş, %74'ü oluşmamıştır. Mevcut imar planına aykırı yoğun bir yapılaşma olduğu, kaçak yapılaşmanın önüne geçilemediği belirtilmiştir (Tablo.2).

<i>Kullanım Alanları</i>	<i>Alan(ha)</i>	<i>Mevcut Durum (ha)</i>	<i>Plana Göre Oluşum analizi</i>
<i>Turizm Yerleşme alanları</i>	7.7	1.5	-6.2
<i>Sağlık Tesisi Alanı</i>	3.3	1	-2.3
<i>Öğrenim tesisleri</i>	0.9	0.9	0
<i>Resmi Kurum Alanları</i>	5.1	3.2	-1.9
<i>Ticaret</i>	0.4	0.1	-0.3
<i>Konut Alanları</i>	39.8	1.1	-38.7
<i>Yeşil Alanlar</i>	9	-	-9
<i>Tarım Alanları</i>	18	18	0
<i>Dere</i>	1.3	1.3	0
<i>Mezarlık</i>	0.9	0.9	0
<i>Yollar</i>	50	5.8	-44.2
<i>Hamam Alanı</i>	2.6	2.6	0
	313	36.4	-102.6

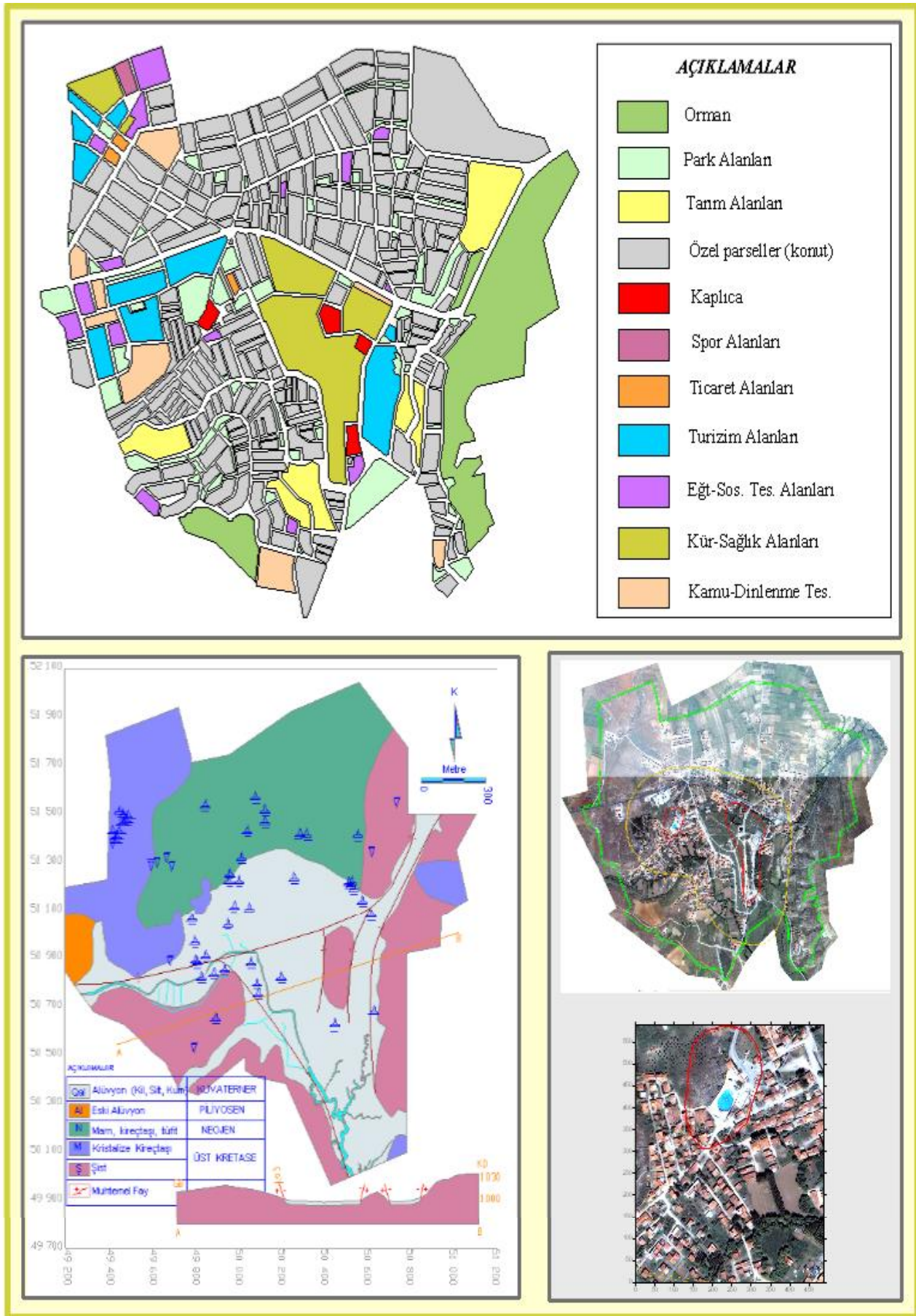
Tablo 2. Yoncalı Kaplıca Alanının Envanter Raporu ( Turizm Bakanlığı, 1998).

1980 sonrası bölge insanı, hafta sonunu ve yaz günlerini geçirmek üzere, bu suların çevresinde, ekonomik ve sosyal konumlarına göre ikincil konutlarını gelişi güzel ve denetimsiz bir şekilde yapmışlardır. Kütahya Belediyesi 1985 yılında 1:1000'lik uygulama imar planlarını yapmış ve Bayındırlık Bakanlığı'na onaylanmıştır. 1985 İmar planlarının onaylanmasından sonra Yoncalı Kaplıca alanı kaplıca vasfından çıkmış bir yerleşim birimi haline gelmiştir. Onaylanan imar planlarının, korumacı, esnek, uygulanabilir ve katılımcı özelliklerinin olmaması ve bölge halkının eğitim eksikliğinden dolayı planlar uygulanamamış, sonuçta kaçak yapılaşma önlenememiştir. Bu durum 1998 tarihinde kaplıca alanının "Termal Turizm Alanı" ilan edilmesinden sonra Tu-

Yoncalı Kaplıca alanının 1999 tarihinde imar planları tekrar gözden geçirilerek revizyon edilmiş ve Turizm Bakanlığı tarafından onaylanmıştır. Bu planlar halen yürürlüktedir. İmarlı saha yaklaşık 2.1km<sup>2</sup> dir. Planlanan alanın %39'u konut, %20'si yol-dere, % 10'u ağaçlandırılacak alan, %8.6'sı park, %6.7'si kür-sağlık tesisleri, %4.9'u turizm tesisleri, %4.3'ü tarım alanları, %2.9'u kamu dinlenme tesisleri, % 2.3'ü eğitim tesisleri, % 0.7'si kaplıca tesisleri, % 0.3'ü ticaret tesisleri ve % 0,3'ü spor tesisleri şeklinde ayrılmıştır. İmarlı alanın % 4.5'i mutlak (I. Kaynak Koruma Zonu), %37'si kontrollü korunması(II. Kaynak Koruma Zonu) gereken alanlardır. 2007 tarihi itibarıyla 1047 adet yapı vardır. Bu yapıların %64'ü ikinci derece kaynak koruma zonu içinde yer almakta-



Şekil.3: Yoncalı Kaplıca alanı ve yakın çevresinin üç boyutlu görüntüleri.



Sekil.4: Yoncalı Kaplıca alanının Jeoloji haritası, parsel dağılımları ve ikonos uydu görüntüleri.



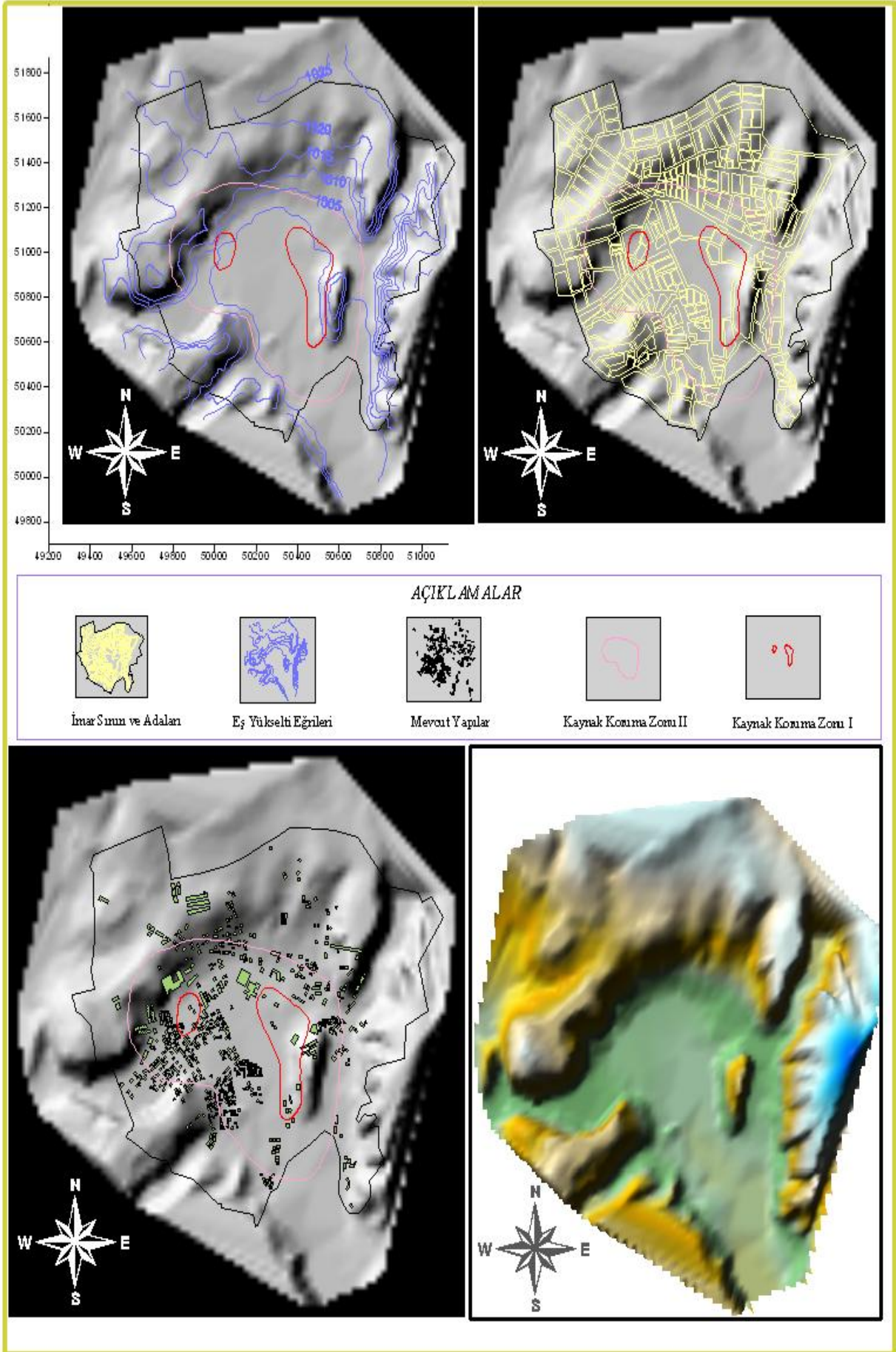
dır. Planlanan alanın %37'si alüvyondur. Yoncalı yerleşiminin alüvyonla temsil edilen alanları sıvılaşma potansiyeli taşımaktadır. Genellikle 2 katlı yapılaşma hakimdir. 4-5 katlı yapılar resmi kurumlara ait lojman veya dinlenme tesisleridir (Şekil.4, şekil.5).

Yoncalı Kaplıca alanı 1998 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile "Termal Turizm Merkezi" kapsamına alınmış, fakat 2005 yılında bu kapsamdan çıkartılmıştır. Bakanlığın çalışma alanı ile ilgili tespitleri ve önerileri tablo3'de verilmiştir.

## TURİZİM BAKANLIĞININ YONCALI KAPLICASI HAKKINDAKİ TESPİTLERİ

Konu	Mevcut Durum	Öneriler
<i>Halihazır harita</i>	1993 tarihinde onaylanmıştır	
<i>İmar planı</i>	1985 yılında 1:1000'lik planlar Bayındırlık ve İskan bakanlığınca onaylanmıştır.	Tüm alanlarda revizyon yapılmalıdır
<i>Termal su miktarı, kaynak-kuyu üretimi</i>	3 adet kuyudan halen toplam 63,5lt/sn termal su üretilmektedir.	İlave sondaj ile termal su miktarı artırmalıdır. Halen tesisler için 11 lt/sn termal su açığı bulunmaktadır.
<i>Jeolojik-hidrojeolojik etüdüler</i>	MTA tarafından yapılmış	Revizyon gereklidir.
<i>Termal kaynak</i>	Tüm kaynak debileri 28,6lt/sn'dir. Kuyu açıldıktan sonra bazı kaynakların doğal boşalımı durmuştur.	Kaynakların doğal boşalımı bozulmamalıdır. Eski haline dönmesi için gerekli etütlerin yapılması...
<i>Su kullanım miktarı</i>	75,17lt/sn.	11lt/sn su eksiğinin giderilmesi için gerekli yerlerde sıcak su sondajlarının yapılması
<i>Altyapı yol durumu</i>	Ulaşım problemi yoktur.	-
<i>İçme suyu</i>	Su şebekesi vardır.	Potansiyel alanlar için projeler yapılmalıdır.
<i>Elektrik</i>	Elektrik şebekesi vardır.	-
<i>Kanalizasyon</i>	Kanalizasyon mevcuttur.	İyileştirilmelidir.
<i>Çöp</i>	Düzenli depolanmaktadır	-
<i>Arıtma</i>	Tütav termal otel'in dışında yok	Tüm tesislere yapılmalıdır.
<i>Haberleşme</i>	Var	Yeterlidir.
<i>Üst yapı kaplıca</i>	2 adet açık havuz termal havuz, 5 adet hamam, 2 adet Türk hamamı ve 1 çamur havuzu	Standartlara uygun hale getirilmelidir.
<i>Hidroterapi ve Fizik Tedavi Hastanesi</i>	130 yatak kapasiteli, 1 adet Hidroterapi ve Fizik Tedavi Hastanesi mevcuttur.	Havuzu ve fiziki yapısı modernleştirilmelidir.
<i>Konaklama birimi</i>	Tütav apart otel 180 yataklı, Çamlık otel 18 yataklı, Mercan otel 30 yataklı ve 100 yataklı özlem bulunmaktadır.	Standartlara uygun tesisler yapılmalı ve mevcutlar iyileştirmelidir.
<i>Çevre düzeni</i>	Çevre düzeni yapılmamıştır	Yeni oluşacak tesislerde çevre düzenleme çalışmaları, tesis inşaaata başladığı andan itibaren başlanmalıdır.
<i>Sit alanı</i>	Mevcut değildir	I.Alaaddin Keykubat camii ve tarihi hamam tescillenmelidir.

Tablo 3. Turizm Bakanlığı Yoncalı Kaplıca Alanının Envanter Raporu, 1998.



Şekil.5: Yoncalı Kaplıca alanının 3d görüntüleri ve kaynak koruma zonu içerisindeki yapıların dağılımları.

## YONCALI KAPLICA ALANININ TURİZİM POTANSİYELİ

*İnsanların dinlenmek, eğlenmek, gezip görmek, bilgi edinmek ve sağlık gibi amaçlarla yaptıkları gezilere turizm denir. Tedavi amacı ile doğanın sağlık verici özelliklerinden yararlanmak isteyen insanların sıcak su ve maden suyu, hamam, kaplıca ve bunları tamamlayan kür merkezlerine ve bazı hizmetlerin ucuz olarak sunulduğu sağlık merkezlerini ziyaret etmelerine termal turizm denir (Demir, Çevre Yazıları).*

Kaplıcalar kaplıca olarak kalmalı, asla yerleşime(konut) açılmamalıdır. Kaplıcalarda yapılması gereken yapılar, eğitim, sosyal-kültürel, ticaret, turizm, spor ve sağlık amaçlı olmalı ve her türlü gelir grubuna hitap etmelidir. Ticari faaliyetlerde ve istihdamlarda yöre insanının önceliği olmalıdır. Kaçak yapılaşmayı durdurmak, düzenli bir yapılaşma sağlamak maksadıyla Yoncalı Kaplıca sahası 1985 yılında imara açılmıştır. İyi niyetli olan bu girişim, aslında "Geleneksel Kaplıca Kültür Ruhuna" aykırıdır. 1985 ve 1999 tarihli imar ve revize imar planları, planlamadan ziyade kaçak olarak inşa edilmiş mevcut yapıların (ikincil konut) meşrulaştırma işleminden öte bir şey değildir. Başka bir deyişle planlar mevcut yapılara uydurulmuştur. Yürürlükte olan imar planlarına göre, planlı alanın %39'u konuta ayrılmıştır. Bu durum, Yoncalı Kaplıca sahasının 1980 öncesi sadeliğini ve güzelliğini bugünkü çocukların görememesine neden olduğu gibi, gelecek nesilleri de bugünkü güzelliği arar konuma getirecektir. Bu durum gelişmişliğin bir kaderi midir? Yoksa eğitimsizliğin ve tecrübesizliğin bir sonucu mudur? Bu duruma son vermek ve kaplıca sahasının 1980 öncesi sadeliğine ve güzelliğine kavuşturmak, önce-

likle yöre insanının bir takım haklarından vazgeçerek özveride bulunmalarına ve etkili-yetkili kamu kuruluşlarının (Turizm, Orman, Sağlık, Bayındırlık ve İskân, Çalışma ve Sosyal Güvenlik, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlıkları) bilimsel ve yapıcı yaklaşımlarına bağlıdır. Kitlesele turizme alternatif niteliğinde olan Eko-turizm konusunda morfolojik olarak Yoncalı Kaplıca alanı iyi bir potansiyele sahiptir. Yoncalı Kaplıca alanı Enne Barajı'nın memba-sında yer almaktadır. Mülkiyeti DSİ'ne, işletmesi Seyitömer Termik Santrali'ne ait olan ve 0.9km<sup>2</sup> (291km<sup>2</sup> drenaj alanına sahip) alana kurulu baraj gölü, turizm açısından su sporları veya su ürünleri konularında incelenmeye değer bir haldedir. Son yıllarda popüleritesi artan traking (doğa yürüyüşleri) yapılabilecek parkurların varlığı, macera gezileri yapılabilecek alanların var oluşu, ayrıca Kirazlı yaylası, Gürlek Yaylası, Ketonova Yaylası gibi yaylaların mevcudiyeti bölgeyi turizm açısından cazip hale getirmektedir. Tüm bu turizm çeşitlerinin (yayla, dağ, av, eko v.b.) yapılabilirliğini görmek maksadıyla bu çalışma kapsamında Yoncalı Kaplıca sahasının güneyindeki Gümüş dağ ve eteklerinin 1/25 000'lik topografik verileri incelenerek üçboyutlu analizleri yapılmıştır (Şekil.6, şekil.7, şekil.8).

### SONUÇ ve ÖNERİLER

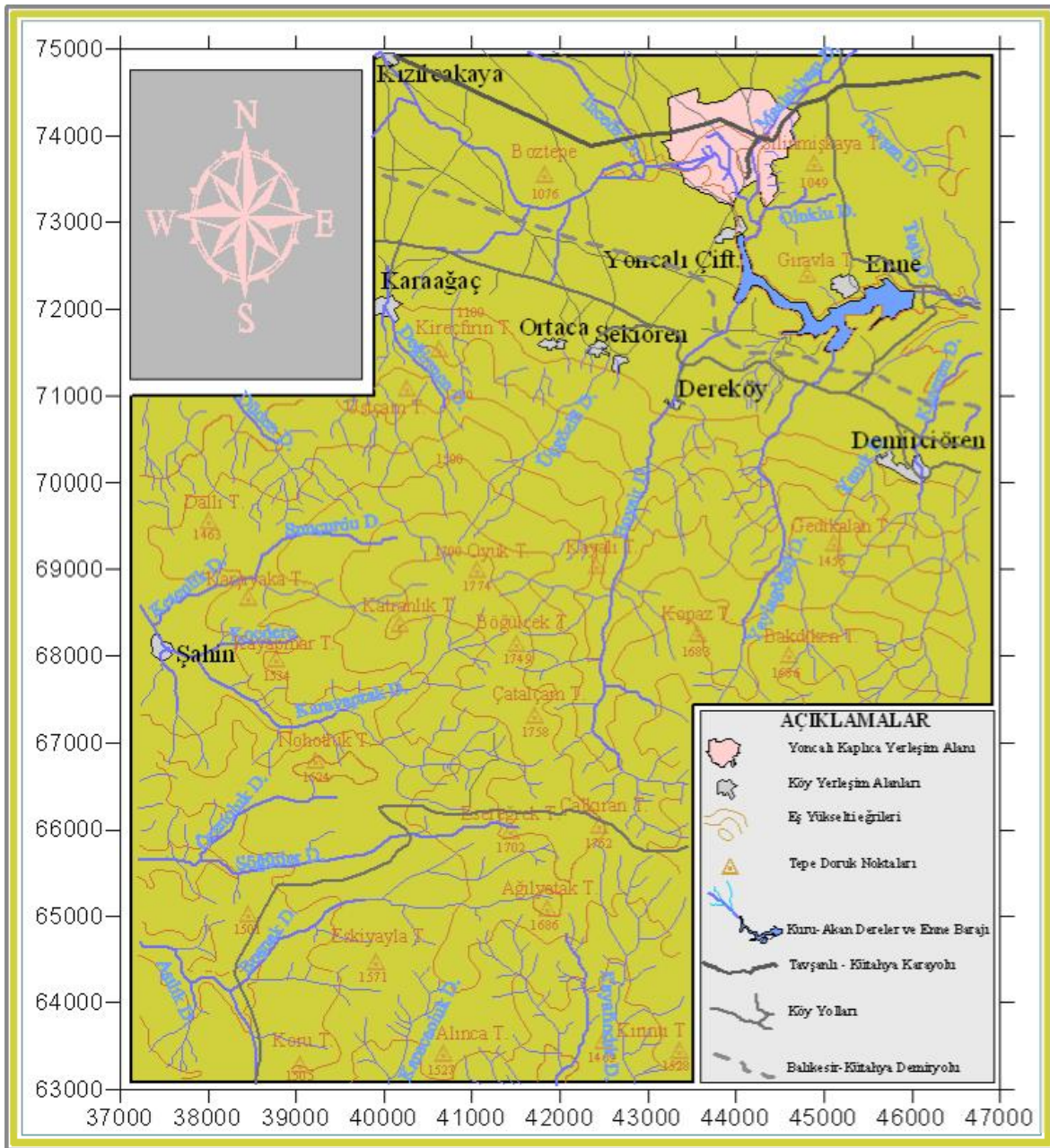
-Ülkemizde kaplıcaya gitmek bir gele-nektir. Bu geleneği yaşatmak maksadıyla Yoncalı Termal Alanı yerleşim alanı hüvi-yetinden çıkartılıp, kaplıca hüviyetine so-kulmalıdır. Yoncalı Kaplıca Alanı "kentsel dönüşüm" projeleri kapsamında yeniden gözden geçirilerek, yapı kirliliğinin ön-lenmesi gerekmektedir.

*-Tarih boyunca yeni oluşan toplumlar, kendilerinden önce milletlerin kültür mi-*

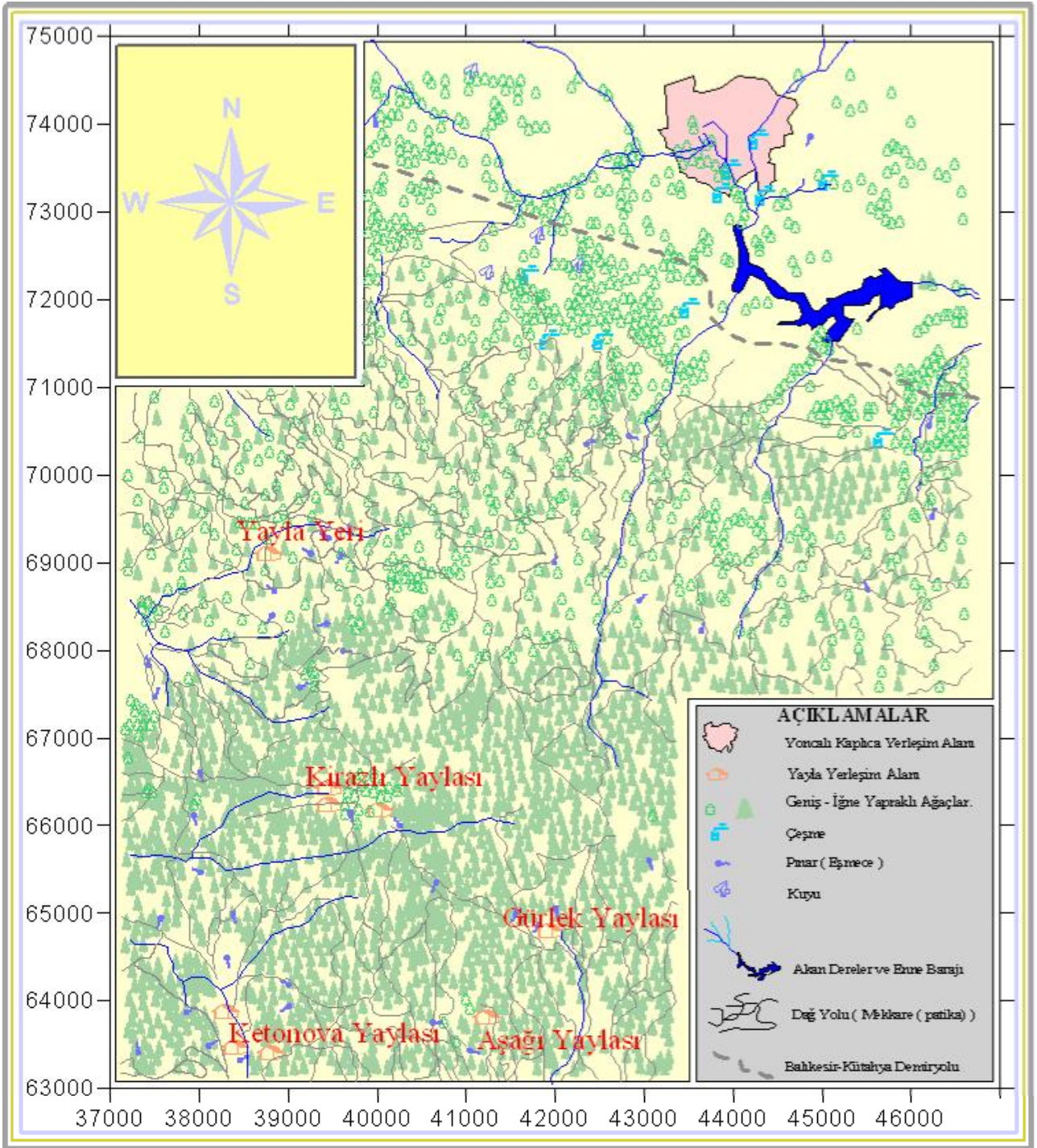
rasından, biçim, yapı tarzından ve estetik değer yargılarından yararlanmışlar, hatta onları taklit etmişlerdir. 19. y.y. başlarında ise insanlarda geçmişe duyulan özlem, "Post Modernizm" adı verilen akımla daha da güçlenmiştir. Kapalı ve açık mekanlara, plan ve cephelere yansımaya başlamıştır. Bu durum kişilerin psikolojilerini rahatlatıp, huzur verebilir (Tanyeli U.,1988). Yonca-

lı Kaplıcaları'nda da Selçuklulara ait 774 yıllık tarihi eserler (camii-hamam) vardır. Dolayısıyla yeni yapılacak yapılarda Selçuklu mimarisi kullanılarak, turizme bir katkı sağlanabilir.

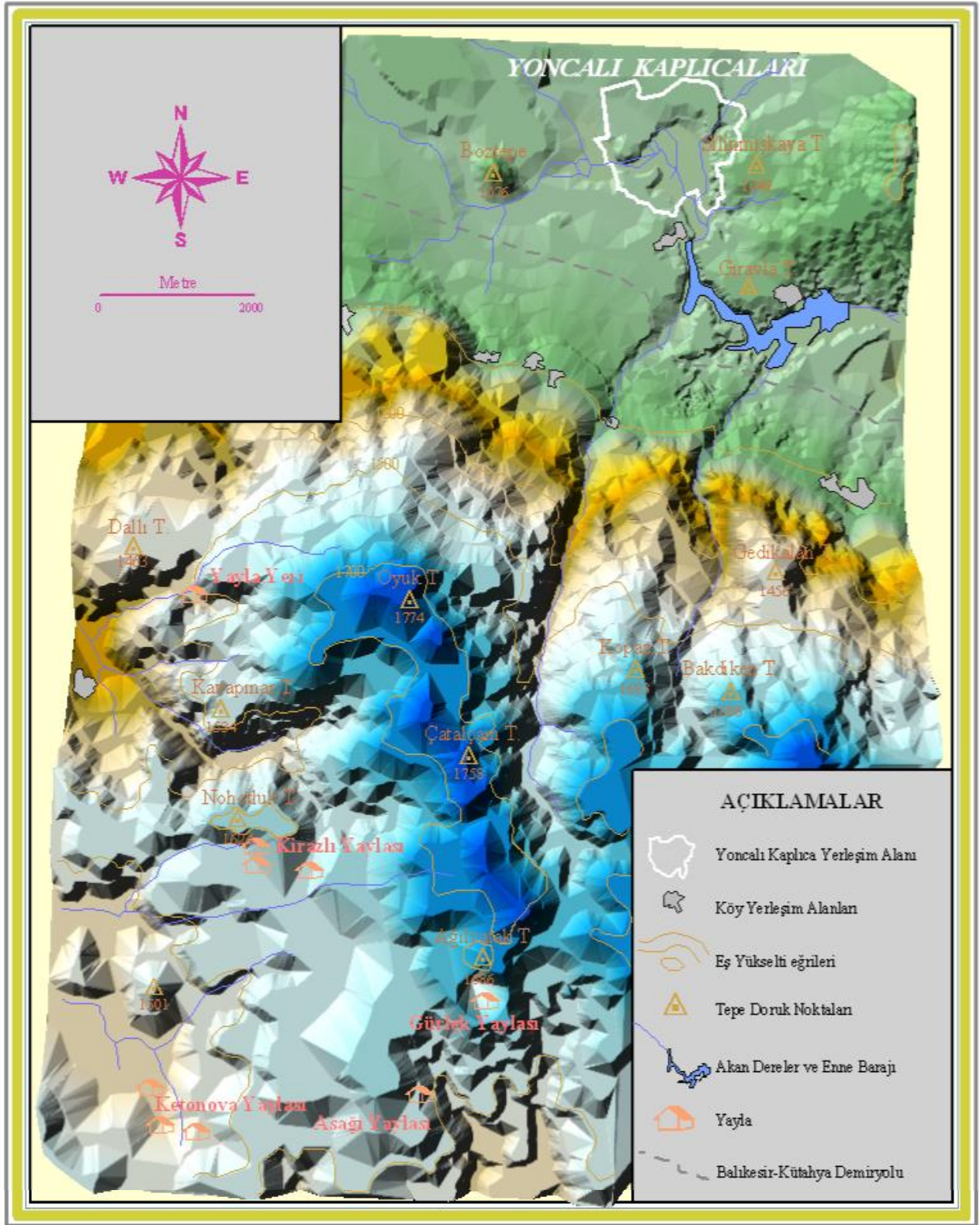
-Yoncalı Kaplıca alanının turizm potansiyeli sadece termal açıdan değil, "eko-turizm"le birlikte değerlendirilmelidir.



Şekil.6: Yoncalı Kaplıca alanı ile birlikte eko-turizmin yapılması önerilen sahanın topografik haritası.



Şekil.7: Yoncalı Kaplıca alanı ile yaylaların konumları, ağaçların dağılımları ve traking parkurları.



Şekil.8: Yoncalı Kaplıca alanı ile yaylaların 3d görüntüsü.

## KAYNAKLAR

\*ALTUN, Ş., "Kütahya Yoncalı Kaplıcası Jeolojik Etüt Raporu", İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1998, Ankara.

\*ÇUBUK, M., "Sürdürülebilir Turizm, Turizm Planlamasına Ekolojik Yaklaşım", Türkiye'de 19. Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu, 1996, Alanya.

\*HAŞİMOĞLU, A., ve diğ. "Zemin Etüt Bilgi Sisteminin Oluşturulmasının Önemi: Yoncalı (Kütahya) Örneği", 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Fatih Üni., 2004.

\*ÖĞÜT ERBİL, A., "Kıyı Kesimi Turizm Yerleşmelerinde Modernlik Boyutu ve Alanya Örneği", Türkiye'de 19. Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu, 1996, Alanya.

\*PILL, C., "Sürdürülebilir Gelişme Planlamasına Genel Bir Bakış", Türkiye'de 19. Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu, 1996, Alanya.

\*TEKKÖKOĞLU, T., "Sürdürülebilirlik Yeterli mi?", Türkiye'de 19. Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu, 1996, Alanya.

\*TANYELİ, U., "Tarih Tasarım ve Mimarlıkta Geçmişten Yararlanma Üzerinde Gözlemler", Mimarlık, 1988.

\*"Kütahya İli Merkez-Yoncalı-Ilıca Mevkileri Revize, Sinerköy Mevkii İlave, Parmakören Mevkii Mevzii İmar Planlarına Esas Jeolojik-Jeoteknik-Jeofizik Etüt Raporu", Kütahya Belediyesi, 2003, Kütahya.

\*"Kütahya İli Merkez-Yoncalı Kaplıca Sahasının Envanter Raporu", Turizm Bakanlığı, 1998, Ankara





# TÜRKİYE'DE BİNARY CYCLE (ÇİFT AKIŞKANLI) YÖNTEMLE ELEKTRİK ÜRETİMİNE UYGUN JEOTERMAL SAHALAR

**Nazım YILDIRIM**

*Yıldırım Jeotermal Ltd, Ankara*

**Önder AYDOĞDU**

*MTA Enerji Dairesi, Ankara*

## ÖZET

Çift akışkanlı sistem ile jeotermal enerjiden elektrik üretiminde işletme giderlerini arttırarak birim maliyeti etkileyen en önemli unsurlar jeotermal akışkanın nicelik ve nitelikleridir. Nicelik nitelik ve sıcaklık açısından Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan 14 jeotermal sahadan çift akışkanlı sistemi ile ekonomik bir şekilde elektrik enerjisi üretmek mümkündür. Bu sahalara isim olarak, buharlaştırılmalı sistemden sonra Kızıldere ve Aydın-Germencik, doğrudan çift akışkanlı sisteme uygun Tekkehamam, Salavatlı, Seferihisar, Balçova, Yılmazköy, Çanakkale-Tuzla, Simav, Manisa-Caferbeyli ve Manisa-Göbekli sahalarıdır. Son iki yılda bu sahalara Aydın-Sultanhisar, Aydın-Hıdırköy ve Aydın-Atça jeotermal sahaları eklenmiştir. Söz konusu sahalarda rezervuar sıcaklıkları 100–242 °C, arasında değişmektedir. Doğal yapısı gereği jeotermal akışkanlar, uygulamaya engel olarak birtakım kısıtlayıcı kimyasal maddeler ihtiva eder. Elektrik üretimine elverişli orta ve yüksek sıcaklıklı bu saha akışkanlarında karbon dioksit bol miktarda bulunmaktadır. Çift akışkanlı jeotermal santrallerin projelendirilme aşamasında su - gaz analiz raporları ve değerlendirmeleri sorunsuz ve verimli çift akışkanlı elektrik üretim sistemi kurulum ve tasarımında çok önemli bir rol oynar. Bildiride, Türkiye'de jeotermal akışkan kullanılarak, çift akışkanlı yöntemle elektrik üretim potansiyeli ve bu potansiyelin kullanımında ortaya çıkan teknik problemlerin çözümüne yönelik bilgi ve yöntemlere yer verilecektir.

# 1- GİRİŞ

## 1.1 Sisteme Uygun jeotermal Sahaların Bulunduğu Bölgeler

Çift akışkanlı sistem ile elektrik üretiminin çok özel noktalarına deyinmeden önce, Türkiye’de bu sisteme kaynak olabilecek jeotermal saha özelliklerine ve ülkemizin bu konudaki zenginliğine göz atmakta fayda vardır. Jeolojik yapısının bir sonucu olarak, genç volkanizmaları Horst-Graben sistemleri ve hidrotermal altere bölgeleri ile ülkemiz çok büyük bir jeotermal potansiyele sahiptir. Tüm ülke sathına yayılmış 1000 civarında termal ve mineralli kaynak grupları bulunmaktadır (Şimşek 1986). Yeraltı sıcaklık tahminlerinde kullanılan jeotermometreler bazı kaynak bölgelerinde henüz yüzeye çıkartılmamış çok sıcak jeotermal akışkan varlığına işaret etmektedir. Türkiyede’ki kaynakların büyük bir bölümünün sıcak-

lıkları 30- 100 °C arasında değişirken, bu kaynakların bulunduğu bölgelerde açılan sondajlardan elde edilen su sıcaklıkları bazı yerlerde kaynak sıcaklıklarına yakın bazı özel yapıları yerlerde 240 °C ‘ye varabilmektedir. Yüksek ve orta sıcaklıklı akışkan üreten jeotermal sahalar genelde ülkemizin batı kesimlerinde yer almaktadır (Şek 1).

Büyük Menderes, Gediz ve Edremit Grabenleri yüksek ve orta sıcaklıklı akışkan üreten sahaların başlıca bulunduğu yerlerdir. Buharlaştırmalı jeotermal santaline uygun akışkan veren iki sahamızdın biri, Büyük Menderes Grabeninin doğusunda, diğeri batısında yer almaktadır. Bu iki sahanın arasında Daha düşük sıcaklıklı çift akışkanlı elektrik üretimine uygun yerel bölgeler vardır. Buharlaştırmalı sistem (Single flash) ile işletme halinde bulunan Kızıldere jeotermal sahası ve inşa halinde bulunan Germencik jeotermal sahası Büyük Menderes Grabeni üzerinde yer almaktadır.



Şekil 1. Orta ve yüksek sıcaklıklı sahaların bulunduğu mevkiler

## **1.2 Çift Akışkanlı Sisteme Uygun sahalarda Mevcut Durum**

Gerek buharlaştırmalı ve gerekse çift akışkanlı sistem ile jeotermal enerjiden elektrik üretiminde birim maliyeti etkileyen en önemli unsurlar jeotermal akışkanın miktarı, fiziko-kimyasal özellikleri ve yeryüzüne gelebildikleri sıcaklıklardır.

Nicelik nitelik ve sıcaklık açısından Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan 14 jeotermal sahadan çift akışkanlı sistemi ile ekonomik bir şekilde elektrik enerjisi üretmek mümkündür.

### **1.2.1 Denizli Kızıldere Jeotermal**

#### **Sahası**

Kızıldere jeotermal enerji sahası batı Anadolu'da, Büyük Menderes Grabeninin doğu kesiminde yer almaktadır. Saha hem buharlaştırmalı sistem hem de çift akışkanlı sistem ile elektrik üretimine uygundur. Sahada bugüne kadar derinlikleri 450 metre ile 2261 metre arasında değişen 25 jeotermal kuyu açılmıştır. Derinlik ve sahada bulunulan konuma bağlı olarak kuyulardan elde edilen sıcaklık 195–242 °C aralığında seyretmektedir. Kuyulardan elde edilen akışkanın buhar oranı buharlaştırma basıncına bağlı olarak % 10–18 kadardır. Toplam akışkanın (sıvı+buhar) ağırlıkça % 1,5–1,8'i gazdır. Bu gün çalışılan kapasiteye bağlı olarak, tek buharlaştırmalı jeotermal güç santralinde elektrik üretiminde kullanıldıktan sonra yaklaşık 850 ton/h debi ve 147 °C sıcaklıkta jeotermal atık su, çift akışkanlı elektrik üretimine hazır durumdadır. Sahadan elde edilen akışkanın Toplam

erimiş madde miktarı (TÇM) 4000–4500 mg/l aralığındadır.

### **1.2.2 Aydın Germencik Jeotermal**

#### **Sahası**

Büyük Menderes Grabeninin batı kesiminde Kızıldere sahasından 110 uzaklıkta ülkemizin ikinci yüksek entalpili sahasıdır. Sahip olduğu rezervuar sıcaklığı ile tek buharlaştırmalı (Single flash) ve çift buharlaştırmalı (Double flash) sistemleri ile elektrik üretimine uygundur. Gerek tek buharlaştırmalı ve gerekse çift buharlaştırmalı santralden çıkan 100 °C'nin üzerinde sıcaklığa sahip atık su çift akışkanlı sistem ile elektrik üretimine de uygun olacaktır. Bu gün sahada derinlikleri 285–1500 metre ve sıcaklıkları 200–231 °C arasında değişen 9 kuyu bulunmaktadır. Bu sahada, yeni açılacak sondajlarla beslenmesi planlanan 45 MW gücünde çift buharlaştırmalı jeotermal santral Gürmat A,Ş tarafından inşa halindedir. Kuyulardan elde edilen akışkanın buhar oranı % 13–20, gaz oranı % 1,5–2,2 dir. Bu sahadan elde edilen akışkanın TÇM değeri, 5500 6000 mg/l dir. Germencik sahasının doğu ve batı uzantılarında açılacak sondajlarda bulunabilecek akışkanlar çift akışkanlı sistemle elektrik üretimine uygun olabilecektir. Nitekim sahanın batı uzantısında Germencik sahasından yaklaşık 3 km uzakta bulunan Hıdırbeyli bölgesinde açılan 1500 m. derinlikli sondajdan 92 lt/sn debi ve 142 °C taban sıcaklığında jeotermal akışkan elde edilmiştir. Bu sahanın Germencik jeotermal sahasından bağımsız bir saha olup olma-

diği jeokimyasal veriler ve uzun dönem testleri neticesinde anlaşılabilir.

### **1.2.3 Çanakkale-Tuzla Jeotermal**

#### **Sahası**

Çanakkale'nin 80km güneyinde denizden içeriye doğru 5km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu sahada 814 metre derinlikli ilk kuyu MTA tarafından 1982 yılında açılmıştır. Sahadan 174 °C sıcaklığında, 130 ton /h debide su+buhar karışımı jeotermal akışkan 333–353m. derinlikte volkanik rezervuardan üretilmektedir. Bu sahanın akışkanı deniz kökenlidir. Jeotermal işletmelerde büyük bir sorundur. Ancak, sadece ısısından faydalanılacak çift akışkanlı sistemde, suyun problemlili kimyasal yapısı, fazla sorun olmayacaktır. Bu sahada açılacak sondajlarla çift akışkanlı sisteme uygun sıcaklık ve miktarda su temin edilmesi mümkün olabilecektir. Toplam erimiş madde (TÇM), bu sahada çok yüksek olup, 60000 mg/l civarındadır.

### **1.2.4 İzmir-Seferihisar Jeotermal**

#### **Sahası**

Saha, İzmir'in 40 km güneybatısında Ege denizi kıyısına çok yakın yerde bulunmaktadır. Mevcut durumda tespit edilen rezervuar sıcaklığı 153 °C' dir. Yapılan sondajlarla sahadan 8,17 x 10<sup>6</sup> Kcal/h termal enerji elde edilebileceğini ve bu enerjinin çift akışkanlı sistemle elektrik enerjisine randımanla dönüştürülebileceğini göstermektedir. Bu enerji miktarı aynı zamanda 117 000 m<sup>2</sup> sera alanı ısıtmaya yetecek durumdadır. Bu sahanın potansiyeli açılacak yeni sondajlarla artırılabilir. Tuzla sahasında olduğu kadar değilse de, bu sahanın da beslenmesi kısmen deniz suyu ile olmaktadır. Suyun TÇM değeri 29700 mg/l kadardır.

### **1.2.5 Aydın-Salavatlı Jeotermal**

#### **Sahası**

Jeotermal saha ve uzantıları Aydın Germencik sahası ile Kızıldere sahasına eşit uzaklıkta olup, tam Büyük Menderes Grabeninin orta bölümünde yer almaktadır. Rezervuar sıcaklığı 162–172 °C arasında değişen bu sahada, MEGE enerji tarafından inşa edilmiş çift akışkanlı (Binary) elektrik santrali 7,95 MW kurulu kapasite ile elektrik üretemeye 2006 yılında başlamıştır. Sahanın fiziko-kimyasal özellikleri ve sıcaklığı çift akışkanlı işletme sistemine çok uygundur. Sahanın elektrik üretim potansiyeli, batısında ve doğusunda açılacak sondajlarla artırılmaya elverişlidir. Akışkanın TÇM değeri 3500 mg/l kadardır.

### **1.2.6 Aydın-Sultanhisar ve Atça**

Salavatlı'nın yaklaşık 5 km doğusunda açılan Sultanhisar SH–1 ve SH–2 kuyularının her birinden yaklaşık 100 lt/sn debi ve 140–142 °C taban sıcaklıklı jeotermal akışkan elde edilmiştir. Sultanhisar sondajlarının yaklaşık 3 km doğusunda açılan Atça jeotermal sondajından ise 123 °C Sıcaklık ve 90 lt/sn debide akışkan üretilmektedir. Bu kuyulardan elde edilen akışkanlar miktar, fiziko-kimyasal özellikler ve sıcaklık olarak çift akışkanlı yöntemle elektrik üretmeye uygundur. Ancak bu sondajların Salavatlı jeotermal sahasından ve birbirlerinden bağımsız üretim yapıp yapmayacakları tartışma konusudur. Aynı veya ayrı bir sahaya ait olup olmadıkları ancak uzun süreli girişim ve jeokimyasal test araştırmalarıyla anlaşılacaktır. Üretilen akışkanın TÇM değerleri 3500 mg/l civarındadır.

### **1.2.7 Aydın Yılmazköy Jeotermal**

#### **Sahası**

Bu alan Salavatlı jeotermal alanının batısında, Aydın ilinin yakın çevresinde yine Büyük Menderes Grabeninde yer almaktadır. MTA tarafından bu sahada açılan 1500 metre derinlikli kuyuda 140 °C ve 40 lt/sn debide akışkanla karşılaşmıştır. Elde edilen akışkanın fiziko-kimyasal özellikleri ve sıcaklık itibarıyla çift akışkanla yöntemle elektrik enerjisi üretimine uygundur. Ancak mevcut debisi yetersizdir. Saha geliştirilmeye uygun olup, debisi ve hatta sıcaklığı arttırılmaya uygun bir sahadır. TÇM içeriği Salavatlı sahasından yüksek olup, yaklaşık 3900 mg/l civarındadır. Kimyasal yapısı itibarıyla, Grabende doğusu ve batısında bulunan jeotermal sahalardan bağımsız bir sahadır.

### **1.2.8 Denizli - Tekkehamam Sahası**

Tekkehamam sahası Kızıldere sahasının yaklaşık 5 km güneyinde ve dolayısıyla, Büyük Menderes Grabeni doğu kesiminin güney kanadında bulunmaktadır, Alanda açılmış bulunan derin sondajla 162 °C sıcaklık ve 26 lt/sn debide akışkan bulunmuştur. Derinde geçirgenliğin düşük olması, düşük debiye neden olmuştur. Sahada açılan sığ sondajlarla daha düşük sıcaklık ve buna mukabil yüksek debili, akışkan elde edilebilmesi mümkündür. Sığ sondajlarla elde edilen akışkan sıcaklığı 137 °C dir.

### **1.2.9 Kütahya-Simav Jeotermal**

#### **Sahası**

Alan, Simav ilçesinin kuzeyinde Gediz Grabeni içerisinde yer almaktadır. Bu alanın rezervuar sıcaklığı 162 °C dir. Sıcaklık ve debi açısından çift akışkanlı

çevrimle (Binary) elektrik üretimine elverişlidir. Sahada açılmış birçok kuyu bulunmaktadır. Şu an itibarıyla sahadan elde edilen akışkan ev ve sera ısıtmacılığında kullanılmaktadır.

### **1.2.10 İzmir-Balçova Jeotermal**

#### **Alanı**

Balçova jeotermal alanı İzmir ili çevresinde bulunmaktadır. Alan MTA tarafından 1963 yılında keşfedilmiştir. İlk sondaj bu tarihte açılmış ancak yoğun kabuklaşma nedeniyle kısa sürede kapanmıştır. Açılan sondajlarda taban sıcaklığı 140 °C' ye kadar varmaktadır. Mevcut durumda sahadan üretilen akışkan konut ısıtmacılığında kullanılmaktadır. Saha sahip olduğu sıcaklık ve fiziko-kimyasal özelliklerle, entegre olarak hem elektrik üretimi hem de konut ısıtmacılığına uygundur.

### **1.2.11 Mansa-Göbekli ve Manisa**

#### **Salihli Jeotermal Alaları**

Her iki alan Gediz Grabeni içerisinde yer almaktadır. Salihli jeotermal alanı İzmir'den yaklaşık 100 km, Göbekli jeotermal alanı yaklaşık 130 km uzaklıktadır. Her iki sahada 1500 metrelik sondajlar açılmıştır. Bu sondajlarla Salihli jeotermal alanında 150 °C, Göbekli jeotermal alanında 182 °C sıcaklıklarında jeotermal akışkanların varlığı tespit edilmiştir. Bu iki alan sondajlarından elde edilen debiler düşüktür. Daha uygun lokasyonlarda bu kalitede akışkanlar elde edilmesi durumunda her iki saha çift akışkanlı çevrimle elektrik üretimine uygun olacaktır. Sahalardan elde edilen akışkanlar Kızıldere jeotermal akışkanına çok benzemektedir. Kızıldere sahasında olduğu gibi, bu saha akışkanlarının da TÇM içeriği 4500 mg/l civarındadır.

## 2- SAHALARIN MEVCUT POTANSİYELİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Yukarıda özellikleri kısaca belirtilen jeotermal sahalarda 74 kuyu açılmış bulunmaktadır. Türkiye’de jeotermal enerjiden elektrik üretimi, ilk defa 1984 yılında 20,4 kurulu kapasite ile Kızıldere jeotermal sahasında başlamıştır. Bu sahada kurulu santralın deşarj suyu 147 °C’dir. Tek buharlaştırmalı (Single Flash) sistem, bu sahada 23 yıldır saha potansiyelinde hiç azalma olmaksızın elektrik üretmeye devam etmektedir. Santral planlamasında 35–50 yıl aynı verimle sürdürülebilirlik esastır. Türkiye’nin çeşitli sahalarında açılmış bulunan kuyulardan elde edilen toplam akışkanın potansiyeli mevcut durumda 1740,5 MWt termale eşdeğerdir. Jeotermal akışkanla elektrik üretiminde en önemli mesele sahaların mevcut potansiyelinin aynı verimle kaç yıl sürdürülebileceğidir. Saha rezervuarlarının

hacimsel boyutlarının büyüklüğü bu soruya en iyi yanıttır. Radyoaktif izotoplarla saha akışkanlarının belirlenen sirkülasyon yaşları, tüm sahalarda trityumla belirlenebilen 54 yıldan fazladır (Yıldırım ve Güner 2005). C–14 yaş tayin yöntemi ile Germencik ve Kızıldere sahaları için belirlenen akışkan sirkülasyon yaşlarının 22000–32000 yıl olduğu hesaplanmıştır. (Güner ve Yıldırım 2005). Genelde, jeotermal akışkanlar sıcaklıklarına göre; yüksek sıcaklıklı (>250 °C), orta sıcaklıklı (150–250 °C), kaynar-düşük sıcaklıklı (100–150 °C) ve düşük sıcaklıklı (50–100 °C) şeklinde kategorize edilir. Su ve buhar içeren yüksek sıcaklıklı jeotermal sahalar türbine doğrudan buhar sağlamak yolu ile tek veya çift buharlaştırmalı santrallerle (Single ve double) verimli bir şekilde değerlendirilir. Kızıldere ve Germencik sahasından üretilen akışkanlar bu sistemlere uygundur. Bu iki sahanın atık suları ve ülkemizin kaynar-düşük sıcaklıklı jeotermal akışkan üreten diğer jeotermal

Jeotermal alan adı	Kuyu Sayısı	Kuyu Derinliği m	Sıc.aralığı (°C)	Toplam debi(kg/s)	Toplam (MWt)	Toplam (MWe)
Kızıldere	10	510-2261	190-242	666,20	485,15	16
Tekkehamam	2	615 -2001	116-162	26,60	11,55	1,0
Germencik	9	285-2000	203-231	907,90	699,11	21
Salavatlı	2	960-1500	167-172	185,40	104,36	7,5
Yılmazköy	1	1501,00	142	30,00	13,44	0,7
Sultanhisar	2	967-1002	140-142	200	89,5	4,5
Hıdırbeyli	1	596	142	92	41,2	2,07
Atça	1	1200	123	90	33,2	1,5
Balçova	27	100-1000	91-140	297,75	116,48	6,7
Seferihisar	3	1232-2009	56-145	10,15	4,61	0,5
Alasehir-Göbekli	1	1447,1	182	15,00	9,23	1,0
Caferbeyli	1	1189,00	150	2,00	0,96	0,2
Simav	12	65,80-958	51-162	354,13	126,44	12,5
Çanakale - Tuzla	2	81-814	90-174	101,70	38,47	4,0
Toplam	74			2979,0	1740,5	85,47

Çizelge 1. Ölçülen sıcaklık, akış debisi, toplam termal ve elektrik potansiyeli (MTA 2005 Jeotermal Kaynaklar Envanteri) (Akkuş, Aydoğdu, Akıllı, Gökmenoğlu, Sarp 2005)

saha kuyuları son zamanlarda dünyada geniş kullanım alanı bulan çift akışkanlı güç santrallerinde verimli bir şekilde aralıksız değerlendirilebilir. Mevcut durumda Kızıldere ve Germencik jeotermal saha atık suları ile kaynar- düşük sıcaklıklı jeotermal sahalardan elde edilebilecek toplam termal ve elektrik potansiyeli Çizelge 1’de özetlenmiştir.

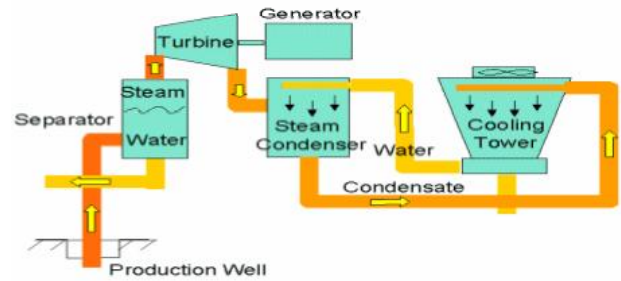
## 2.1 Sıcaklıklarına Göre Jeotermal Akışkanların Kullanım Alanları

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi, bir jeotermal akışkanın kullanım alanını belirleyen en önemli faktörler sıcaklık ve kimyasal özellikleridir. Akışkanın ısıyı alma ve diğer enerji türlerine dönüştürme teknolojisi de kaynağın ısı ve kimyasına doğrudan doğruya bağlıdır. Jeotermal akışkanların ihtiva ettiği ısı ve kimyasal içeriğe göre başlıca ekstrakte edilme teknolojileri Çizelge’2 de kısaca sunulmuştur.

## 2.2 Buharlaştırmalı Sistem Güç Santrali

Daha önceki bölümlerde anlatıldığı üzere ülkemizde tek veya çift buharlaştırmalı sistemle elektrik üretimine uygun iki sahamız Kızıldere ve Germencik sahalarıdır. Zaten bu iki sahamızda biri üretim halinde diğeri inşa halinde iki jeotermal santral bulunmaktadır.

Sağlanan akışkan miktarına bağlı olarak tek buharlaştırmalı ve çift buharlaştırmalı jeotermal elektrik santrallerinin kapasitesi 5 MWe’ dan 100 MWe kadar olabilmektedir. Bu santral tiplerinde; buhar karakteristiği, gaz içeriği ve ayrıştırma basıncına bağlı olarak, her bir MWe için yaklaşık 10 ton/h buhar gerekmektedir. Tek buharlaştırmalı santraldan boşalan atık su 140-150 °C gibi yüksek bir sıcaklığa sahip olmaktadır. Bu atık



Şekil 2. Buharlaştırmalı jeotermal güç santrali

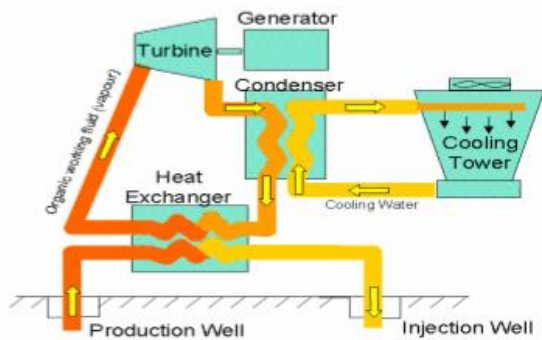
Rezervuar sıcaklığı	Rezervuar akışkanı	Yaygın kullanım	Genel olarak seçilen teknoloji
Yüksek Sıcaklık >220 °C	Su veya buhar	Elektrik Üretimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buharlaştırmalı sistem</li> <li>Entegre sistem (Flaş veya çift akışkan)</li> <li>Doğrudan akışkan kullanımı <ul style="list-style-type: none"> <li>Isı Eşanjörü</li> </ul> </li> </ul>
Orta sıcaklık 100-220 °C	Su	Elektrik Üretimi Doğrudan Kullanım	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çift akışkan sistemi (Binary)</li> <li>Doğrudan kullanım <ul style="list-style-type: none"> <li>Isı Eşanjörü</li> </ul> </li> </ul>
Düşük Sıcaklık 50-100 °C	Su	Doğrudan Kullanım	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğrudan akışkan kullanımı <ul style="list-style-type: none"> <li>Isı Eşanjörü</li> </ul> </li> </ul>

Çizelge 2. Kaynak ısısına göre teknoloji kullanımı

su verimli bir şekilde çift akışkanlı jeotermal santralde değerlendirilebilir. Tek buharlaştırmalı Denizli-Kızıldere jeotermal santralinden çıkan atık su 147 °C dir. Çift buharlaştırmalı jeotermal santraldan boşalan atık su sıcaklığı ise 105-115 °C arasında değişebilir. Böyle bir santraldan çıkan atık suyun çift akışkanlı sistemde kullanılması pek verimli olmaz. Tipik tek buharlaştırmalı jeotermal santral akım şeması şekil 2'de sunulmuştur, Santral separator, türbin, jeneratör kondensör ve soğutma kulesinden ibarettir. Bu santralin verimli olabilmesi için saha sıcaklığının 200 °C nin üzerinde olması gerekir. Bu sıcaklığın altında sıcaklığa sahip sahalar buharlaştırmalı sistemle elektrik üretmeye uygun kabul edilmez.

### 2.3 Çift Akışkanlı Sistem Güç Santrali

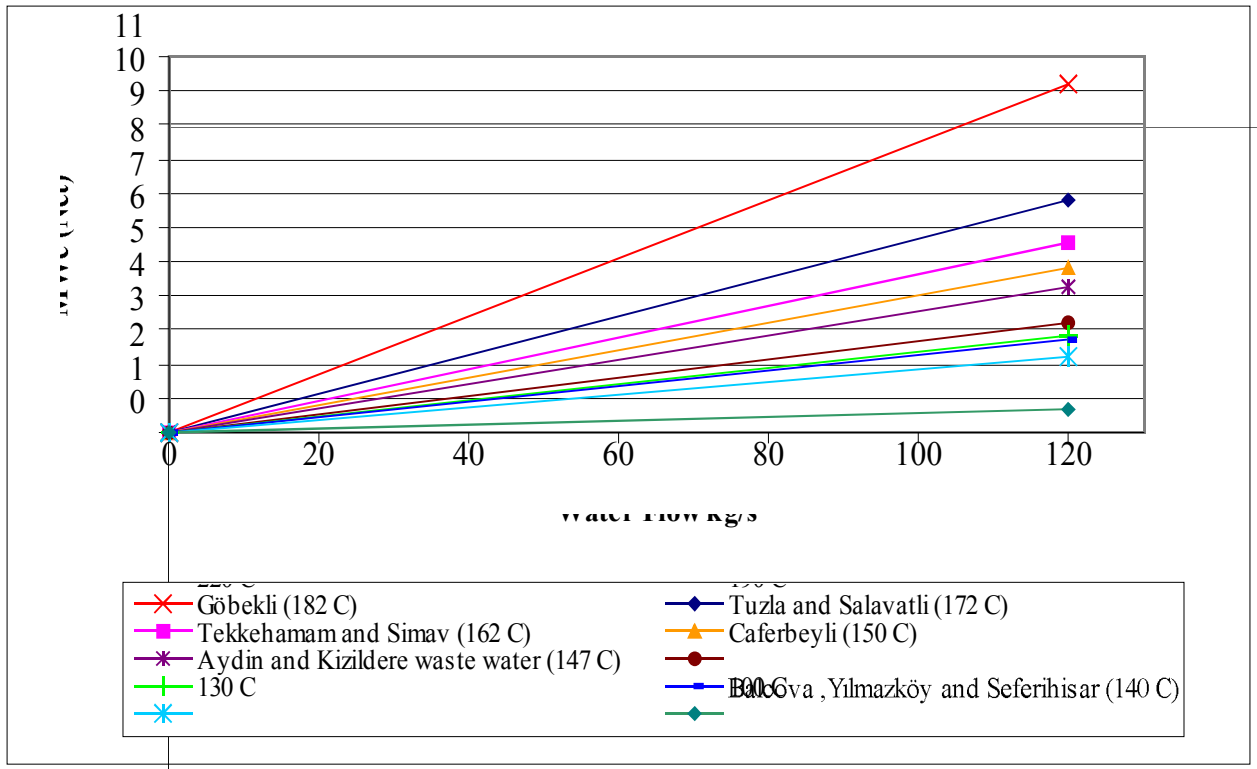
Tek veya çift buharlaştırmalı elektrik üretiminde kullanıldıktan sonra, yüksek entalpili sahaların atık suyu ile, diğer orta entalpili sahalarımızın ısı enerjilerini elektrik enerjisine çevirebilecek çift akışkanlı sistemin akım şeması Şekil 3'de



Şekil 3 Çift akışkanlı jeotermal güç santrali (World Bank Group).

görülmektedir. Rezervuar sıcaklıklarının 200 °C'nin altında olduğu jeotermal sahalarında çift akışkanlı sistemle elektrik üretmek buharlaştırmalı sisteme göre daha avantajlıdır (Maghiar and Antal 2001). Bu sistemle elektrik üretimi, su veya buhar halindeki jeotermal akışkanın ısı eşanjöründen geçirilmesi ve kaynama noktası <100 °C olan ikincil bir organik akışkanın buharlaştırılmasıyla oluşmaktadır. Bu metotla oluşan buhar, türbine gönderilerek türbin bıçaklarının yüksek devirle dönmesini sağlar ve elektrik üretimini gerçekleştirir. İkincil akışkan olarak en çok izobütan ve izopropan kullanılır. Kızıldere jeotermal güç santralinden boşalan 850 ton/h civarındaki atıksu, bu yolla elektrik üretiminde kullanıldığı takdirde mevcut kapasiteye göre sahadan ilave 16 MWe elde edilebilir. Germencik sahası aynı koşullarda elektrik üretiminde kullanılırsa, elde edilecek kapasiteye ilave olarak, mevcut durumda sahadan 21 MWe daha fazla elektrik elde edilebilir. İki yüksek entalpili saha atık suyu ile orta entalpili sahalarımızdan çift akışkanlı sistemle ne kadar termal ve elektrik enerjisi elde edilebileceği daha önce sunulan Çizim 1'de verilmiştir. Bir saha akışkanına özgü fiziksel özelliklerden ne kadar elektrik enerjisi elde edilebileceği Şekil 4'de sunulan grafikten hesaplanabilir:





Şekil 4. Türkiye'de rezervuar sıcaklıkları belli bazı sahalarda debiye karşı elde edilebilecek net MWe (World BankGroup)

### 3- SAHA AKIŞKANLARININ KİMYASAL VE HESAPLANAN REZERVUAR SICAKLIKLARI

Çift akışkanlı sistemle elektrik üretimine uygun jeotermal sahaların anyon, katyon, SiO<sub>2</sub> analiz sonuçları Çizelge 5'de

verilmiştir. Sahaların hepsi çok yüksek miktarlarda sodyum, potasyum, bikarbonat, sülfat klor, bor ve silika içermektedir. Çanakkale tuzla ve Seferihisar dışında kalan bütün sahalarda Na-HCO<sub>3</sub> tipi sular üretmektedir. Çanakkale ve Seferihisar sahalarından çıkan jeotermal sular Na-Cl tipi sulardır. Sahaların bazı bölgelerinde, bu iki ana tip suyun yüzey sularıyla karı-

Saha adı	pH	EC $\mu$ S/Cm	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	B	SiO <sub>2</sub>	Hesaplanan Rezervuar Sıcaklığı (°C)
Kızıldere	9,3	5500	1440	75	1,2	0,6	136	1342	735	26	450	220-240
Tekehama	8,1	4000	750	75	12	12	76	446	1350	12	210	150-220
Germencik	8,3	7100	1775	170	1,6	0,5	1818	1342	74	68	475	220-250
Salavatlı	7,7	4600	1100	90	14	1,2	223	2831	170	42	210	170-200
Yılmazköy	6,7	5150	1200	105	40	32	170	1900	98	67	252	140-175
Sultanhisar	8,7	4710	1134	117	6,3	1,0	263	2361	243	57	176	130-150
Tuzla	7,0	70000	22250	2125	5715	101	44140	55	176	35	123	120-180
Balçova	8,7	1518	395	24	27	2,7	176	622	143	13	270	120-150
Seferihisar	6,8	33500	6558	734	1120	150	11698	454	606	20	198	120-175
Simav	8,7	2075	600	61	5,5	1,3	73	460	483	5,4	218	130-175
Göbekli	8,6	5260	1520	86	5,4	1,0	170	2723	274	116	274	180-220
Caferbeyli	7,3	2025	320	40	34	25	64	1031	98	30	267	140-170

Çizelge 5. Su analizleri ve hesaplanan muhtemel rezervuar sıcaklıkları

şımı sonucunda Ca-HCO<sub>3</sub> ve CaSO<sub>4</sub> lı suların oluştuğu görülebilmektedir. Saha sularının silika içeriği ve Na/K oranları rezervuarda karşılaştıkları sıcaklığa bağlıdır. Silika içeriği ve Na/K oranlarına göre sahalar için hesaplanan minimum ve maksimum rezervuar sıcaklıkları analiz çizelgesine eklenmiştir. Hesaplanan rezervuar sıcaklıklarına göre en yüksek sıcaklıklı iki sahamız, Denizli Kızıldere ve Aydın-Germencik sahalarıdır.

### 3.1 Kullanımı Zorlaştırıcı Kimyasal

#### İçerikler ve Çözüm Alternatifleri

Jeotermal sahalarındaki akışkanlarda en sık rastlanan gazlar sırasıyla CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub> gazlarıdır. Karbon dioksitin bu gazlar içerisindeki oranı % 98–99 kadardır. Özellikle CO<sub>2</sub> gazı jeotermal güç santrallerinde buhar yoğunlaşmasını zorlaştırarak verim düşüşüne sebep olmaktadır. Büyük çoğunlukla karbonatlı rezervuarlardan üretilen ülkemiz jeotermal akışkanlarında CO<sub>2</sub> konsantrasyonu toplam akışkanın % 1,0 ile % 2,2 ' arasında değişmektedir. Bu miktar gaz ekonomik bir şekilde üretilebilir. Ancak bol olduğu akışkanlarda kabuklaşma açısından da büyük bir problemdir. Taşıma borularında seperatörlerde, ısı eşanjörlerinde ve özellikle basınç düşüşlerinin olduğu her noktada sıvı fazı terk ederek pH yükselmesi ve netice olarak CaCO<sub>3</sub> çökmesine yol açmaktadır. (Andritisos 1991) İşletme öncesinde CO<sub>2</sub> gazını jeotermal akışkandan uzaklaştırmak, hemen hemen imkânsızdır. Ancak sebep olduğu problemleri, akışkanı yüksek basınç altında tutarak azaltmak veya kimyasallar (inhibitor) kullanarak tamamen ortadan kaldır-

mak mümkündür. Yüksek karbon dioksit içermeleri nedeniyle elektrik üretimine uygun sahalarımızın hepsi kabuklaşma problemi yaratmaya eğilimlidir. (Yıldırım 1989) Kimyasal analizlerle bulunan Ca, HCO<sub>3</sub>, EC, ve pH değerleri kullanılarak pHs =p(Ca) +p(Alk) +C formülüne göre saha akışkanları için hesaplanan kabuklaşma ve korozyon eğilimleri aşağıdaki çizelgede sunulmuştur (Çiz 6) (Yıldırım ve Şimşek 2003).

Alan adı	pH-pHs =SI			Eğilim
Kızıldere	9,3	7,8	2,1	Kabuklaştırıcı
Tekkehamam	8,1	7,9	1,2	Kabuklaştırıcı
Germencik	8,3	7,3	1,0	Kabuklaştırıcı
Salavatlı	7,7	6,8	0,9	Kabuklaştırıcı
Yılmazköy	6,7	6,3	0,4	Hafif kabuk
Sultanhisar	8,7	6,5	2,3	Kabuklaştırıcı
Balçova	8,7	7,8	0,9	Kabuklaştırıcı
Seferihisar	6,8	6,8	0,0	Hafif kabuk
Tuzla	7,0	5,0	2,0	Hafif kabuk
Simav	8,7	8,1	0,6	Kabuklaştırıcı
Göbekli	8,6	7,3	1,3	Kabuklaştırıcı
Caferbeyli	7,3	7,0	0,3	Hafif kabuk

Çizelge 6. Sahaların kabuklaşma ve korozyon eğilimleri.

pH= Ölçülen

pHs= Doygunluk pH'ı

SI =Langelier Doygunluk İndeksi

### 4- SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'deki bütün yüksek ve orta sıcaklıklı jeotermal sahaları batı Anadolu'da yer almaktadır. Bu gün ülkemizde yaygın jeotermal enerji kullanım şekli konut, sera ve kaplıca turizmi sektörlerinde yoğunlaşmaktadır. Konut ısıtmacılığı sektörlerinde çoğu kez akışkan eşanjöre girmeden önce atmosfere açılmak zorundadır. Bu durum hem kabuklaşma hızını arttırmakta hem de enerji israfına neden olmaktadır.

Yüksek sıcaklıklı sahaların atık suyu ile elektrik üretimine uygun orta sıcaklıklı sahalarımızın mevcut durumdaki potansiyeli 1740 MWt veya çift akışkanlı sistemle (Binary) 85 MWe eşdeğeri elektriktir. Ülkemizde şimdiye kadar sadece bir tek buharlaştırmalı (Kızıldere 20,4 MWe) ve bir tek çift akışkanlı (Salavatlı 7,95 MWe) santrali bulunmaktadır. Yüksek sıcaklıklı Germencik sahasında, Gürmat Elektrik A.Ş tarafından inşa halinde olan 45 MWe kapasiteli çift buharlaştırmalı (Double flash) jeotermal güç santrali yakın zamanda devreye girecektir. Kızıldere jeotermal sahasında tek buharlaştırmalı elektrik santrali yaklaşık 12 MWe kapasite ile çalışmaktadır. Bu kapasite sahanın olanak dahilinde olan potansiyelinden oldukça düşüktür. Mevcut durumda 85 MWe civarında kapasiteye sahip olan orta sıcaklıklı sahalarımızın ve çevresinde bulunması muhtemel diğer sahaların geliştirilmesi mevcut kapasitenin katlanmasına olanak sağlayabilecektir.

Kabuklaşma ve çevre problemleri orta sıcaklıklı sahalarımızın potansiyellerinin elektriğe dönüştürülmesinde en büyük kısıtlayıcılarıdır. Kabuklaşma problemi inhibitörlerle, çevre problemi reenjeksiyon ya da kimyasal arıtmalar yoluyla aşılabılır.

## KAYNAKLAR

Andritsos N. 1991. Karabelas A.J. Sulfide scale formation and control in geothermal plants. *Geothermics* 20, 343-353.

Güner İ., Yıldırım N. 2005. II. Ulusal Jeotermal Akışkanlarda Paleo Deniz Suyunun Varlığına Bir Örnek: Ömerbeyli Germencik Jeotermal Sahası Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu Kitabı s. 309-321

Akkuş İ, Aydoğdu Ö, Akıllı H, Gökmenoğlu O, Sarp S. 2005. Geothermal Energy and Its Economic Dimension. *Proceedings World Geothermal Congress, Geochemistry session, Antalya, Turkey.*

Maghiar T. ve Antal C. 2001. Power Generation from Low-Enthalpy Geothermal Resources University of Oradea, Romania.

MTA 2005. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Envanteri. Envanter Serisi 201 Ankara

Simsek S. 1986. Geothermal Activity in Turkey. United Nations Workshop on Development and Exploitation of Geothermal Energy in Developing Countries Reykjavik, Iceland.

Simsek S. 1997. Geothermal Potential in Northwestern Turkey. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich, ISBN 3-7281-2425-7.

World Bank Group, Geothermal Energy, the Technology and Development Process (Internet)

Yildirim N. ve Simsek S. 2003. Determination of Appropriate Injection Conditions for Kizildere Geothermal Waste Fluid to Avoid Scale Formation and Cooling. European Geothermal Conference, Szeged, Hungary.

Yildirim, N. 1989. Scaling Problem in The Geothermal Fields of Turkey and Its Alternative solution. Seminar on New Developments in Geothermal Energy, Ankara (Turkey).

Yildirim N. ve Güner İ. 2005 Geochemical properties and determination of turnover time by using <sup>14</sup>C Isotope, in Kizildere and Tekkehamam geothermal field of Turkey, *Proceedings World Geothermal Congress, Geochemistry session, Antalya, Turkey.*



# **DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE JEOTERMAL DEĞERLENDİRMENİN SON DURUMU VE TÜRKİYE'NİN 2013 YILI HEDEFLERİ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ**

**Orhan MERTOĞLU**

TÜRKİYE JEOTERMAL DERNEĞİ, ANKARA

## **ÖZET**

Çevre kirliliği ve fosil enerji kaynağı rezervlerinin giderek azalması nedeniyle, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji son yıllarda dünyada olduğu gibi ülkemizde de artan bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye'de toplam 185 civarında jeotermal saha bulunmaktadır. Türkiye, 1995 yılında, jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında dünyada 11nci sırada iken, 2000 yılında 5nci sıraya yükselmiş, 2007 yılında 5nciliğini sürdürmüştür. Ekim 2007 itibariyle, jeotermal kaynak potansiyelimizin ancak % 7'si değerlendirilmektedir.

## 1. GİRİŞ

Bugün için dünyada 9732 MWe kurulu güçte jeotermal elektrik santrali bulunmakta, 27.825 MWt jeotermal doğrudan kullanım ( Elektrik dışı) gerçekleştirilmektedir.

Türkiye’de Ekim 2007 itibariyle jeotermal doğrudan kullanım 1.385 MWt’dir (konut, termal tesis, sera ısıtması ve kaplıca amaçlı kullanım). Jeotermal elektrik üretimine yönelik 20 MWe’lik Denizli-Kızıldere jeotermal elektrik santrali dışında Aydın-Salavatlı’da 10 MWe Binary Cycle jeotermal elektrik üretim santrali işletmeye alınmıştır. Aydın-Germencik’te 48 MWe kapasiteli jeotermal elektrik santrali yapım aşamasındadır. Jeotermal kaynaklardan kimyasal madde üretimi ticari anlamda Denizli-Kızıldere’de kurulan CO<sub>2</sub> fabrikasında yılda 120.000 ton olarak gerçekleştirilmektedir. 2013 yılı jeotermal elektrik üretimi 550 MWe (2.475 GWh), jeotermal doğrudan kullanım ise 8.000 MWe olarak hedeflenmiştir [ 1].

## 2. DÜNYADA JEOTERMAL

Dünyada jeotermal enerjinin elektrik dışı uygulamalarda kullanımı; % 56,5 ile Isı Pompası, % 17,7 ile kaplıca amaçlı kullanım, % 14,9 ile Hacim ısıtma, % 4,8 ile Seracılık, % 2,2 ile Jeotermal balıkçılık, % 1,8 ile Endüstriyel kullanım, % 1,2 ile Soğutma amacıyla, % 0,6 ile Kurutma ve % 0,3 oranında da diğer kullanımları kapsamaktadır.

Tablo-1: Dünyada Jeotermal Elektrik Üretiminde ilk 5 Ülke

ÜLKE	2005 (MWe)
ABD	2544
Filipinler	1931
Meksika	953
Endonezya	797
İtalya	790
Japonya, Yeni Zelanda, İzlanda, Costa Rica ve diğer ülkeler	2308
<b>Genel Toplam</b>	<b>8912</b>

Kaynak: Bertani vd, WGC2005 Bildirileri, Antalya, 2005

Dünyada jeotermal enerjiyi elektrik üretiminde kullanan ilk beş ülke ve kurulu güç kapasiteleri Tablo 1’de verilmektedir. Türkiye bu değerlendirmede 20 MWe ile yirmidört ülke arasında onaltıncı sıradadır. Dünyadaki yıllık enerji tüketiminin jeotermal enerjiden karşılanan kısmının fuel-oil eşdeğeri yılda 3,5 gün tutmaktadır. Dünyada jeotermal enerjinin doğrudan kullanımını (elektrik dışı) sıralamasına göre Türkiye 1229,0 MWt kapasiteyle beşinci sırada yer almaktadır (Tablo 2).

Tablo-2: Dünyada Jeotermal Enerjiyi Doğrudan ( Elektrik dışı) Kullanan ilk 5 ülke

ÜLKE	KAPASİTE MWt
ABD	7817,4
İsveç	3840,0
Çin	3687,0
İzlanda	1791,0
Türkiye	1229,0
Diğer Ülkeler	9460,4
Genel Toplam	27824,8

Kaynak: Lund vd, WGC 2005 Bildirileri, Antalya 2005

1995 yılından 2005 yılına kadar dünyadaki jeotermal uygulamalarda büyük oranlarda artış söz konusu olmuştur (Tablo 3).

Tablo-3: 1995 – 2005 yılları için dünyadaki jeotermal uygulama artış oranları

	1995	2005	% artış
Hacim Isıtma (Konut, Termal Tesis vb.)	2579 MWt	4158 MWt	61
Sera Isıtması	1085 MWt	1348 MWt	24
Elektrik Üretimi	6798 MWe	8912 MWe	31
Termal Turizm Uygulamaları	1085	4911	Yakl. 350
Soğutma/Kar eritme	115	338	294
Tarımsal Kurutma	67	157	234

Kaynak: Lund vd, WGC 2005 Bildirileri, Antalya 2005

### 3. TÜRKİYEDE JEOTERMAL

#### UYGULAMALAR

##### 3.1. Mevcut Durum

Türkiye’de jeotermal ısıtma kapasitesi

Uygulamalar (Kurulu Güç)	2000	2007	Artış Oranı (%)
<b>Merkezi Isıtma (Konutlar+Termal Tesis) ve Sera Isıtması</b>	493 MWt	983 MWt	99,4
<b>Kaplıca Termal Turizm</b>	327 MWt	402 MWt	23
<b>Toplam Kullanım</b>	820 MWt	1.385 MWt	56,4
<b>Mineral Üretimi (Kurubuz ve sıvı CO<sub>2</sub>)</b>	120.000 ton/yıl	120.000 ton/yıl	-
<b>Elektrik Üretimi (Kurulu Güç)</b>	20,4 MWe	30 MWe	47

Tablo-4: 2000 ve 2007 yılları için Türkiye’deki Jeotermal Uygulamalarda artış oranları

Kaynak: Türkiye Jeotermal Derneği Raporu, Ekim 2007

olan 983 MWt’i şehir-konut, bina ısıtması, sera ve Termal Tesis Isıtması oluşturmaktadır. Ayrıca, 402 MWt kapasitede termal turizm (kaplıca) amaçlı kullanım vardır. Dolayısıyla toplam doğrudan kullanım 1.385 MWt’dir [ 2]

Elektrik üretimine yönelik 20 MWe’lik Denizli-Kızıldere sahası dışında Aydın-Germencik’te 48 MWe kapasiteli jeotermal elektrik üretim santrali yapım çalışmaları devam etmektedir. Aydın-Salavatlı’da 10 MWe Binary Cycle jeotermal elektrik üretim santrali kurulmuş olup Mart 2006’da işletmeye alınmıştır. Kızıldere Jeotermal Santralinin atığı olan 140 °C’lik jeotermal sudan 6.85 MWe kapasiteli bir jeotermal elektrik santrali kurulması için üretim lisansı alınmıştır. Çanakkale-Tuzla jeotermal alanında 7,5/22 MWe kapasiteli bir jeotermal santral kurulması için üretim lisansı alınmıştır. 10 MWe kapasiteli Simav Jeotermal Elektrik Üretim Santrali proje aşamasındadır. 10/20 MWe kapasiteli Seferihisar jeotermal elektrik santrali sondaj geliştirme ve proje aşamasındadır.

Türkiye’de, şu anda, Gönen, Simav, Kırşehir, Kızılcahamam, Afyonkarahisar, İzmir (Balçova + Narlıdere+Dokuz Eylül

YER ADI	Isıtılan Konut Sayısı/Kurulu Kapasite	Isıtma Başlama Tarihi	Jeoter. Su Sıc. (°C)	Yatırımcı
Dokuz Eylül Üniv. Kampüsü + Balçova + Narlıdere İzmir	24.000	1983	125-145	İl Özel İdaresi ve Belediye eşit ağırlıklı A.Ş.'i (Üniversite kampüsü Rektörlük tarafından)
Gönen Balıkesir	3.400	1987	80	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Simav Kütahya	5.000	1991	137	Belediye
Kırşehir	1.900	1994	57	İl Özel İdaresi ağırlıklı Belediye A.Ş.'i
Kızılcahamam Ankara	2.500	1995	80	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Afyon	4.500	1996	95	İl Özel İdaresi ağırlıklı Belediye A.Ş.'i
Kozaklı Nevşehir	1.200	1996	90	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Sandıklı Afyon	3.600/5.000	1998	70	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Diyadin Ağrı	150/400	1999	70	İl Özel İdare ağırlıklı Anonim Şirket
Salihli Manisa	4.100/24.000	2002	94	Belediye
Sarayköy Denizli	1.500/5.000	2002	140	Belediye ağırlıklı Anonim Şirketi
Edremit Balıkesir	2.000/7.500	2003	60	Belediye + Özel Sektör A.Ş.
Bigadiç Balıkesir	1.500/3.000	2005	96	Belediye
Sarıkaya Yozgat	180/2.000	2007	50	İl Özel İdare + Belediye+ Özel Sektör A.Ş.
Yerköy Yozgat	Yapım aşamasında		60	İl Özel İdare + Belediye+ Özel Sektör A.Ş.
Termal tesis ve 635 dönüm sera ısıtması (Şanlıurfa, Dikili, Balçova vb)				Jeotermal sahada yatırım Valilik +Belediye (Sera) yatırımı Özel Sektör

Tablo-5: Türkiye'de Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Mevcut Durumu (Ekim'07)

Kaynak: Türkiye Jeotermal Derneği Raporu, Ekim 2007

Ünv. Tıp Fak. Hastanesi ve Kampüsü), Sandıklı, Kozaklı, Diyadin, Salihli, Edremit, Sarayköy, Bigadiç ve Sarıkaya (Yozgat) jeotermal merkezi şehir ısıtma sistemleri bulunmaktadır. Buralardaki konutlar ve binalar jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır [ 3]. Yerköy (Yozgat) jeotermal merkezi ısıtma sistemi yapım aşamasındadır.

Jeotermal kaynaklardan kimyasal madde üretimi ticari anlamda Denizli-Kızılderde'de yılda 120.000 ton (kurulu güç) kapasiteli olarak kurulan CO<sub>2</sub> fabrikasında gerçekleştirilmektedir.

Türkiye'de jeotermal uygulamalarda 2000 ve 2007 yılları için rakamlar ve son beş yıldaki artış oranları Tablo 4'de verilmektedir.

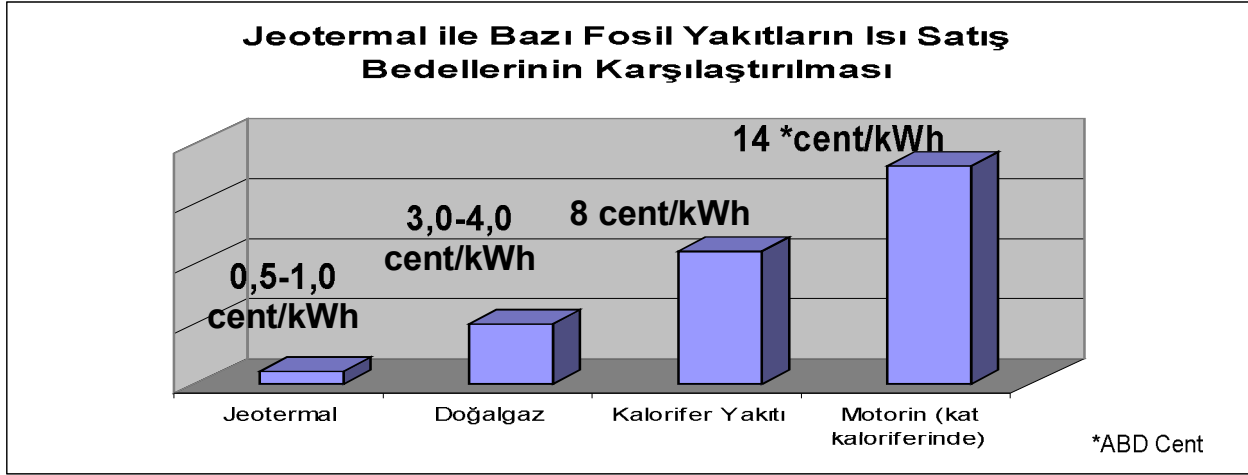
Türkiye'de jeotermal enerji ile merkezi ısıtma yapılan yerler ve kullanım kapasiteleri Tablo 5'de gösterilmektedir.

Jeotermalde global olarak bina altı ekipman ve eşanjörleri ve bina içi bağlantıları dahil 1000-2000 \$'ı ödeyen bir ev sahibi, evinin jeotermal ile ısıtılması, sıcak su verilmesi ile ilgili her türlü hakka ve tesise sahip olmakta ve ayrıca doğalgaza göre en az %50 ucuza ısınmaktadır. Jeotermal ile ısınma bedeli kWh başına 0,5 – 1 cent iken, bu değer doğalgazda 3-4 cent/kWh, fuel-oil (kalorifer yakıtı) 8 cent/kWh, motorinde ise 14 cent/kWh olmaktadır ( Tablo 6) [ 1].

Birim üretim maliyeti açısından je-



Tablo-6: Jeotermal ile bazı fosil yakıtların ısı satış bedellerinin karşılaştırılması



Kaynak: T.C.Başbakanlık DPT 9'ncü Kalkınma Planı Jeotermal Çalışma Grubu Raporu

Jeotermal santral, termik santrale göre daha ucuzdur. Jeotermal santralde brüt maliyet (Kızıldere) 2,9 ABD ¢ / kWh iken termik santralde bu değer 5,15 ¢ / kWh, fuel-oil santralinde 9,8 ¢ / kWh, doğalgaz santralinde ise 6,25 ¢ / kWh'dir [ 1].

Elektrik üretimi, ısıtma, soğutma, mineral eldesinde teknik ve ekonomik şartlar uygun olduğu zaman sektörün rekabet gücü vardır ve şansı çok yüksektir. Termal Turizm (Kaplıca) maksatlı kullanımda ise fonksiyon ve işlev açısından rakipsizdir.

### 3.2. Türkiye'nin Jeotermal

#### Potansiyeli

##### 3.2.1. Jeotermal Isı Potansiyeli

Yapılmış olan değerlendirme ve hesaplamalara göre Türkiye'nin jeotermal ısı potansiyeli 31.500 MWt'dir. Bu değer 5 Milyon konutun jeotermal ile ısıtılmasına veya 150 Bin dönüm Sera ısıtılmasına veya 1 Milyonun üzerinde kaplıca yatak kapasitesine veya 29 Milyar USD/Yıl Fuel-Oil Eşdeğeri (30 Milyon ton/yıl) veya (30 Milyar m<sup>3</sup>/yıl doğalgaz)'a eşdeğerdir.

### 3.2.2. Jeotermal Elektrik

#### Potansiyeli

Türkiye'nin jeotermal elektrik potansiyeli 2.000 MWe olarak hesaplanmıştır. Avrupa Birliği'nin uyguladığı 15 Euro Cent/kwh elektrik satın alma tarifesi Türkiye'de uygulandığı takdirde, yani jeotermal elektrik teşvik edildiği takdirde yapılan global hesaplamalara göre jeotermal elektrik kurulu gücü 2.000 MWe'yi geçebilecektir. Çünkü bu durumda 100°C ve üstündeki jeotermal sahalardan elektrik üretimi ekonomik olarak uygun olacak ve bu durumda da üretilen jeotermal elektriğin değeri yılda 16 Milyar kWh'i bulabilecektir.

Dünyada jeotermal zenginliği ile yedinci sırada yer alan Türkiye, jeotermal potansiyeli ile toplam elektrik enerjisi ihtiyacının % 5'ine kadar, ısıtmada ısı enerjisi ihtiyacının %30 'una kadar karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Ancak bunların ağırlık ortalaması alındığında Türkiye enerji (elektrik + ısı enerjisi) ihtiyacının %14'ünü karşılamaya taliptir.

Toplam jeotermal potansiyelimizin

(2.000 MWe, 31.500 MWt) elektrik üretimi, şehir ısıtma, soğutma, sera ısıtma, termal tesis ısıtma, kaplıca kullanımı, kimyasal maddeler üretimi, sanayide kullanım vb uygulamalarda tam değerlendirilmesi ile sağlanacak hedef yıllık net yurtiçi katma değer 25 Milyar USD civarındadır.

### 3.3. 2013 yılı Jeotermal

#### Projeksiyonları

Isı üretim hedeflerine göre 2007 yılında 1.385 MWt olan kurulu gücün 2013 yılında 8.000 MWt'e ulaşması beklenmektedir. Mart 2006 itibariyle 402 MWt (215 adet kaplıca) olan termal turizm kullanımının 2013 yılında 1.100 MWt'a (400 adet kaplıca eşdeğeri) ulaşması beklenmektedir. Ayrıca, seracılık'ın 1.700 MWt'e (3.600 dönüm), soğutmanın 300 MWt'e (50.000 konut eşdeğeri), kurutmanın 500 MWt'e (500.000 ton) ve Balıkçılık ve diğer

kullanımların ise 400 MWt'e çıkması beklenmektedir. Elektrik üretim hedeflerine göre 2005'de Denizli-Kızıldere'de 20 MWe olan kurulu gücün 2013 sonunda Germencik, Salavatlı, Tuzla ve diğer sahalar-daki üretimle birlikte toplam 550 MWe'e ulaşması beklenmektedir ( Tablo 7).

Jeotermal uygulamaların (elektrik ve doğrudan kullanım) 2005 yılı itibariyle yarattığı istihdam 40.000 kişi iken, 2013 yılında bu rakamın 200.000 kişiye çıkması beklenmektedir. 2005 yılında jeotermal sera uygulamalarından 15 milyon USD ihracat yapılmışken bu rakamın 2013 yılında 250 milyon USD'ı bulması beklenmektedir.

Türkiye'nin jeotermal sıvı karbondioksit ve kuru buz üretim projeksiyonu 2013 yılı için 200.000 ton/yıldır.

Türkiye'nin termal turizm amaçlı değerlendirilebilecek toplam jeotermal

Tablo-7: Jeotermal elektrik üretimi ve doğrudan kullanım 2013 projeksiyonları

Jeotermal Değerlendirme	Şubat 2005	MW	2013 yılı Projeksiyonu	MW	Toplam Yıllık Enerji
<b>Elektrik Üretimi</b>		<b>20 MWe (94 GWh)</b>	<b>550 MWe (2.475 GWh)</b> Denizli-Kızıldere, Aydın-Germencik ve Salavatlı, Çanakkale-Tuzla, Kütahya-Simav vd.		<b>4 Milyar kWh/Yıl</b>
<b>Konut Isınması</b>	103.000 konut eşdeğeri	635 MWt	500.000 konut eşd.	4.000 MWt	
<b>Termal Turizm (Kaplıca)</b>	215 adet kaplıca	402 MWt	400 adet kaplıca eşdeğeri	1.100 MWt	
<b>Seracılık</b>	635 dönüm	192 MWt	5.000 dönüm	1.700 MWt	
<b>Soğutma</b>	-	-	50.000 konut eşdeğeri	300 MWt	
<b>Kurutma</b>	-	-	500.000ton/yıl	500 MWt	
<b>Balıkçılık + diğer kullanımlar</b>	-	-		400 MWt	
<b>Toplam doğrudan kullanım</b>		<b>1.229 MWt</b>		<b>8.000 MWt</b>	<b>35.040.000* MWth/Yıl</b>
<b>2013 yılı Toplam jeotermal doğrudan kullanım (elektrik dışı) projeksiyonu fuel-oil (kalorifer yakıtı) ikamesi</b>					<b>3,88 Milyon Ton/Yıl = 4 Milyar USD/yıl</b>

\*Yük faktörü %50'dir.

Kaynak: T.C.Başbakanlık DPT 9'ncü Kalkınma Planı Jeotermal Çalışma Grubu Raporu

debi kapasitesi 50.000 litre/saniye olarak tahmin edilmektedir (30°C'nin üstü). Türkiye 2013 yılında termal turizm (kaplıca) yatağı kapasitesini 250.000 yatağa çıkarmalıdır. 2007 yılı itibariyle bu değer yaklaşık 45.000'dir. Şu anda 10 milyon kişi olan iç termal turist (kaplıcada) sayısının 15 milyon kişiye çıkarılması hedeflenmelidir. Yani Termal Turizmde hedef 250.000 yabancı ve 15 Milyon yerli termal turist olmalıdır. Buna göre beklenen ekonomik katkı; Yerli termal turist için toplam 12 Milyar USD\*, yabancı termal turist için 625 Milyon USD\*\*'dir. Bu hedeflere ulaşılması durumunda, termal turizm sektörü ülkemize yılda toplam 12 Milyar 625 Milyon USD ek ekonomik katkı sağlamış olacaktır.

2013 yılı için belirlenmiş olan 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 (Tablo 8). Buna

karşılık yaratılacak ekonomik büyüklük 16 Milyar USD/yıldır.

Türkiye'de jeotermal enerji ile 117.000 konut eşdeğeri ısıtmanın sonucunda yılda ortalama 1.1 Milyon ton karbondioksit emisyonu havaya atılmamış olmaktadır. Bu değer aynı zamanda trafikteki 650.000 aracın yarattığı egsoz kirliliğine eşdeğerdendir (Ocak ayı için). 2013 yılı Toplam jeotermal kullanım (550 MWe + 8000 MWt) projeksiyonu karşılığında salınımına engel olunan CO<sub>2</sub> emisyon miktarı 10 Milyon Ton/Yıl, Ocak Ayı Motorlu Taşıtlı Egsoz Gazı Eşdeğeri 6,25 Milyondur.

#### 4. SORUNLAR VE ÇÖZÜM

##### ÖNERİLERİ

- Jeotermal uygulamaların Türkiye'de yaygınlaşması için Jeotermal yatırımlar desteklenmeli ve teşvik edilmelidir. Jeotermal yatırımların gerekli özkaynağının %20'si kamu (Özel İdare, Belediye) tarafından karşılanmalıdır.

Tablo-8: 2013 yılı hedeflerine ulaşılması için gerekli olan yatırım tutarları

Jeotermal Uygulama	Ulaşılabilecek 2013 yılı hedefleri	İlave Yatırım Farkı (USD) (2013'e kadar)
Elektrik Üretimi	550 MWe (4 Milyar kWh)	1 Milyar USD
Isıtma (konut, termal tesis vb)	4.000 MWt (500.000 konut eşd.)	800 Milyon USD
Sera ısıtma	1.700 MWt (5000 dönüm)	350 Milyon USD (kuyular dahil)
Kurutma vb.	500.000 ton/yıl	100 Milyon USD
Termal Turizm	400 kaplıca eşd.	800 Milyon USD
Soğutma	50.000 konut eşd.	200 Milyon USD
<b>Toplam</b>		<b>3 Milyar 250 Milyon USD</b>

Kaynak: T.C.Başbakanlık DPT 9'ncü Kalkınma Planı Jeotermal Çalışma Grubu Raporu

- Dar finans imkanları nedeniyle yatırım yapamayan belediyelerin para harcamadan çözümünü doğalgazda bulması, Jeotermal merkezi ısıtma temelini teşkil eden jeotermal etüt ve aramaların, sondajların dahi kamu kuruluşlarınca paralı yapılması, jeotermalin beklenenden az gelişmesine yol açmaktadır.

- Büyük jeotermal potansiyele karşın, mevcut jeotermal kuyular finansal kaynak ve mevzuat eksikliği nedeniyle yetersiz sayıda olup, daha fazla araştırma yapılarak jeotermal kuyuların açılmasına hız verilmelidir.

- Jeotermal merkezi ısıtma yatırımlarında ve işletmelerinde, Valilik, Belediye ve özel sektörün halk ile birlikte şirket kurması özendirilmelidir.

- EPDK – Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu Yatırım ve projenin özelliği dikkate alınarak Jeotermal merkezi ısıtma, termal turizm (kaplıca), sera yatırımlarında entegre kullanımının koordinasyonunu valilikler ile sağlamalıdır.

- Jeotermal ile ısıtmanın mümkün olduğu yerlerde konut ısıtması doğalgaz ile yapılmamalı, bu yerlerde jeotermal ile ısıtma zorunlu olmalıdır.

- Jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi ve entegre kullanımlarına yönelik projelere de AB fonlarından hibe veya kredi şeklinde finansal destek temini için bu konudaki mevzuat da AB mevzuatına uygun hale getirilmelidir.

- Jeotermal merkezi ısıtma sistemi etüt - proje işlerinin yapılması veya yaptırılmasının finansmanında kullanılmak

üzere, İller Bankası'na yılda 20 Milyon YTL ödenek ayrılarak desteklenmelidir.

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na (MTA dahil) 35 Milyon YTL, DPT Müsteşarlığı'na 10 Milyon YTL ve TUBİTAK'a 5 Milyon YTL olmak üzere jeotermal arama ve geliştirme için yılda toplam 50 Milyon YTL ödenek ayrılmalıdır.

- Termal Turizmin geliştirilmesi için Kültür ve Turizm Bakanlığı'na yılda 20 Milyon YTL ödenek ayrılmalıdır (etüt, sondaj ve şebeke kurulum yatırımlarının desteklenmesi için).

- 13.06.2007 tarihli ve 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular kanununun uygulanması ile ilgili usul ve esasları düzenleyen yönetmelik çalışmaları devam etmektedir. Bu kapsamda bir adaptasyon dönemine ihtiyaç olacaktır.

- Toplam jeotermal potansiyelimizin (2.000 MWe, 31.500 MWt) elektrik üretimi, şehir ısıtma, soğutma, sera ısıtma, termal tesis ısıtma, kaplıca kullanımı, kimyasal maddeler üretimi, sanayide kullanım vb uygulamalarda tam değerlendirilmesi ile sağlanacak hedef yıllık net yurtiçi katma değer 25 Milyar ABD\$ civarındadır.

- Bir jeotermal yatırıma başlamadan önce ilgili veya yetkin olup olmamasına bakılmaksızın bir çok kuruluştan izin alma zorunluluğu yerine, oluşturulacak daha uzman ve yetkin, mümkünse bugünkü yapıdan farklı 'teknik bir kurul' marifetiyle izin işlemlerinin yürütülmesi sağlanmalıdır.

- Konuya getirilecek standartlarla denetlenmek kaydı ile özel sektörün bu ko-

nuda daha etkin olmasının önünün açılması, kamu – özel sektör ortaklığı (KÖO) (AB’de Public – Private Partnership PPP), yap- işlet veya yap-işlet-devret gibi yeni yatırım ve finansman modellerinin uygulanmasına bu alanda da işlerlik kazandırılması için teknik ve idari kriterlerin belirlenerek kontrollük ve denetim yapacak yeteri kadar uzman eleman yetiştirilmesi gerekmektedir.

- Jeotermal çok disiplinli bir sektör olup, bir çok mühendislik dalını birlikte ilgilendirir. Bir jeotermal merkezi ısıtma fizibilite ve proje hazırlanması en az 8 ayrı mühendislik dalının bir araya gelmesini gerektirmektedir.

- Jeotermal elektrik ve ısı üretimi Avrupa Birliği tarafından uygulanan teşvikler Türkiye’de de uygulanmalıdır. Almanya Hükümeti, jeotermalden elde edilen elektriği 15 Euro cent/kWh’den satın alarak teşvik etmektedir. İtalyan hükümeti ise jeotermal elektriğin teşvik edilmesi için 15 Eurocent/kWh’lik ödeme yapmaktadır.

## 5. YARARLANILAN KAYNAKLAR

[1] Mertoğlu, O., ve diğerleri, Nisan 2006, T.C. Başbakanlık DPT 9ncu Kalkınma Planı (2007-2013) MÖİ, EHAK, Jeotermal Çalışma Grubu Raporu (yayımlanmamış), Ankara

[2] Türkiye Jeotermal Derneği, Aralık 2007, Çevre Dostu Yerli Enerji Kaynağımız: Jeotermal, Ankara

[3] ORME Jeotermal A.Ş. Broşürü, 2007, Ankara



# TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ ÜZERİNE HAYALLER VE GERÇEKLER

**Tahir ÖNGÜR**

*Geosan, İSTANBUL*

**Umran SERPEN**

*İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Müh. Böl., İSTANBUL*

## ÖZET

Bu çalışmada, jeotermal enerji konusunda dolaşan veri ve bilgilerden hayal mahsülü olanları belirlenmiş ve gerçek veri ve bilgiler sunulmuştur. Ayrıca, kavram karmaşasını önleyecek tanımların yapılması gereği üzerinde durulmuştur. Öte yandan, Türkiye'nin jeotermal potansiyeli ve kullanımları ile ilgili tüm ortada dolaşan rakamlar irdelenip, doğru olup olmadıkları araştırılmış, hesaplanmış doğru değerler sunulmuştur. Bunun yanında, ülkemizin hidrotermal kaynakları yanında, yarı-termal ve destekli jeotermal kaynaklarının (enhanced geothermal systems) jeotermal potansiyelinin belirlenmesi ile ilgili olarak takip edilmesi gereken yol haritası konusunda bilgi sunulmuştur.

## GİRİŞ

Türkiye jeotermal enerji açısından zengin bir ülke görünümündedir. Bunun kanıtları Türkiye'nin genç faylarla donanmış Alp-Himalaya kuşağı üzerinde bulunması ve çoğu bu tektonik ve az bir kısmı da volkanik jeolojik yapılar üzerinde gözlenen çok sayıdaki sıcak su kaynaklarıdır.

Ancak sözü edilen jeotermal zenginlik, bugünkü durumuyla niceliksel olmaktan uzak, niteliksel olarak değerlendirilebilecek bir oluşumlar toplamıdır. Türkiye'nin sıcak su kaynakları hakkında Ömer Kerim Çağlar tarafından gerçekleştirilen envanterden sonra, 1996 yılında MTA tarafından çıkarılan ve daha sonra 2006 yılında güncellenen iki envanter daha bulunmaktadır. Bu iki envanterden ilkinde 170 jeotermal sahadan bahsedilirken, 10 yıl sonra yayınlananında bu sayı 270'e yükselmiştir. On yıl içinde 100 jeotermal sahayı ortaya çıkarıldığı düşünmek zordur. Öte yandan, önceleri 600 olarak sözü edilen sıcak su kaynakları bazı yerlerde 1200 olarak geçmektedir. Öyle anlaşılıyor ki, işin özünde kavram kargaşası yatmaktadır. Bir jeotermal oluşumun jeotermal kaynak sayılabilmesi ve onun jeotermal sahaya dönüşebilmesi için bazı koşulların karşılanması gerekmektedir. Her hidrotermal belirti bir jeotermal sahayı temsil etmeyebilir. Ülkemizde bunun pek çok örnekleriyle karşılaşılmaktadır. Atılması gereken ilk önemli adım, kavramların yerli yerine oturtularak inceleme yapılmasıdır. İncelenmesi gereken diğer bir konu da yarı-termal ve hidrotermal sistemlerin ayırt edilerek belirlenmesidir.

Hiçbir bilimsel ve mühendislik çalışmasına dayanmayan birtakım değerler kullanılarak, ülkemizin jeotermal potansiyelinin Avrupa ve Dünya sıralamasındaki yeri hakkında değişik sıralar varsayılmaktadır. Kullanılan sayıların çoğu varsayım

dayalı ve biri de 30 yıl önce çok basit bir yaklaşımla o zamanki veriler kullanılarak öngörülmüş bir değerdir. Örneğin, Türkiye'deki doğrudan jeotermal enerji kullanımını 550 MW<sub>t</sub> dolayındayken bu miktar çeşitli yerlerde 1100 MW<sub>t</sub>, 1600 MW<sub>t</sub> gibi sayılarla abartılarak dilegetirilmekte; bazen, devlet kuruluşları da bu abartılı değerleri kullanmakta; ve politikacıların işine geldiği için onlar tarafından kamuya aktarılmaktadır. Türkiye'nin jeotermal potansiyeli ile ilgili olarak öne sürülen sıralama da doğru olmayıp, EPRI'nin yaptığı (ve bizim de yaptığımız bir çalışmayla Türkiye'nin yerini doğruladığımız) bir çalışmada ülkemiz 23. sırada görünmektedir (Edwards vd. 1982).

Bu çalışmada, kavram kargaşasını önleyecek tanımlardan başlayarak, Türkiye'nin jeotermal potansiyeli ve kullanımları ile ilgili ortada dolaşan tüm sayılar irdelenip doğru olup olmadıkları araştırılacak, hesaplanmış doğru değerler verilecek ve jeotermal potansiyel ile ilgili olarak yaptığımız tahminler aktarılacaktır. Bunun dışında, jeotermal potansiyel için yapılan güncel bilimsel çalışmalar hakkında bilgi sunulacaktır.

## JEOTERMAL HAYALLER

Jeotermal kaynaklarımız hakkında Türkçe ve ondan alıntılanan yabancı literatüre bakıldığında son derece abartılı, hiçbir bilimsel temele dayanmayan, uydurma veriler dolaşmaktadır. İşin üzüntü veren tarafı bu verilerin Tübitak gibi bir kurumun alt kuruluşu olan TTGV'nin yayınlarında bile yer almasıdır (Serpen, 2001). Aşağıda jeotermal enerji ile ilgili olarak ortalıkta dolaşan gerçeği yansıtmayan söylemler sıralanmakta ve daha sonra onlarla ilgili gerçek açıklanmaya çalışılmaktadır.



• **Çevre:** Jeotermal enerjinin çevreyi hiç kirletmediğinden ve çevre dostu olduğundan söz edilmektedir. Bu enerji türü gerektiği gibi işletilmediği zaman, çok büyük çevre tahribatı yapabilir. Termodinamiğin 2. yasasına göre, sıfır kirlilikle enerji üretmek olanaklı değildir. Çevre dostu olarak sunulan jeotermal enerjinin kaynağıyla alınan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S gibi gazlarla havayı kirletebilen bir enerji türü ile karşı karşıya bulunmaktadır. Şamilgil'in (1972), yaptığı bir çalışmada belirttiği gibi, ülkemizdeki jeotermal akışkanlar bikarbonatlı sınıfa girdikleri için de, fazla alkaliler ve içerdiği toprak alkalleri nedeniyle alkaline nitelik taşıdığından, toprağa ve dolayısıyla tarıma zarar verir. Ayrıca, ülkemiz sularında bolca bulunan bor da flora üzerinde etkin bir kirleticidir. Jeotermal sularımız arsenik gibi toksik maddeler de içerirler. Öte yandan, yurdumuzda yüksek radyoaktivite taşıyan jeotermal akışkanlar da vardır. Yukarıda belirtilen atık jeotermal su kirliliğini büyük ölçüde önlemek reenjeksiyon işlemi ile olanaklıdır. Ancak, tek bir saha dışında (Salavatlı) atık suyun %100'nün enjekte edildiği bir saha yok gibidir. Çoğu reenjeksiyon işlemi göstermelik olduğu için çevre kirletilmektedir.

• **Döviz tasarrufu:** "Jeotermal enerji döviz tasarrufu sağlar" ifadesi, verimliliğin öne çıktığı dünyamızda ikame ekonomisinin savunması gibi olması açısından, pek anlamlı değildir. Ayrıca, faydalanılacak jeotermal güç, toplam enerji kullanımı içinde çok küçük bir parça oluşturacağı için de pek fazla anlam taşımıyor. "Jeotermal enerji potansiyelinin bütünüyle değerlendirilmesinin petrol eşdeğeri 9 milyar dolardır" ifadesi de (bazı kaynaklarda bu 25 milyar \$'a kadar çıkıyor), pratikte fazla anlamı olmayan bir iddiadır. Bir kere 9 milyar doların nasıl hesaplandığı ortaya konmalıdır.

Öte yandan herhangi bir başka enerji kaynağının kullanımı da, bu tür bir katma değer yaratabilir.

Son olarak, jeotermal enerji projeleri yatırım ağırlıklı ve riskli projeler grubuna girmektedir. Bu projelerde en az 4-5 yıl yatırım yapıldıktan sonra, nakit akışı başlamaktadır. O zaman, bu potansiyeli harekete geçirecek yatırım kaynağı nereden bulunacaktır? 25 milyar dolarlık katma değer de açıkça nasıl hesap edildiği belli değildir. Her enerji türünün yarattığı bir katma değer olacaktır. Petrol, doğal gaz ve kömürün katma değerleri, kullanım boyutları dikkate alınırsa, jeotermalden çok daha önemlidir. Jeotermal enerjiyi bu şekilde savunmak anlamlı değildir. Günümüz, verimliliğe önem veren bir zaman dilimidir. Hangi enerji türü daha verimliyse onun kullanılması gerekmektedir. Çünkü yatırım ekonomisi bunun böyle olmasını gerektirir. Jeotermal enerjinin bazı konularda ekonomik olduğunu vurgulayan daha iyi argümanlar bulunmalıdır.

• **Jeotermal Enerji Sıralaması:** "Türkiye jeotermal enerji açısından dünyanın 7. ülkesidir" söylemi, yalnızca bir sav olmaktan öteye gitmemektedir. EPRI'nin bir çalışmasındaki, jeotermal enerji potansiyelini ifades eden Tablo, ülkemizin jeotermal kaynak sıralamasındaki yerini 23. sırada göstermektedir. Serpen(2000)'in çalışması da EPRI'nin hesapladığı jeotermal kaynak miktarını doğrulamaktadır.

• **Jeotermal Kaynak Zenginliği:** Jeotermal kaynakların zenginliğini göstermek için, "Ülkemizde 140 adet 40°C sıcaklığın üzerinde saha vardır" ifadesi de bilimsel açıdan Türkiye'nin potansiyelini gösteren bir kanıt değildir. Bu sahaların her şeye çare olurmuş gibi, "136'sının

merkezi ısıtma, sera, endüstriyel proses ve kaplıca kullanımına uygun" olduğunun söylenmesinin de bilimsel açıdan bir anlamı yoktur. Çünkü bu kullanımlar arasında önemli sıcaklık farkları vardır. Burada elma ile armut aynı kategoriye konulmuş ve niceliksel bir değerlendirme yapılmamıştır. Ayrıca, bu kullanımların değişik deşarj sıcaklıklarının var olduğunu dikkate almak gerekir. Burada 40°C referans verilerek, kullanım olayı merkezi ıstmaya yönlendirilmiştir. Bu konuda ısı akılarından hareketle yaptığımız bir stokastik çalışmanın (Serpen ve Mihçakan, 1999) en önemli sonucu, Türkiye'deki jeotermal kaynakların endüstriyel ısı kullanımına daha uygun olmasıdır. Bu durum, literatürdeki söylemlerin içinde görünmemektedir. Nedeni de, bu söylemlerin bilimsel bir araştırma sonucu ortaya çıkmış olmaması ve yalnızca söylem düzeyinde kalmasıdır. Öte yandan, proses ısısı için jeotermal akışkanların kullanılması büyük projeleri gerektirmektedir. Burada jeotermal sistem doğrudan fabrikaya bağlanır. Bu nedenle de, merkezi ısıtma gibi büyük yatırımlar gerektirmez; elbette bu özellik bu işleri yapan yüklenicilerin işlerine aykırı düşer. Ayrıca, jeotermal akışkanlar silika taşıdıkları için, özellikle tekstil sektöründe kullanılmaya çok uygundur. Bunun bir örneği, 30 yıl önce Sarayköy'deki (Denizli) bir fabrikanın 8 km büz döşeyerek, Kızıldere jeotermal sahasından çıkan kaplıca sularını kullanmış olmasıdır. Öte yandan, bu kaynakların büyük bir çoğunluğu ciddi bir arama (exploration) çabasına konu olmamıştır. Bu 40°C sıcaklık çoğunlukla jeotermal sistemlerin doğal durumda (natural state) dışı boşalma noktalarındaki sıcaklıklarıdır. Ciddi yerbilimi araştırmaları sonunda, bunların önemli bir bölümünde elektrik üretimi olanaklı olabilir. Bu konuda ön bilgi sahibi olmak için İTÜ

Petrol ve Doğal Gaz Müh. Böl'de bilimsel çalışmalar sürdürülmektedir. Şu anda bile "binary" sistemlerle elektrik üretimi yapılabilecek 10 kadar saha ortaya çıkabilir.

• **Türkiye'deki Jeotermal Kuyu Sayısı** "Türkiye'de 1000 adet jeotermal kuyunun bulunduğu" ifadesi de doğru değildir! Bu kuyuların kayıtları nerededir? Çağdaş bir ülkede bunların kayıtları olur. Bunları söyleyenlerin belgelerini de ortaya koymaları gerekir. Ayrıca bilinen kadarıyla, herkes uluorta jeotermal kuyu delemeyebilir. Bu kuyuların bir kısmı kayıtsız, kaçak ve donatılmadıkları için, yalnızca bir delik olarak nitelendirilebilecek yapılardır. Öte yandan, bu kuyuların büyük bir bölümü yalnızca aynı sahada olabilir. Örneğin, arama amaçlı gradyen kuyuları da sayılırsa, sadece Kızıldere'de 130 kadar kuyu delinmiştir. Ama arama amaçlı delinen ve sonradan kapatılan veya terkedilen, teçhizsiz, bugün artık yerleri bile bilinmeyen gradyen kuyularının anlamı yoktur. Sadece 130 adet kuyu, diğer bir deyişle, sözde 1000 kuyunun 1/10'u bir sahada görünüyor. Diğer bir örnek, Balçova jeotermal sahasıdır. Burada 11'i artık yok olmuş gradyen kuyusu olmak üzere 24 sığ kuyu vardır. On adet derin ve elli kadar ne olduğu belirsiz, donatısız kaçak delik vardır. Hepsi 80 kadar kuyudur. Demek ki, sözde 1000 kuyunun 1/5'i 2 sahada bulunuyor olabilir. Bunun, Türkiye'nin jeotermal potansiyelini nasıl yansıttığı tartışmalı olup; anlamak olanaksızdır. Yukarıda işaret ettiğimiz çalışma (Serpen ve Mihçakan, 1999), Türkiye'nin gerçek potansiyelini yansıtıyor. Çünkü 140 adet saha ve sözde 1000 kuyu söylemleri hep tarih boyunca bilinen ve doğal dışı akışları olan tektonizmaya bağlı jeotermal sistemlere dayanmaktadır. Bunları, Anadolu'da yaşamış olan tüm halklar biliyordu ve kullanıyorlardı. Yirmi birinci yüzyılda bunları refe-

rans göstermek, hele bir Tubitak raporu için bir zaafıdır. Çalışmamızda ortaya çıkan yarı-termal alanlar da vardır. Bunlar ilerde önemli kaynaklar durumuna gelebilir. Bu konuda bir çalışma ileride yayınlanacaktır. Dolaşan söylemler yarı-termal alanlara hiç değinmemektedir. Herşey kaplıcalara odaklanmış gibidir, çünkü kolayca göze çarpmaktadır. Aslında, MTA'nın son envanterinde sayılan tüm kuyu sayısı da yalnızca 415'tir!

• **Türkiye'nin Jeotermal Enerji Potansiyeli:** Türkiye'nin olası toplam jeotermal ısı kapasitesi o dönemde (1979) MTA Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi başkanı olan jeoloji Y. Müh. Tahir Öngür tarafından yapılan bir kestirimle 31500 MW<sub>e</sub> olarak ifade edilmiştir. O çalışma, o zamanın koşullarında ve o zaman elde olan verilerle basit bir yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Bu değer 30 yıl sonra 21. yüzyılın başında referans verilmeden, ya da yanlış kişileri referans göstererek çeşitli kişiler tarafından kullanılması ve hatta Tubitak/TTGV raporunda yer alması da pek sağlıklı değildir. Daha sonra, buna bağlı olarak sözü edilen milyonlarca konut ısıtma potansiyeli de pek bir anlam taşımamaktadır. Bugünlerde, hatta 30 yıldanberi özellikle ABD'nde, böylesi çalışmalar çok belirsizlik taşıdığı için, stokastik tekniklerle gerçekleştiriliyor. Bu konuda ülkemizdeki ilk örnek bundan 7 yıl önce Büyük Menderes havzasının potansiyeli için kullanılmıştır (Serpen ve diğer., 2000).

• **Kızıldere Jeotermal Santralının Gücü:** Kapasitesi her yerde 20.4 MW<sub>e</sub> olarak verilen Kızıldere jeotermal santrali, aslında kurulu gücü 17.4 MW<sub>e</sub> olan bir santraldir. Santralin 24 yıllık performansına bakarsanız, ortalama üretimi yaklaşık 12 MW<sub>e</sub> değil 8 MW<sub>e</sub> olmuştur.

• **Germencik-Ömerbeyli Jeotermal**

**Sahasının Kapasitesi:** Aydın Germencik sahasının elektrik kapasitesinin 100 MW<sub>e</sub> olarak ifadesi, bütünüyle hayal ürünüdür. Bu konuda yapılmış kapsamlı hiçbir rezervuar çalışması yoktur. tarafımızdan yapılan yalın bir model çalışması (Alkan ve diğer., 1994) bunu 60 MW<sub>e</sub> olarak işaret etmektedir. Ancak, bu bile daha çok bir ön çalışma niteliğindedir.

• **Santral Tipi:** Tubitak/TTGV raporunda sözü edilen çift buharlaştırıcı (double flash) sistemler Türkiye jeotermal sahaları için uygun değildir. İkinci "flash" oldukça düşük bir basınçta olacağı ve bu basınçta karbon dioksitin büyük bir bölümü ayrılacağı için, separasyon sistemi çok hızlı kalsiyum karbonat çökeltmesi ile tıkanacaktır. Türkiye'nin yüksek entalpili jeotermal suları yüksek karbon dioksit içerdikleri için neredeyse hepsi kalsiyum karbonat çökeltme eğilimi taşıyor. Öte yandan, optimum çifte separasyon için kaynak sıcaklığının 250°C üzerinde olması gerekir. Bu da henüz ülkemizde bulunmamıştır.

• **Konut Eşdeğeri Isıtma:** Türkiye'de 2000 yılından beri 50000 konut eşdeğeri ısıtma yapıldığından söz edilmektedir. Ancak, o tarih itibariyle her yerleşim bölgesi için verilen veriler toplanırsa, bu sayı 19500'e ulaşıyordu! Bu rakamların da bir kısmı abartılıydı. Şimdilerde, aradan 7 yıl geçtikten ve bazı merkezi ısıtma sistemleri genişletildikten sonra bahsedilen değerlere ancak yaklaşılmıştır.

• **Isıtma Kullanım Sıcaklıkları:** Jeotermal ısıtmada 40-45°C'lık sular kullanıldığı söylenmektedir. Bu kısmen doğrudur; çünkü, bu sıcaklıktaki sular için Avrupa'da fosil yakıtlarla veya ısı pompalarıyla ek ısıtma yapılır. Ayrıca, o sıcaklıklarda ısıtma ancak yerden yapılabilir. Bu da ayrı bir altyapı gerektirdiği için ülkemizin konutlarına uygun değildir.

Ülkemizde ise, sekonder devrede sıcaklık 60°C'nin altına düşmez. Diğer bir deyişle, bırakın 40°C dereceyi, daha üstündeki sıcaklıklarda bile verimli çalışmıyor. Öncelikle bu konuların teknik olarak çözülmesi gerekir.

• **Potansiyel Tahmininde Kullanılan Veritabanı:** Potansiyel hesaplarında yanlış veriler kullanılmaktadır. Örneğin, Kızıldere hakkında hesap yapılırken, kuybaşında 15 bar'da 187°C sıcaklıktan söz edilmektedir. Biraz termodinamik bilgisi olan kişinin, 187°C sıcaklığın iki fazlı bir akışkan tanımı içinde bir anlamı olmadığını bilmesi gerekir. Artık bu su iki faz halindedir ve sıcaklığı ile değil entalpisi ile tanımlanmalıdır. Dolayısıyla, iki fazlı akışkan üreten sahalar için yapılan tüm ısı potansiyeli tahminleri yanlıştır.

• **Karbon Dioksit Üretim Kapasitesi:** Kızıldere'de bugünlerde karbondioksit üretim kapasitesi 73000 tona çıkmış bulunmakla birlikte, bu kadar üretim yıl boyunca kesintiler ve karbon dioksit gereksiniminin kışın azalması dolayısıyla yapılmamaktadır. Hele 120000 ton/yıl karbon dioksit üretimi hiç te gerçekçi değildir.

• **Entegre Kullanım:** Denizli'deki Kızıldere sahasının Büyük Menderes'e atılan atık suyunun, merkezi ısıtmada kullanılmasının önerilmesi son derece sakıncalı bir yönlendirmedir. Atık suyun jeotermal rezervuarı hidrolik ve ısıl yönden beslenmesi için reenjekte edilmesi gerekir. Sahanın rezervuar basıncı yakın zamanlara kadar reenjeksiyon yapılmadığı ve şimdilerde de ancak kısmi olarak gerçekleştirildiği için 10 bar kadar düşmüş bulunmaktadır. Basınç düşümü dolayısıyla yan akiferlerden giren soğuk sular saha sıcaklığında düşmelere neden olmuştur. Eğer bu su başka bir işte kullanılırsa veya ısısı alınırsa, sahadan elektrik

üretimi bir süre sonra sorunlu duruma gelebilir. Bu eğilim son derece sakıncalıdır!

Bunun dışında entegre kullanım söylemi son zamanlarda oldukça moda olmuştur. Ancak, entegre kullanım sonrasında atık soğuk suların reenjeksiyonu sonrasındaki tehlikenin farkında olan kimse yok gibidir. Bu tür işlemleri başarıyla yapabilmek için, çok sağlıklı simülasyon çalışmalarının yapılması gerekir.

• **Kamu Yatırımları:** Jeotermal enerji yatırımları için İl Özel İdareleri ve Belediyelerin bu işlerin içine çekilmek istendiği görülmektedir. Bunda özellikle Belediyelerin politik prestij istekleri söz konusudur. Jeotermal enerjiye Özel İdare (bu projelere yatırılan önemli paralar nedeniyle, il sınırları içinde okul vs. gibi esas görevini yapamaz duruma geliyor), Belediye (kaynakları zaten yok) gibi kurumların girmesini denetim altına almak gerekmektedir. Bu kurumların jeotermal enerji konusunda bir teknik alt yapıları olmadığı için kolaylıkla yanlış yönlendirilebilmiştir. Buna örnek olarak Erciş Belediyesinin 30 km'lik boru satın almasını, Sandıklı Belediyesi'nin sonunda baş edemeyerek jeotermal suyu kömürle ısıtmasını, Devlet elindeki elektrik santralleri özelleştirilirken İzmir Belediyesi'nin Seferihisar'da elektrik santrali kurmak istemesini göstermek mümkündür. Dolayısıyla, bu tür uygulamalar başka bir anlayışla ele alınmalıdır.

• **Fizibilite:** Jeotermal kaynakların teknik (kapasitelerini belirlemeye yönelik) fizibilitesi ülkemizde hiç yapılmamaktadır. Bu da, kaynakların yanlış kullanılmasına neden olmuştur.

## JEOTERMAL GERÇEKLER

Türkiye'de jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı daha çok merkezi ısıtma

sistemleri vasıtasıyla gerçekleşmiştir. İlk merkezi ısıtma sistemi 1987'de kurulmuş ve 1991-2004 yılları arasında 11 merkezi ısıtma sistemi daha, ilkinizi izlemiştir. Çizelge'den de görüldüğü gibi, merkezi ısıtma sistemlerinin toplam kapasitesi 250 MW<sub>t</sub>'a erişmiştir. Bu merkezi ısıtma sistemlerinin kabaca 40000 konutu ısıttığı tahmin edilmektedir.

Çizelge 1. Türkiye'nin Merkezi Isıtma Sistemleri (Serpen, 2005).

Yer	Tarih	Kurulu Güç, (MW <sub>t</sub> )
Gönen-Balıkesir	1987	10.6
Simav-Kütahya	1991	26.2
Kırşehir	1994	5.6
Kızılcacahamam	1995	17.6
Balçova-İzmir	1996	71.3
Afyon	1996	33.9
Kozaklı-Nevşehir	1996	16.7
Sandıklı-Afyon	1998	29.3
Diyadin-Ağrı	1998	10.9
Salihli-Manisa	2002	17.0
Sarayköy-Denizli	2002	8
Edremit-Balıkesir	2004	6
Toplam		253

Türkiye'deki jeotermal enerjinin diğer bir doğrudan kullanım alanı seracılıktır. Çizelge 2 önemli sera ısıtmacılığı yerlerini ve bu alanları ısıtmak için sağlandığı tahmin edilen güçleri göstermektedir. Jeotermal enerji ile sera ısıtmacılığı son zamanlarda popüler duruma gelmiştir. Bundan ötürü, var olan 809 dekar'lık sera alanına ek olarak 800 dekarlık yeni sera ısıtma alanı şimdilerde projelendirilmektedir ve bunlar çok yakın bir zamanda kurulacaktır. Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, büyük sera tesisleri 142 MW<sub>t</sub>'lık güç kullanmaktadır ve küçük tesisler de dikkate alınırsa, bu miktar 150 MW<sub>t</sub>'a erişecektir. Öte yandan, Türkiye'nin karbon dioksit içeren jeotermal kaynakları se-

ralarda bitkilerin gelişimi için kullanılan CO<sub>2</sub>'i de kolaylıkla sağlayabilir. Jeotermal enerjinin diğer bir doğrudan kullanım alanı gıda kurutmadır. Bu konuda, Urganlı jeotermal alanında TÜBİTAK tarafından desteklenen bir pilot uygulama bulunmaktadır.

Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı, balneoloji ve turistik veya tedavi amaçlı havuzlarda harcananlardır. Türkiye'de birçok kaplıca işletmesi bulunmaktadır. Onların kullandıkları gücü kontrol etmek, sayısallaştırmak veya kayıt altına almak oldukça zordur. Bundan ötürü, bilinen büyük kaplıcaların ısıtma gücü gereksinimleri diğer küçüklerle birlikte mevcut veriler kullanılarak hesaplanmış ve birçok küçük kaplıcanınki ise, bilinenler temel alınarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, balneoloji ve yüzme için toplam 110 MW<sub>t</sub>'lık bir güç gereksinimi tahmini yapılmıştır. Türkiye'de jeotermal kaynakların tüm büyük doğrudan kullanımınının toplanması durumunda, ortaya 500 MW<sub>t</sub>'lık bir güç çıkmaktadır.

Çizelge 2. Türkiye'deki Büyük Sera Alanları (Serpen, 2005).

Yer	Sera Alanı, (dekar)	Tahmini Güç, (MW <sub>t</sub> )
Dikili	240	42
Urganlı	20	3.5
Simav	180	31.5
Gümüşlük	80	14
Edremit	50	9
Tuzla	50	9
Gediz	9	1.5
Afyon	20	3.5
Alaşehir	20	3.5
Urfa	60	10.5
Balçova	80	14
Toplam	809	142

Türkiye'nin jeotermal potansiyeli üzerine ilk bilgiler Roberts tarafından (Edwards vd., 1982) verilmiştir. Roberts,

Türkiye'nin Jeotermal Temel Kaynak Potansiyelini  $3.1 \times 10^{23}$  J olarak tahmin etmiştir. Türkiye'nin Jeotermal Temel Kaynak Potansiyeli hakkında ikinci bilgiler bu çalışmanın yazarı Serpen, (2000) tarafından sağlanmış ve potansiyel  $2.8 \times 10^{23}$  J olarak tahmin edilmiştir. Yazarın Türkiye için gerçekleştirdiği tahmin (Serpen, 2000) dikkate alınıp, Roberts'in yaptığı tahminle karşılaştırılırsa, Türkiye'nin jeotermal temel kaynağı dünyanınkinin %0,7'si olarak bulunur.

Türkiye'nin jeotermal temel kaynak potansiyeli üzerinde Serpen ve Mihçakan (1999) tarafından daha detaylı bir stokastik model çalışması, bundan daha sonra gerçekleştirilmiştir. Jeotermometreler ve sıcaklık gradyanları üzerine bina edilen ısı akısı haritaları, Türkiye'nin altında depolanan ısı enerjisini tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu haritalardan hesaplanan depolanmış ısı değerleri kullanılarak, jeotermal kaynaklar 3 grupta toplanmıştır: (1)  $T < 100^\circ\text{C}$ , (2)  $100^\circ\text{C} < T < 180^\circ\text{C}$  ve (3)  $T > 180^\circ\text{C}$ . Elde edilen veriler üzerinde Monte Carlo simülasyonu uygulanmış ve beklenen jeotermal enerji temel kaynağı ile dönüşebilir enerji tahminleri, her bir grup için hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 3. Türkiye'nin Dönüşebilir Jeotermal Enerji Kategorileri (Serpen, 2005).

Sıcaklık Aralığı ( $^\circ\text{C}$ )	Dönüşebilir Enerji, (J)
1. Sınıf, ( $<100^\circ\text{C}$ ), doğrudan kullanım	4.9 E21
2. Sınıf, ( $100-180^\circ\text{C}$ ), doğrudan kullanım	8.0 E21
3. Sınıf ( $180-250^\circ\text{C}$ ), dolaylı kullanım	1.3 E18

Serpen vd., (2000), ülkemizin en büyük jeotermal bölgesi olarak tanınan

Büyük Menderes havzasının jeotermal potansiyelini hesaplamak amacıyla, yeni bir metodoloji önermiştir. Stokastik ve risk analizi yöntemleri kullanılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (Serpen vd., 2000):

- Büyük Menderes havzası için beklenen ulaşılabilir jeotermal enerji bilinen 18 saha ve oluşumlardan  $5.22 \times 10^{19}$  J olarak, tahmin edilmiştir.

- Havza için gerçekleştirilen simülasyon çalışmaları, eğer sadece yapıların yarısı üretici ise, tahmin edilen ulaşılabilir ısının  $4.75 \times 10^{19}$  J olduğunu açığa çıkarmıştır.

- Elektrik üretimi için beklenen mevcut enerji,  $2.12 \times 10^{18}$  J'dur. Varolan teknoloji ile bu miktar yalnız  $3.19 \times 10^{17}$  J'dur.

- Doğrudan kullanım için beklenen dönüşebilir enerji  $3.5 \times 10^{18}$  J iken, elektrik üretimi için  $3.15 \times 10^{16}$  J'dur.

## TARTIŞMA

Jeotermal hayallerden söz ederken terminolojiye dikkat etmek gerekir. Genelde jeotermal hayalleri anlatanlar jeotermal kaynak, temel kaynak ve rezerv gibi geçmişte kullanılan terminolojilere değinmemektedir. Jeotermal kaynaklarımızın potansiyelinden söz ederken, bu potansiyeli yukarıdaki tanımlar çerçevesine oturtmadan ve hiçbir standarda uymadan bilimsel bir temele oturmak mümkün olmaz ve ancak hayallerimizi anlatabiliriz. Hayallerden söz edenler, maden ve petrol yataklarının potansiyelini tanımlayan kaynak, rezerv, muhtemel ve olası rezervlere de değinmemektedir. Çoğu kez envanteri potansiyel sanma yanlışına da düşülmektedir. Böyle yaklaşımlar için doğru tanımlarla yapılan hiçbir sınıflama yoktur.

Ülkemizde ilk yapılması gereken, potansiyel tanımlamalarını yerli yerine oturtmaktır. Ancak o zaman tartışacağımız bir zemin elde etmiş oluruz.

Ülkemizde yapılması gereken ikinci şey, kaynaklarımızı sınıflandırmak ve ona göre "Entegre Kaynak Yönetimini" de dikkate alarak, bölgesel jeotermal enerji geliştirme planları hazırlamak olmalıdır. Maalesef Jeotermal Kaynaklar Yasası hazırlanırken bunları zorunlu kılınması gibi bir araç kaçırılmıştır.

Sınıflandırmayı yapabileseydik, bölgesel olarak jeotermal kaynaklarımıza yönelebilir bu konuda bilimsel çalışmalar gerçekleştirebilir ve en son teknolojileri kullanabilirdik. Buna örnek olarak, Menderes Masifi gösterilebilir. Bunun yanında, ülkemizin 1/3'nün volkanitlerle kaplı olduğunu ve yakın geçmişte aktif olan volkanlarımızın bulunduğunu dikkate alarak, çok geri kalmış olduğumuz bu konuda ülkemizde "know-how" oluşturabilirdik.

Öte yandan, ülkemizde bulunması muhtemel destekli (enhanced) jeotermal sistemleri sistematik olarak araştırmalıyız. Bunlar hidrotermal sistemlerden çok daha yaygın olup, çok daha büyük potansiyel taşımaktadırlar (Othmer, 1980, Edwards vd. 1982). Jeotermal enerjinin geleceği burada yatmaktadır. Bir ABD'li bilim adamlar kurulu 2050'de bu kaynaklardan 50000 MW<sub>e</sub> üretmek için hükümetten 400 milyon \$ destek vermesini istemektedir.

Üzerine eğilmemiz gereken bir başka kategori de sedimanter havzalarımızda bulunan yarı-termal alanlardır. Bu kaynaklardaki potansiyelimizi de belirlememiz gerekir.

Buraya kadar söz ettiklerimiz ülke olarak yapmamız gereken gerçeklerdir.

Hayal kurarak ve satarak bunları gerçekleştirmemiz mümkün olmaz.

Jeotermal kaynakların belirlenmesi konusunda şimdiye dek ülkemizde yapılan, jeotermal kaynaklarımızın dışı boşalım bölgelerindeki göstergeleri olan ve binlerce yıldır bilinen kaplıcaların etrafında dolaşmak olmuştur. Bu bile sağlıklı yapılmamış olup, bulunduğu söylenen ve envanter olarak ortaya sunulan, buzdağının yüzeydeki ucu niteliğinde görülmektedir. Bugüne dek ülkemizde yeryüzü göstergesi olmayan tek kaynak keşfi yapılmamıştır. Ötekiler de keşif sayılamaz. Ülke mühendisleri ve bilim adamları olarak, göstergesi olmayan kaynaklarımızı da açığa çıkarmak zorundayız.

Bu çalışmanın bir bölümünden anlaşılacağı gibi, Türkiye'de önemli jeotermal kaynaklar var görünmektedir. Gawel vd.(1999)'nin de işaret ettiği gibi, var olan teknolojiyi kullanarak konduktif sistemlerden destekli jeotermal enerji üretimi yapılırsa, elektrik güç gereksinimlerin %8'i karşılanabilir. Diğer araştırmacıların var olan tahminlerine (Othmer, 1980, WEC, 1980) göre daha fazla elektrik gücü elde edilebilir. Öte yandan, düşük-orta entalpili kaynaklar çok fazla olup (Othmer, 1980), enerji üretimindeki rolleri uzun süreli olacaktır. Reistad (1975), kullanım sıcaklığına bağlı olarak enerji kullanımını tartıştıktan sonra, dünya yıllık fosil yakıt tüketiminin yaklaşık %40'nın termodinamik açıdan aşırı bozulduğu sonucuna varmıştır. Tipik olarak, 1000-1500°C'lık fosil yanma sıcaklıkları, 250°C altındaki mekan ısıtma ve/veya proses ısısı olarak kullanılmaktadır. Fosil yakıtların yakılmasıyla, önemli miktarda enerjinin bacalarda kaybedildiği unutulmamalıdır. Düşük-orta entalpili jeotermal kaynaklar, ideal olarak bu tür doğrudan kullanımların yerini alabilirler.

Diğer önemli bir husus ta ekonomidir. Bazı devirlerdeki düşük petrol fiyatları (1950-1970 ve 1983-2003) jeotermal kaynakların gelişimini engellemiştir. Şimdilerde petrol fiyatları artan bir eğilim içinde olduğuna göre, jeotermal enerji gelişimi için bir şans bulunmaktadır. Gelecekte petrol fiyatlarının nasıl değişeceğine bağlı olarak, destekli jeotermal enerji (enhanced geothermal systems) üretimi yapılan kaynaklar devreye girecek ve enerji gereksinimlerimize katkıda bulunacaklardır. Öte yandan, hiç kimse enerji kullanımının sosyal maliyetini tartışmamaktadır. Fosil yakıt kullanımı dolayısıyla gelecekte oluşacak tıbbi harcamalar vb. sosyal maliyetler (Serpen, 2000) çok önemlidir. Bunun yanında, CO<sub>2</sub> emisyonları nedeniyle oluşan sera etkisi gibi çevre sorunları, hayatımızı etkileyeceği için dikkate alınmalıdır.

Türkiye önümüzdeki yıllarda enerji konusunda kendi özel sorunları ile mücadele edecektir. Bu sorunlardan ilki, kendi ekonomisinin dinamikleridir. Bu günlerde, doğal gaz boru hatları neredeyse ülkemizdeki tüm büyük şehirlere ulaşmış durumdadır. Serbestleştirilmiş gaz pazarı, endüstri ve ısıtma için çok rekabetçi gaz fiyatlarının oluşmasına neden olmuştur. Konutlara gaz bağlamak 180\$'lık abonman gibi çok ucuz bir fiyata yapılmaktadır. Çok sıkı rekabet dolayısıyla, deposit bedelleri de düşmeye başlamıştır (149\$). Botaş'tan dağıtım şebekesini devralan Bursa Gaz'ın yeni sahipleri, yakın zamanda agresif bir kampanya uygulayarak, mevcut abone sayılarına 84000 yeni abone eklemiştir. Bu koşullar altında jeotermal enerjinin doğal gazla rekabet şansı kalmamış görünüyor. Şimdiye dek yapılan jeotermal merkezi ısıtma sistem projeleri, her bir aboneden yaklaşık 2000-3000\$ toplanarak yapılmıştır. Jeotermal merkezi ısıtma

sistemleri bu toplanan para ve bir miktar yerel yönetim desteği kullanılarak kurulmuştur. Halk artık bu modeli kullanmaz, çünkü bu devirde bu meblağ onlar için yüksektir ve bu nedenle jeotermal yerine gaz şebekesine çok düşük bir bedelle abone olabilir. Ülkemizde hiç bir merkezi ısıtma sistemi finansal olarak anlamlı bir proje üzerine kurulmamıştır. Gerçi ısıtma tarifeleri, potansiyel aboneleri çekebilmek için çok düşük tutulmaktadır, fakat bu tarifelerle gerçekleştirilmiş projeler hiç bir zaman geri ödememiştir. Bundan ötürü, yerel yönetim desteği olan bedeller hiç bir zaman geri alınamamış olup, aboneler paralarını kaybetmektedirler.

Öte yandan, uygun bir şekilde projelendirip kurulmayan merkezi ısıtma sistemlerini ilgilendiren başka sorunlar da vardır. Bazı merkezi sistemlerin dağıtım şebekelerinde çok ciddi su kayıpları vardır (Toksoy ve Serpen, 2001). Bunlardan bazıları öyle yanlış tasarlanmışlardır ki, işletme maliyetleri pahalıdır ve hiç birinde bir hidrolik proje yapılmamıştır. En önemli husus da, jeotermal kaynağın tamamen ihmal edilmesidir ve bundan ötürü, bazı kaynaklar aşırı abone sayısı ile şişirilmiş merkezi ısıtma sistemlerine yeterli ısıyı sağlayamamaktadır. Yakın zamanda en kötüsü olmuş ve Sandıklı Belediye Başkanlığı sisteme bir kömür kazanı bağlayarak jeotermal suyu ısıtıp, abonelere ancak ısınabilecekleri bir ısı sağlamıştır. Daha önemlisi İzmir jeotermal artık Balçova'yı doğal gaz destekli bir sistemle ısıtacaktır. Böyle bir çözüm, ulusal jeotermal çevreler için üzüntü verici bir durumdur.

Bu sektörde en önemli sorun, bazı yerel hükümet ilgililerinin jeotermal enerji kullanan merkezi ısıtma sistemlerini yeniden değerlendirmeye başlamalarıdır. Bu yerel görevliler mevcut jeotermal



merkezi ısıtma sistemlerini sökerek, konutları ısıtma için doğal gaz sistemlerine bağlanmayı ciddi bir şekilde düşünmeye başlamalarıdır. Öte yandan, yerel görevliler jeotermal kaynakları son sıralarda çok popüler olan sağlık turizmi için tahsisi düşünmeye başlamışlardır.

Daha önce bahsedildiği gibi, ülkemizin jeotermal kaynaklarının önemli bir kısmı proses ısısı için çok daha uygun olmasıdır. Fakat, bu durum bizim ulusal endüstrimiz tarafından ihmal edilmektedir. Ege Bölgesi tekstil endüstrisi bundan faydalanmalıdır.

Ülkemizde doğrudan kullanımda sera ısıtmacılığı hızla gelişmektedir. Bildiride belirtilen 800 dekar'ın çok üstündeki projeler gündemdedir. Eğer paketlenme endüstrisi de gelişime ayak uydurabilirse, seralarda üretilen gıdalar önemli ölçüde artacaktır. Böyle bir gelişme ülkemizden yapılan gıda ihracatını artıracaktır. Büyük sera işletmecileri ürettiklerini zaten ihraç etmektedirler.

Elektrik üretimi konusunda, durum daha iyi görünmektedir. Jeotermal elektrik santralı yatırımlarının, nakit akışları başlamadan önce uzun (yaklaşık 5 yıl) yatırım süreçlerine sahip olmaları ve geri ödeme zamanlarının uzun olmalarına rağmen, jeotermal projeler hala kârlı görünmektedir. Fakat, yatırımcılar yasal boşluk nedeniyle tedirgindir ve bürokrasi ile mücadele ederek zaman kaybetmek istememektedir.

## SONUÇLAR

Yukarıdaki anlatılanların ışığı altında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Jeotermal enerji ile ilgili olarak yayımlan ve yayınlanan hayal ürünü veriler belirlenmiş ve gerçekler sunulmuştur.
- Jeotermal enerji potansiyeli için tanımlama gereksinimi ortaya konulmuştur.
- Türkiye'nin jeotermal enerjisini ortaya çıkarmak için öneriler sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

Şamilgil, E., 1972, Denizli Kızıldere Sahasında Sondajlardan Çıkarılan Akışkanın Tarıma Etkisi, MTA içi Rapor, Ankara.

Serpen, U., 2001. Tubitak-TTGV Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu, Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporunun Jeotermal Enerji Bölümü'ne Rapor, 1 Haziran, İstanbul.

Serpen, U., 2000. *Jeotermal Enerji*. PMO yayını, Ankara.

Edwards, L.M., Chilingar, G.V., Rieke, H.H. and Fertl, W.H., 1982. *Handbook of Geothermal Energy*. Appendix C, calculated Worldwide Geothermal Resource Base. Gulf Pub. Co., London.

Serpen, U., and Mihçakan, M., 1999. Heat Flow and related Geothermal Potential of Turkey, *GRC Transactions* Vol. 23, San Diego, Cal. USA,.

Serpen, U., 2005. Geothermal Energy and Its Utilization in the World and Turkey. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Symposium and Exhibition

on Environment-Friendly Energy Sources and Technologies, ISET2005, 5-7 September, Altinyunus-Çeşme, İzmir, TURKEY.

Serpen, U., Yamanlar, Ş., Karamanderesi, İ.H., 2000. Estimation of Geothermal Potential of B. Menderes in Turkey, *Proceedings of WGC 2000*. Kyushu-Tohoku, Japan.

Gawel, K., Reed, M., Wright, M., 1999. Geothermal Energy, the Potential for Clean Power from the Earth, *Preliminary Report by GEA*.

Othmer, K., 1980. Geothermal Energy, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 11, 3rd Ed.

WEC (World Energy Council), World Energy Resources: 1985-2020, *World Energy Conference, London*.

Reistad, G.M., 1975. Potential for Nonelectrical Applications of Geothermal Energy and Their Place in National Economy, in "Tectonic and Hydrologic Control of Nature and Distribution of Geothermal Resources" by Muffler, L.J.P., *Proceedings of 2nd UN Symp. On development and Use of Geothermal Resources*, Vol.1.

Toksoy, M., Serpen, U., 2001. Institutional, Technical and Economic Problems in Direct Use Geothermal Applications in Turkey, *GRC Transactions* Vol. 25, Aug. 29-31, San Diego, pp. 71-75.

# TOPLUMSAL BİR DEĞER, JEOTERMAL KAYNAK

**İhsan KARABABA**

*TMMOB Kimya Mühendisleri Odası*

## GİRİŞ

Jeotermal kaynaklar enerji üretiminden sağlığa, turizmden tarıma pek çok alanda kullanılmaktadır. Kongre programı bu doğal kaynaklara ya da zenginliklere duyulan ilginin düzeyini göstermektedir. Ben, jeotermal enerjinin kullanım alanları ve yöntemleri üzerine katkı koymak, yeni kullanım alanları önermek ya da bugünkü uygulama hatalarını ortaya koyacak bilimsel bilgilere sahip değilim. Bununla beraber, konu üzerinde söylenecek her sözün, öne sürülecek her önerinin sistemin mantığı içinde ya da sistemin egemen gruplarının çıkar ilişkilerinin dışında, bu güne kadar olandan farklı bir sonuç yaratacağı kanısında da değilim. Bu nedenle ben konuyu, bütünsel bir yaklaşımla, doğal zenginliklerin toplum yararına kullanılması yönünde, yetkili mercileri kişisel duyarlılığa çağırma ya da yasa ve yönetmelik değişikliği önerilerinde bulunma yerine, bu kaynakların keyfi uygulamalardan, egemenlerin tasalluttundan kurtarılarak toplum adına güvence altına alınması açısından ele alarak irdelemeye çalışacağım.

Bu ele alışı sadece ideolojik yaklaşım değil konuluyla ilgili bağlarım da etkili olmaktadır. Bunları kısaca özetlemek gerekirse: birinci olarak, bu ülkenin doğal zenginliklerini toplum yararına sunmakla görevli MTA Enstitüsü'ne (Genel Müdürlüğe değil) olan bağlılığım gelmektedir.

Bu bağın anlamı ancak MTA Enstitüsü'nü tarihi ve toplumsal bir bakış açısıyla değerlendirilerek anlatılabilecek bir süreçtir. Bir diğer bağlılığım, bu anlam içerisinde, MTA'nın Jeotermal Enerji Projesi'nin ilk kadrosunda yer almamdan kaynaklanmaktadır. Bugün bilinen jeotermal kaynakların çoğunun ilk incelemelerini yapan kadrolar içinde yer aldım. Bu süreçte MTA'nın tarihi kişiliği olan değerli insanlarla dostluklar kurdum, Avrupa'nın ünlü volkanoglarıyla tanıştım. Bu ortamlarda farklı disiplinler arasındaki diyalektik bağı doğrudan tanıma ve kavrama olanağı buldum: Disiplinlerin doğada bağımsız birer kategorik yapı halinde bulunmadığı, başka bir deyişle, disiplinlerin doğada diyalektik ilişkiler içinde gelişen etkileşim sürecinin parçaları olduğunun bilincini somut örnekleriyle yakaladım. Jeotermal kaynakların toplum yararına değerlendirilmesi koşulunu bu ilişkiler yumağı içinde ele almaya çalışacağım.

## Doğal Kaynaklar ve Toplum

İnsanın yaşamını geliştirerek sürdürülebilirliği doğaya bağlı bulunmaktadır. Bunun için de insanın doğayı kendi yararına kullanabilmesi için doğa üzerinde egemenlik kurması gerekmektedir. Toplumun sahip olduğu doğal kaynakları kendi yararına kullanılabilmesi için bazı temel koşulların bir arada bulunması gerekmektedir.

Bunların başında gereksinim duyulan kaynağın ve bu kaynakları değerlendirecek bilgi ve beceriye sahip insan gücünün varlığı,

İkinci olarak insanla doğa arasındaki ilişkiyi geliştirecek kurumların varlığı ve insanla kurumlar arasında ilişkiyi düzenleyecek yasa, yönetmelik, kural vb. toplumsal-ekonomik-kültürel süreç ve değerlerin bulunması gerekmektedir.

Burada sözü edilen toplumsal/ekonomik ilişkilerin kurucu ve düzenleyicisi olan kurumsal yapılar, hukuksal süreçler, örgütlenmeler toplumsal düzenin mantığına ve değerler sistematiğine uygun biçimde yapılandırılmaktadır. Başka bir şekilde söylemek gerekirse bu alanlardaki kurumsallaşma topluma egemen sınıfların önceliklerini, değer anlayışını yaşama geçirecek ya da topluma egemen ideolojiyle çelişmeyecek şekilde kurumsallaştırılmaktadır. Bugün Türkiye’de sistemin mantığı, yeni liberal politikaların gereği olarak sermaye kesiminin çıkarlarını her şeyin üstünde tutan bir sistematiğin içinde işlemektedir. Buna karşın ülkede yaşanan sorunların nedeninin uygulanan serbest piyasa ekonomisi ya da küreselleşme politikalarının sonucu olduğu konusunda büyük bir mutabakat bulunmaktadır.

Bir tarafta küreselleşmenin yarattığı yoksulluk, işsizlik gibi yaşamı çekilmez kılan yoksunlukları aşma yönünde sosyal devletin yeniden kurulması talepleri dile getirilirken, diğer tarafta devlet tüm ekonomik-sosyal hatta siyasal karar alanlarını piyasa güçlerine terk ederek kendini piyasanın çıkarını koruyan bir araç haline indirgenmektedir.

Bu ortamda tüm demokratik örgütlerin, özel olarak TMMOB ve bağlı odaların toplum ve kamu yararı üzerine bütün

önergeleri sistemin piyasa çıkarına çalışan mantığı ile çelişmekte, dolayısıyla önerme ve beklentiler boşlukta kalmaktadır.

Bu genel yapı içerisinde jeotermal kaynakların durumu ele alındığında önemli açmazlarla karşılaşmaktadır. Jeotermal kaynaklar bugün, büyük oranda, araştırma-geliştirme süreci tamamlanmamış bu nedenle de eğitim ve teknoloji alanlarında ciddi yatırımlara gereksinim duyulan bir alanı oluşturmaktadır. Bu durumda jeotermal kaynakların kapitalist merkezlerin dikkatini çekebilecek düzeyde kârlı bir yatırım alanı olduğunu kabul etmek zorlaşmaktadır.

Jeotermal enerjinin yatırım yapılabilir kârlı bir alana dönüşebilmesi için büyük oranda bilgi üretimine ve paraya gereksinim duyulmaktadır.

Bu amaçla alanın geliştirilmesine yatırım yapacak, varsayımsal olarak, iki kaynak bulunmaktadır. Egemen ideoloji gereği ve varsayımsal olarak kaynağı geliştirmek için yatırım yapması gereken esas güçlerin, bilgi, teknoloji, sermaye vb. olanakları tekelinde bulunduran kapitalist girişimciler olması gerekmektedir.

Bunun dışında ikinci bir olasılık kamu yatırımlarıdır. Doğal kaynakların, konumuz olarak da jeotermal kaynakların geleceğini sağlıklı olarak değerlendirebilmek için, yatırım olanaklarına sahip bu iki gücü, sistemin ana özelliği içinde, kısaca irdelemek gerekmektedir.

Serbest piyasa ekonomisinde kararlar toplum yararı<sup>1</sup>, geleneksel değer anlayışı vb. düşüncelerle değil doğrudan

1- Kapitalizmin temel argümanlarından biri yarar ilkesidir. Bu ilkeye göre toplumsal yarar ancak serbest piyasa ekonomisinin rekabet koşulları içinde sağlanabileceği iddia edilmektedir. Yine bu ilkeye göre yararlı olanın aynı

kâr amacıyla alınmaktadır. Yatırım koşulu olarak rekabet gücünün korunması, teşvikten, ucuz krediye, vergi indirimine kadar pek çok kolaylıkların kısaca kâr garantisini sağlayacak bir ortamın yaratılmış olması ya da başka bir ifadeyle risk faktörünün en aza inmiş olması beklenmektedir. Özet olarak, piyasa güçlerinin ya da yeni liberal ekonomi anlayışının, kâr dışında, toplum yararı diye bir kaygısı bulunmamaktadır. Bu güçler alana ancak büyük kârlar söz konusu olduğu zaman ilgi duyacaklardır.

Bu durumda sermaye kesiminin Jeotermal kaynakları, geleneksel kullanımı alanları dışında, daha gelişmiş teknolojilerle, örneğin kentsel ısıtma, enerji üretimi vb. alanlarda, toplum yararına kullanmaları söz konusu olmamaktadır.

Jeotermal kaynakların toplum yararına kullanılmasında diğer seçenek ise kamu yatırımlarıdır. Kamunun araştırmageliştirme ve özellikle uygulama alanlarında öncülük etmesinde iki ana sorunla karşılaşılmaktadır.

Bunlardan birincisi ve en önemlisi, küresel politikalara karşı toplum yararına piyasaya müdahale edebilecek güçlü ve örgütlü bir siyasi iradenin ya da bir siyasi iktidar erkinin bulunmamasıdır. Küresel ideoloji, serbest piyasa ekonomisine eleştirel yaklaşabilecek bir siyasi iradenin oluşmasına engel olmakla beraber, bu yönde mücadele vermeye kararlı güçlü bir siyasi oluşum da bulunmamaktadır.

İkincisi ise, birinciye bağlı olarak, konuyu geliştirecek maddi kaynakların ayrılıp gerekli yatırımların yapılmamasıdır.

İçinde yaşadığımız koşullarda ortaya

zamanda ahlaki olduğu kabul edilmektedir. Dile getirilen toplum yararı ya da daha sınırlı olarak kamu yararının bu ilkeyle ilgisi bulunmamaktadır.

çıkan sorunları sosyal, siyasal, ekonomik, ideolojik vb. yönleriyle birlikte ele alıp derinlemesine sorgulamayı zorunlu kılmaktadır. Derinlemesine bir sorgulama bu sunumun sınırlarını aşacaktır, bunun için ben sadece yeni liberal politikaların uygulanmaya konmasıyla yok edilen bazı değerler üzerinde durmakla yetineceğim.

Doğal kaynaklar söz konusu edildiğinde ilk akla gelen kurum MTA Enstitüsü olmaktadır.

Jeotermal kaynaklar, yakın bir zamana kadar Enstitü statüsünde olan MTA Genel Müdürlüğü tarafından bilimsel temelde ve uluslar arası dayanışma içinde ele alınmıştır.

1935 yılında kurulan MTA Enstitüsü ülkenin pek çok doğal kaynağı araştırıp topluma kazandırdığı gibi, bu kaynakları araştırarak, değerlendirecek, işleyecek eğitilmiş insan gücünün yetiştirilmesinde de çok önemli bir işleve sahip olmuştur.

MTA enstitüsü araştırmaları yanında uyguladığı eğitim politikalarıyla yerbilimlerine, eğitimden uygulamaya, son derece önemli katkılar sağlayan bir kurum olmuştur. Üniversitelerin jeoloji, jeofizik, maden, metalürji, petrol, jeo-kimya gibi eğitim birimlerinin eğitici kadroları içerisinde MTA'nın yetiştirdiği elemanlar çok önemli bir yere sahiptir. Mühendislik alanları yanında düzenlediği kurslarla yardımcı teknik eleman yetiştirmede de önemli hizmetlerde bulunmuştur.

Ayrıca eğitici bir kurum olarak MTA, DTP, Etibank; TKİ, TPAO gibi kuruluşlara, madencilikle uğraşan özel sektöre çok sayıda eleman yetiştirmiştir.

Özellikle yerbilimleri alanında mühendislik dallarını bitiren genç mühendisler için MTA "meslek içi eğitim ve uygulama

merkezi" niteliğinde uzun yıllar hizmet sunmuştur.

12 Eylül Rejimi, küreselleşme ideolojisi doğrultusunda MTA'nın Enstitü statüsü kaldırarak, kurumun toplum yararına hizmetini alabildiğine kısıtlamıştır. Başka bir deyişle toplumsal gelişmede önemli işlev sahibi bir kaynağı kurutmuştur.

Doğal kaynaklar açısından bir başka olumsuzluk özelleştirme politikalarıdır. Siyasi iktidarlar, küreselleşme ideolojisinin baskısı altında, özelleştirmeyi bir ekonomik değerlendirme olarak değil, sermaye güçlerine kaynak aktarıma aracı olarak kullanmaktadırlar. Böylece kamusal değerler toplumun elinden alınarak yerli yabancı sermayenin mülkiyetine sunulmaktadır.

Küresel sermayeye bütünleşmeye çalışılan ülkede, bazı göstergelere göre, ekonomi büyümekte, buna karşın bu büyüme istihdama, ücretlerine yansımakta, sınıf ve katmanlar arasındaki gelir farkı, işsizlik, yoksulluk, yoksunluk giderek büyümektedir.

Bu ise toplumsal gelişmeye yönelik bir ekonomik büyüme değil, tam anlamıyla topluma ait zenginliklerinin yağmalanarak küçük ve egemen bir azınlığın ellerinde toplanmasıdır. Başka bir tanımlamayla toplumsal zenginlikler özelleştirilerek sermaye kesimine aktarılırken, ekonomik zararlar kamulaştırılarak halka ödetilmektedir.

Bu koşullar altında, toplum veya kamu yararını her şeyin üzerinde tuttıklarını her fırsatta yineleyen TMMOB ve bağlı Odaları bütün doğal kaynaklar gibi jeotermal enerjinin de, bilimsel bir şekilde, halkın hizmetine sunulması için öneriler geliştirmektedirler. Bu amaçla, doğal kay-

nakların toplum yararına kullanılmasının önündeki engellerin kaldırılması için, yasa ve yönetmeliklerdeki yanlışlık ve aksaklıkların düzeltilmesi vurgulanmakta, siyasi partilerin, bakanlıkların ve bakanların konu üzerine titizlikle eğilmeleri ve sektörel sorunlara çözümler getirilmesi talep edilmektedir. Buna karşın bu talepleri karşılayacak, soruları yanıtlayacak güvenilir bir muhatap bulunamamaktadır.

Küresel sermayenin IMF, DB, OECD gibi ideolojik aygıtları siyasi iktidarlar üzerine baskı kurarak devletin ekonomiden tamamen çekilerek küçültülmesini istemektedirler. Bu baskılar altında öneriler doğrultusunda ekonomik alanlardan çekilerek küçülen, sosyal niteliğini kaybeden devlet, gücünü örgütlü/sendikalı yapıları zayıflatma, taşeron işçi çalıştırma, kamu hizmet alanlarını özelleştirme vb. uygulamaları kurumsallaştırarak küresel sermayenin güdümü altına girmektedir.

Bu koşullar altında Odaların, demokratik örgütlerin ortaya koydukları çaba, en baştan, sonuçsuz kalmaya mahkum edilmektedir. Bu durumda toplumsal değerlerin korunmasında, değişken nitelikteki kişi ve kurumların güvencesini arama yerine kamu denetimini kurumsallaştıran hukuki güvenceler aranması yerinde olacaktır.

Toplumun en önde gelen demokratik dinamiklerinden biri olan örgütümüz her fırsatta halk yararına bir toplumsal dönüşümü savunduğunu bu yönde mücadeleye kararlı olduğunu dile getirmektedir.

Bugün böylesi bir fırsat yaratılmış bulunmaktadır. Her ne amaçla ve niyetle olursa olsun, isteyerek ya da istemeyerek bir anayasa değişikliği Türkiye'nin gündemine getirilmiş bulunmaktadır. Yıllardan beri demokratik anayasa taleplerini dile getiren demokratik güçler için çok

ciddi bir fırsat yakalanabilecek duruma gelmiştir.

Türkiye’de, bugüne kadar Anayasalar devlete egemen güçler tarafından hazırlanarak toplumun önüne konmuştur. Bugünde yeni anayasanın hazırlanması aynı şekilde düzeni, küresel ideolojiyi, neoliberal politikaları savunan siyasilerin inisiyatif ve denetimi altında hazırlanma tehlikesiyle karşı karşıya bulunmaktadır. Oysa bugün, toplumun sahip olduğu tarihi ve toplumsal birikim, kimsenin vesa yetine gerek kalmadan, kendi anayasasını kendi hazırlayacak düzeye ulaşmıştır. Bunun için toplumun hafızasını tazelemek yeterli olacaktır. Türkiye’de, kamuoyunu oluşturma ve yönlendirme gücüne sahip, toplumsal muhalefetin sözcüleri olduklarını sıkça dile getiren örgütlerimiz, sahip oldukları güçleri artık ortaya koymalı, bugüne kadar söylediklerinin arkasında durmalıdırlar.

Bu noktada bazı saptamalarımı, eleştirel bakış açısıyla, aktarmak istiyorum.

Türkiye’de Anayasa değişikliği 22 Temmuz seçimleri öncesi gündeme geldi. Ne yazık ki, örgütlerimiz bu sürece aktif olarak katılmadılar. Bu mesafeli duruş, fazla bir gelişme göstermeden, varlığını korumaktadır.

Son zamanlarda benim doğrudan ya da dolaylı izlediğim birçok etkinlik gerçekleştirildi. Bu etkinliklerde toplum yararını korumak için yetkililere, bakanlara ve siyasilere çağrılar, yasa ve yönetmelik değişiklikleri talepleri aralıksız dile getirildi. Ama bunların hiçbirinde, siyasi iktidarlardan ya da bakanlardan beklenen güvence yerine, anayasa değişikliği gündeme gelmiş iken, kişiler yerine, toplum adına hukuku üstün tutan demokratik anayasa güvencesi altına alınması gereği üzerinde durulmadı.

Örneğin; Dünya gıda günü nedeniyle düzenlenen seminerde, “sağlıklı beslenmenin temel insan hakkı olduğu, bu nedenle bu hakkın korunmasının anayasa güvencesi altında devlete görev olarak verilmesi gerektiği”nin seminer gündemine alınmasının yararlı olacağı önerime karşı oturumu yöneten Prof. Başkan “Anayasanın bu seminerin konusu olmadığını” ifade etti.

Bir başka örnek, çalışma hakkı ve istihdam, sosyal hukuk devleti kapsamında, anayasa güvencesi altında korunması gereken temel insan haklarının başında gelmektedir. TMMOB 2007 Eylülünde küreselleşme ve istihdam konulu bir seminer düzenledi. Seminerin üç sayfa tutan sonuç bildirgesini dikkatle inceledim. Yine yasa, yönetmelik, devleti göreve çağırma, vb. talepler, TMMOB’nin değerlendirmeleri aktarılmakta, buna karşın “İnsan Hakları Bildirgesinde” evrensel boyutta güvence altına alındığı belgelenen çalışma hakkı ve istihdamın sosyal hukuk devleti gereği olarak Anayasa güvencesi altına alınması ve bu yönde örgütün çaba göstermesi gerektiği konusunda hiçbir görüşe rastlamadım.

Kentsel yaşam konulu seminerde yine aynı şekilde belediye başkanlarının keyfiliği, yasa ve yönetmeliklerdeki yanlışlıklar, bilim dışı uygulamalar vb. birçok örnek verildi. Ama kentleşmenin keyfilikten kurtarılması için kentsel yaşamın olmazsa olmaz ilkelerinin anayasa güvencesi altına alınması gereğinden hiç söz edilmedi. Bu örnekler çoğaltılabilir.

Son söz olarak şunları söylemek istiyorum: TMMOB ve birçok demokratik örgüt yıllardan beri 12 Eylül Anayasasını değiştirme ve yerine, “İnsan haklarına dayalı, demokratik, laik, katılımcı bir sosyal hukuk devleti”ni yaşama geçirecek yeni bir anayasa istediklerini dile getirdiler.

Bu isteklerin yerine getirilme fırsatı, bugün bir dönüm noktası niteliğiyle, toplumun önüne gelmiş bulunmaktadır.

Anayasalar toplumsal mutabakat ya da toplumsal uzlaşma, metinleri olarak tarif edilmektedirler.

Toplumsal mutabakat ya da uzlaşma toplumla devlet erki arasında karşılıklı hak ve ödevleri belirleme amacıyla, toplumu yönlendiren egemen kesimin hazırlayacağı bir sözleşme metni değildir.

Toplumsal mutabakat, 82 Anayasasında yer aldığı gibi, toplumsal yaşamı, hak ve özgürlükleri güvence altına alma yerine toplumu ve bireyi devlete karşı sorumlu kılma ve devleti mutlak otorite konumuna getirme anlayışı da değildir.

Toplumsal mutabakat aynı zamanda emek-sermaye arasındaki çelişkileri ve sınıf çıkarlarını sermaye çıkarları içinde eritme, aynileştirme anlamına da gelmektedir. Böylesi bir anlayış sınıf çelişkilerini ve emekçileri yok sayma anlamına gelecek ve dolayısıyla toplumsal uzlaşma anlamını yitirecektir.

Toplumsal uzlaşma, bir ülkede yaşayan insanların, birbirlerini ötekileştirmeden, kendi rızalarıyla birlikte yaşama ve geleceklerini birlikte kurma kararlılığını tanımlayan bir kavramdır.

Toplumsal mutabakat ancak toplumun sınıf ve katmanlarının örgütlü, demokratik dinamikleri aracılığıyla sağlanabilir. Örgütler üyelerinin kamuoyu oluşturulmasından, anayasa ilkelerinin belirlenmesine kadar toplumsal süreçlere katılma araçlarıdır. Başka bir ifadeyle toplumda kanaatler örgütler aracılığıyla oluşturulmaktadır. Bu süreçte TMMOB, tarihi geçmişi, nicel-nitel birikimi ve eylem pratiğiyle en önde söz ve karar sahibi olması gereken bir örgüttür.

Bu evrensel ilkeler ışığında, TMMOB ve bağlı odaları, toplumsal/doğal varlıkları, hak ve özgürlükleri güvence altına alacak, çağdaş, demokratik bir anayasanın toplumsal uzlaşmayla hazırlanması için, kendi tabanından başlayarak, yoğun bir kamuoyu oluşturma mücadelesi başlatmalı, toplumun bütün demokratik güçlerini bu mücadeleye katılmaya çağırmalıdır.



# **“JEOTERMAL KAYNAKLAR VE MİNERALLİ SULAR KANUNU’NUN”, DİĞER DOĞAL KAYNAKLAR KANUNU İLE KARŞILAŞTIRILMASI VE JEOTERMAL KAYNAK ARAMACILIĞININ BOYUTLARI**

**A.Uğur GÖNÜLLALAN**

*TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası*

## **İÇİNDEKİLER**

### **Özet**

#### **Ülkemizdeki Jeotermal Kaynak Aramacılığının Boyutları:**

- **Jeotermal Enerji**
- **Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli**
- **Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu’nun Tarihsel İncelemesi**
- **5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu’nun Ana Başlıkları**

### **Sonuçlar**

### **Kaynaklar**

## **ÖZET**

1926 yılında çıkarılan ve 81 yıldır uygulanmakta olan 927 sayılı “Sıcak ve Soğuk Maden Suları İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkındaki Kanun”un jeotermal sektörünün gelişiminde ve problemlerin çözümünde yetersiz olması nedeniyle 03.06.2007 tarihinde “Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu” yürürlüğe konmuştur.

1926 yılında çıkarılan 927 sayılı Sıcak ve Soğuk Maden Suları İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkındaki Kanun jeotermal sularının vergi ve kazanç hisselerini il özel idarelerine bırakmıştır. Bu kanun ile İl Özel İdareleri, bu suları doğrudan doğruya işletebilecekleri gibi, işletmeye talip olanlara işletme ruhsatnamesi vermek suretiyle ihale edebilmektedirler. Özel idarelerce işletilmek istenilmeyen veya ihale edilemeyen suların vergi ve kazanç hisseleri vilayetçe, belediye ve köylere devredilebilmektedir.

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, kullanım alanları, sağlaya-

çakları faydalar ve işletme büyüklükleri açısından çok büyük farklılıklar gösteren jeotermal ve mineralli suların tümünü birden kapsamaktadır. Diğer bir ifade ile oluşum ortamlarına göre farklı sıcaklık, debi, mineral içeriği ve derinlik gibi parametrelere bağlı olarak üretilen ve elektrik, konut ısıtmacılığı, seracılık, fizik tedavi, kaplıca, mineral kazanımı ve içme suyu gibi farklı amaçlar için kullanılan jeotermal ve mineralli sular aynı kanun kapsamında değerlendirilmiştir. Bu birbirinden çok farklı içeriğe ve kullanım alanlarına sahip kaynakların tümünün aynı kalıp içinde değerlendirilmesi ve aynı kanuni hak ve sorumluluklara tabi olmaları uygulamada birçok soruna neden olacaktır. Bu nedenle, jeotermal kaynaklar sıcaklık ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmalıdır.

Bu Kanununun hazırlanılmasında; Maden Kanunu'ndan (3213 sayılı Kanun) çok fazla esinlendiği, fakat daha büyük benzerliklerin bulunduğu Yer Altı Suları Kanunu'ndan (167 sayılı Kanun) ve Petrol Kanunu'ndan (6326 sayılı Kanun) faydalanılmadığı görülmektedir. 6326 sayılı Petrol Kanunu eksiklerine ve eleştirilen yönlerine rağmen 1954 yılında çıkarılmış ülkemizin en önemli Kanunlarından olup, günümüze kadar çeşitli revizelere rağmen güncelliğini yitirmeyen; batılı anlamda en ciddi Kanunlarından biridir. Petrol Kanunu tek bir meslek disiplini ön plana çıkaran değil; petrol arama ve üretiminin önünü açan işletme anlayışı ile yatırıma bakan, proje modelini öne çıkaran bir yasadır. Ayrıca Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu AB üyeliği açısından bakıldığında da güncelliği yakalayamayan bir metindir. AB sürecinde mevzuata uyum açısından revize edilmesi gerekecektir. Bunun yanı sıra dünyada jeotermal enerji kaynaklarını kullanan ve ileri teknoloji ile araştırma-

lar yapan ülke Kanunlarına bile bakılmamış olduğu açıkça görülmektedir.

Yasanın bu haliyle, yetki karmaşasının meydana gelmesi kaçınılmazdır.

Bu sektörün gelişiminde özellikle sondaj ve kullanım aşamasında son yıllarda artan bir şekilde ortaya çıkan çevresel sorunlar bu kanun içerisinde yeterince aydınlatılmamıştır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) içinde bulunan Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Programı ve bu programların ulusal düzeyde uygulanması için yapılan düzenlemeler, her sektörde olduğu gibi bu sektörün gelişimini de sınırlandırmaktadır. Jeotermal akışkanın içerdiği kimyasal maddelerin sebep olduğu çevresel kirlenmeler; gelişmiş ülkelerde bu sektöre yatırım yapan işletmelerin faaliyetlerinin durdurulmasına neden olmakta ve yapılan çevresel düzenlemeler işletmelerin maddi kayıplarını artırmaktadır. Bu nedenle sondaj çalışmaları ve jeotermal enerjinin kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek çevresel sorunlar ve jeotermal atık su ve gazın çevreye zarar vermeyecek şekilde, kontrol altında tutma yöntemlerinin; arama ve işletme aşamasında; toprak kirliliği kontrol yönetmeliği, su kirliliği kontrol yönetmeliği, hava kalitesinin korunması yönetmeliği, tehlikeli atıkların kontrol yönetmeliği, sulak alanların korunması yönetmeliği, gürültü kontrol yönetmeliği, biyolojik çeşitliliğin korunması yönetmeliği ile ilgili her türlü tedbirin alınması zorunludur.

Kanunda; halen işletilmekte olan sıcak su kullanım tesisleri de, yasa içerisine gireceğinden, yasa boşluğu olarak görülen jeotermal rezervuarın ortak kullanımının nasıl yapılacağı ve yeni alınacak ruhsat alanı içerisinde kalacak eski işletmelerin kullanım hakları yasada mutlaka belirtilmelidir. Kaldı ki; jeotermal sahanın ruh-

sat alanı içinde bulunan rezervuarın, bir maden sahası rezervi ya da petrol-gaz rezervinin kullanım ve paylaşımı kesinlikle farklı olduğundan bu oluşacak hakkın yasada tarif edilmemiş olması nedeni ile Yönetmeliklerde açıkça ifade edilmesi gerekmektedir.

## Ülkemizdeki Jeotermal Kaynak

### Aramacılığının Boyutları:

#### Jeotermal enerji;

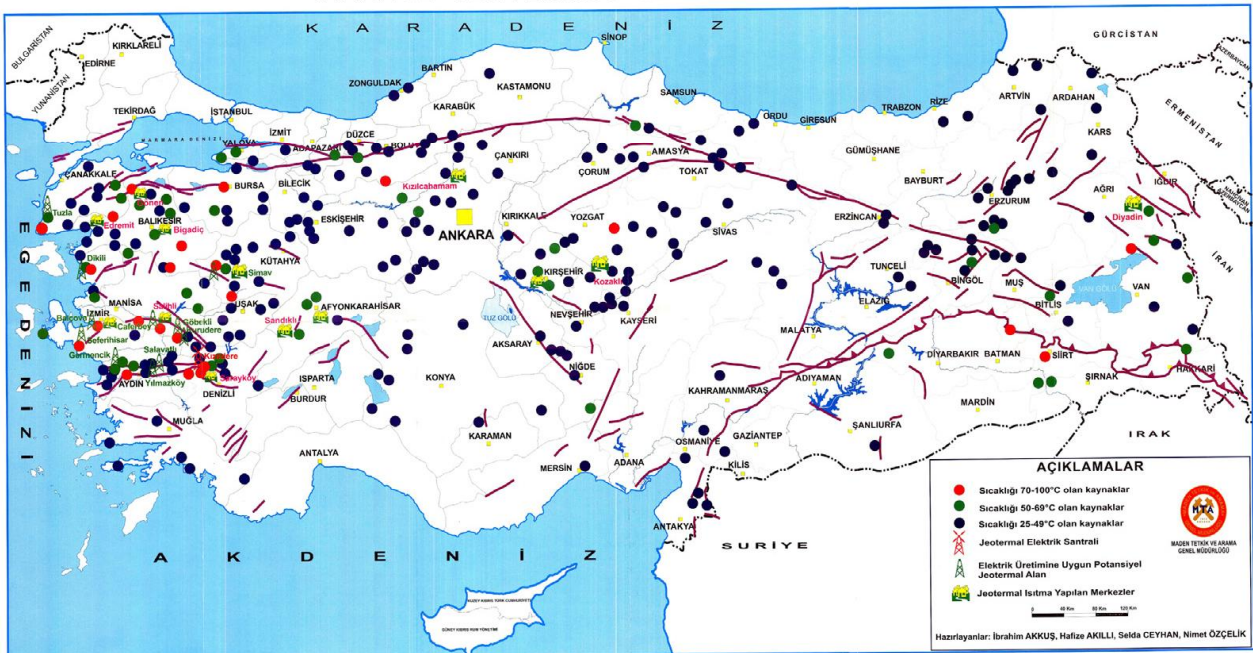
Yerkabuğunun değişik derinliklerinde oluşmuş, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen, sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Ayrıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen ısısından yararlanılan yerin derinliklerindeki sıcak kuru kayalar da jeotermal enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Jeotermal aktivitelerin oluşturduğu bu ayrılıkların yer içinde ve yeryüzünde meydana getirdiği anomaliler; çeşitli Jeofizik yöntemlerle ölçülen değişkenlerin değerlendirilmesi, harita-

lanması ve yorumlanması ile saptanırlar. Sahaların jeolojik ve topografik yapısına, büyüklüğüne ve amaca göre çok sayıda Jeofizik araştırma yöntemi de uygulanmaktadır.

Ülkemizde 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 üzerinde sıcak su kaynağının varlığı, ülkemizin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Sadece kaynakların boşalımaları değerlendirildiğinde potansiyel 600 MWt civarındadır.

MTA Genel Müdürlüğü'nün açtığı 393 adet jeotermal amaçlı sondaj ile 2775 MWt potansiyel enerji kullanılabilir hale getirilmiştir. Kaynaklarla birlikte potansiyel, Şubat-2005 itibariyle 3375 MWt'a ulaşmıştır. Bugün için dünyada tüketilen enerjinin sadece yüzde 0.4'ü jeotermal kaynaklıdır. Dünya örneklerini vermek yerine, Anadolu tarihine bakmak yeterli-

TÜRKİYE JEOTERMAL KAYNAKLAR HARİTASI



dir. Efes'te binlerce yıl önce bu enerji kaynağının kullanıldığı bilinmektedir.

## TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL ENERJİ

### POTANSİYELİ:

Türkiye, jeotermal potansiyelde dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer alıyor. Jeotermal kaynak zenginliği açısından Avrupa'da ilk, dünya sıralamasında 5, jeotermal enerjiden elde edilen elektrik üretimi içerisinde dünyada 14, jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında ise yine dünyada 7. sırada kendine yer buluyor. Ülkenin jeotermal enerji potansiyeli 31.500 megavat termal (MWt). Ancak bu miktarın 550 megavat enerjilik (MWe) bölümü elektrik üretimi için uygun. Türkiye'de bugün için jeotermalden 20 megavatlık Denizli Kızıldere ve 8 megavatlık Aydın Salavatlı'da özel sektöre ait iki tesiste 100 milyon kilovat saat elektrik üretilmektedir. Türkiye'de Jeotermalin elektrik üretimi, ısıtma (konut, termal tesis vb), termal turizm (kaplıca), seracılık, kurutma, balıkçılık vb. uygulamalarda 2013'teki hedeflerine ulaşıldığı takdirde yaratacağı ekonomik büyüklük 16 milyar dolar olarak hesaplanıyor. TJD'nin 2013 projeksiyonuna göre, jeotermal enerjiden 550 MW'lık kurulu güç ile yıllık 4 milyar kilovat saat elektrik üretimi öngörülüyor.

Türkiye'de 35 °C nin üstünde jeotermal akışkan içeren 170 adet jeotermal saha bulunmaktadır. Bu sahalardan Denizli-Kızıldere (200–242 °C), Aydın-Germencik (200–232 °C), Manisa- Salihli-Göbekli (182 °C), Çanakkale-Tuzla (173 °C), Aydın-Salavatlı (171 °C), Kütahya-Simav (162 °C), Manisa-Salihli (155 °C), İzmir-Seferihisar(153 °C) ve Aydın-Yılmazköy (142 °C) sahaları elektrik üretimi için, diğer sahalarda ise merkezi ısıtma ve diğer kullanımlar için uygundur. Bu sahalardan

bir kısmı hâlihazırda elektrik üretimi için çeşitli şirketler tarafından işletilmektedir.

## SORULAR VE CEVAPLARI

### 1) Türkiye'nin sıcak su kaynaklarının en sıcak ve yoğun olduğu noktaları nelerdir?

Türkiye'de 35 °C nin üstünde jeotermal akışkan içeren 170 adet jeotermal saha bulunmaktadır. Bu sahalardan Denizli-Kızıldere (200–242 °C), Aydın-Germencik (200–232 °C), Manisa-Salihli-Göbekli (182 °C), Çanakkale-Tuzla (173 °C), Aydın-Salavatlı (171 °C), Kütahya-Simav (162 °C), Manisa-Salihli (155 °C), İzmir-Seferihisar(153 °C) ve Aydın-Yılmazköy(142 °C) sahaları elektrik üretimi için, diğer sahalarda ise merkezi ısıtma ve diğer kullanımlar için uygundur. Bu sahalardan bir kısmı hâlihazırda elektrik üretimi için çeşitli şirketler tarafından işletilmektedir.

### 2) Bu sondaj çalışması için devletten nasıl bir müsaade almak gerekir?

5177 Sayılı Maden Kanununda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun'un Geçici Madde-4'e göre: Jeotermal kaynaklara ilişkin faaliyet izni verilmeden önce Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün uygun görüşünün alınması zorunludur. Talepler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne inceletirilir. EPDK'dan Üretim Lisansı alınması gerekir. Ancak yeni Kanun ve Uygulama Yönetmeliğine göre konu detaylandırılacaktır kanaatindeyiz.

### 3) Yapılacak çalışmalar neticesinde üretilen enerjinin devlete satışı nasıl gerçekleştirilir? Bu satış müsaadesi nasıl alınır?

Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada

ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için Üretim Lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi) verilir.

#### **4) Bu konu ile ilgili devletin verdiği herhangi bir teşvik var mıdır?**

Perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilerin her biri, EPDK tarafından ilan edilen YEK Belgeli elektrik enerjisinden satın almakla yükümlüdür.

Yatırım döneminde izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde elli indirim uygulanmaktadır. Orman arazilerinde ORKÖY ve Ağaçlandırma Özel Ödenek Gelirleri alınmamaktadır.

Yeterli jeotermal kaynakların bulunduğu bölgelerdeki valilik ve belediyelerin sınırları içinde kalan yerleşim birimlerinin ısı enerjisi ihtiyaçlarını öncelikle jeotermal ve güneş termal kaynaklarından karşılamaları esas alınmaktadır.

Kanun kapsamındaki enerji üretim tesis yatırımları, AR-GE tesis yatırımları Bakanlar Kurulu kararı ile teşviklerden yararlandırılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurmak üzere lisans almak için başvuruda bulunan tüzel kişilerden lisans alma bedelinin yüzde biri dışında kalan tutarı tahsil edilmemektedir.

Kanun ve ilgili mevzuat çerçevesinde; lisans bedeli, dengeleme birimi olma yükümlülüğünden muafiyet, mali uzlaştırmaya tabi olmama v.b. gibi destekleme mekanizmaları da mevcuttur.

#### **Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanununun Tarihsel İncelemesi:**

1. 1926 yılında çıkarılan 927 sayılı Sıcak ve Soğuk Maden Suları İstismarı

ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkındaki Kanun jeotermal sularının vergi ve kazanç hisselerini İl Özel idarelerine bırakmıştır. Bu kanun ile İl Özel İdareleri bu suları doğrudan doğruya işletebilecekleri gibi, işletmeye talip olanlara işletme ruhsatnamesi vermek suretiyle ihale edebilmektedirler. Özel idarelerce işletilmek istenilmeyen veya ihale edilemeyen suların vergi ve kazanç hisseleri vilayetçe belediye ve köylere devredilebilmektedir.

2. 927 sayılı yasanın jeotermal sektörün gelişiminde ve oluşan problemlerin çözümünde yetersiz olması nedeniyle 1999 yılında Maden İşleri Genel Müdürlüğü tarafından ETKB adına Kanun Tasarısı hazırlanmıştır.

3. 17.02.2003 tarihinde ETKB tarafından Kanun Tasarısı hazırlanmıştır.

4. İçişleri Bakanlığı tarafından da MART 2003 Tarihinde Jeotermal Kanun Tasarısı hazırlanmıştır.

5. 05 HAZİRAN 2004, 5177 sayılı Maden Kanununun yasalaşması nedeniyle, ETKB, 15.07.2004 tarihinde Yönetmelik hazırlamıştır. 5177 sayılı Kanun ile değişik 3213 sayılı Maden Kanunu'nun geçici 4. maddesinin uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar bir yönetmelikle düzenlenmiştir.

6. 22.10.2004 tarihinde MTA, ETKB adına Kanun Tasarısı hazırlanmıştır. 17.11.2004'te tasarıya gelen eleştiriler çerçevesinde değiştirilmiştir.

7. 15.03.2005 tarihinde ETKB adına Maden İşleri Genel Müdürlüğüne TBMM'ye tasarı gönderilmiştir.

**8. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Koordinatörlüğünde; İçişleri Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı İle Birlikte Hazırlanan Jeotermal Yasa Tasarısı Şubat 2006**

9. TBMM 14/04/2005 tarih ve 2/454 (Sn.SONER AKSOY VE 7 MİLLETVEKİLİNİN ORTAK), 17/06/2005 tarih ve 2/579 sıra (DENİZLİ MİLLETVEKİLİ Sn. MEHMET YÜKSEKTEPE) ile Sanayi Ticaret Komisyonu yeni tasarı üzerinde çalışmalarına başlamıştır. Tasarılar Alt Komisyonunda birleştirilmiş, 03.06.2007 tarihinde **Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu** kabul edilerek yürürlüğe girmiştir.

**5686 SAYILI JEOTERMAL KAYNAKLAR VE DOĞAL MİNERALLİ SULAR KANUNUN ANA BAŞLIKLARI (Kanun No. 5686 Kabul Tarihi: 3.6.2007)**

## BİRİNCİ BÖLÜM

### Genel Hükümler

#### Amaç

**MADDE 1 – (1)** Bu Kanunun amacı, jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması ve hakların devredilmesi, çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi ile ilgili usûl ve esasları düzenlemektir.

#### Kapsam

**MADDE 2 – (1)** Bu Kanun, belirlenmiş veya belirlenecek jeotermal ve doğal mineralli su kaynakları ile jeotermal kökenli gazların arama ve işletme dönemlerinde, kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması, devredilmesi, terk edilmesi, kaynak kullanımının ihale edilmesi, sona erdirilmesi, denetlenmesi, kaynak ve kaptajın korunması ile ilgili usûl ve esaslar ile yaptırımları kapsar.

## Tanımlar

**MADDE 3 – (1)** Bu Kanunda geçen;

**1) Bakanlık: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığını,**

**2) MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünü,**

**3) MİGEM: Maden İşleri Genel Müdürlüğünü,**

**4) İdare: İl özel idarelerini,**

**5) Kaynak: Doğal yolla, sondaj veya kuyularla jeotermal akışkan veya doğal mineralli su, gaz veya bunların birlikte elde edildiği yerleri,**

**6) Jeotermal kaynak: Jeolojik yapıya bağlı olarak yerkabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen, doğal olarak çıkan veya çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek yerkabuğu veya kızgın kuru kayaların ısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerleri,**

**7) Doğal mineralli su: Yerkabuğunun farklı derinliklerinde, uygun jeolojik şartlarda doğal olarak oluşan bir veya daha fazla kaynaktan yeryüzüne kendiliğinden çıkan ya da çıkartılan, mineral içeriği ve diğer bileşenleri ile tanımlanan; tedavi, şifa amaçlarıyla da kullanılan içmece suyu, şifalı su ve benzeri adlarla anılan soğuk ve sıcak doğal suları,**

**8) Jeotermal alan: Yapılan bilimsel ve teknik çalışmalarla sınırları belirlenen ve üzerinde jeotermal kaynak veya jeotermal kaynakla birlikte doğal mineralli suların bulunduğu alanı,**

**9) Jeotermal sistem: Jeotermal alan oluşumunu sağlayan; beslenme alanı,**

akışkan, ısı kaynağı, rezervuar ve/veya zonu, örtü kaya ve boşalım alanının tümünü kapsayan, jeotermal kaynak ve/veya doğal mineralli suların çıktığı ve/veya üretildiği, kendine özgü jeolojik yapısı, hidrojeolojik ve kimyasal özellikleri olan sistemi,

**10) Jeotermal rezervuar:** Sıcaklık ve jeokimyasal açıdan doğal bir denge içinde bulunup bir bütünlük ifade eden, değişik şekillerde dışardan beslenen yarı açık veya kapalı sıcak su ve/veya buhar üretim ortamını,

## İKİNCİ BÖLÜM

### Mülkiyet ve ruhsat

**MADDE 4 – (1)** Jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular, Devletin hüküm ve tasarrufu altında olup buldukları arzın mülkiyetine tâbi değildir. Kaynağa ilişkin faaliyetlerin yapılabilmesi için bu Kanuna göre Ruhsat alınması zorunludur.

### Arama ruhsatı

**MADDE 5 – (1)** Arama ruhsatı müracaatları, talep sahibi tarafından 1/25000 ölçekli pafta adı ve koordinatları belirtilerek beş bin hektarı geçmeyecek şekilde arama projesi ile birlikte idareye yapılır. Müracaatlarda öncelik hakkı esastır. Aynı yer için aynı anda birden fazla talep olması halinde, projeler incelenerek en hızlı ve en fazla yatırımı teklif eden proje sahibinin talebi tercih edilir.

Arama ruhsatı müracaatları, talep sahibi tarafından 1/25000 ölçekli pafta adı ve koordinatları belirtilerek 5000 (beş bin) hektarı geçmeyecek şekilde arama projesi ile birlikte idareye yapılır.

Arama ruhsat süresi üç yıldır.

**MADDE 5 –(3)** Arama ruhsat süresi üç yıldır. Faaliyetlerin olumlu gelişmesi ve ilave etütlere ihtiyaç duyulması halinde revize proje verildikten sonra idarece uygun bulunması halinde bir yıl uzatılır ve uzatma MİGEM'e bildirilir. Arama ruhsatı süre uzatım talebi, ruhsat süresi bitiminden önce idareye yapılır.

### İşletme ruhsatı

**MADDE 6 – (1)** Arama ruhsatı sahibinin, arama ruhsat süresinin son günü akşamına kadar işletme projesi ile idareye işletme ruhsatı başvurusunda bulunması halinde "işletme ruhsatı" verilir ve varsa tespit edilen bloke alanıyla birlikte MİGEM'e bildirilir. İşletme ruhsatı süresi otuz yıldır. Süre sonunda ruhsat sahibinin talep etmesi durumunda onar yıllık dönemler halinde uzatılır. Süre uzatımları MİGEM'e bildirilir.

(2) İşletme ruhsatı sahipleri, işletme faaliyetine geçmek için ilgili kurumlardan gerekli izinleri almakla yükümlüdür.

(3) İşletme ruhsatı sahibi, projesinde belirtilen süre içinde işletmeye geçmez veya herhangi bir sebeple işletme ruhsatının iptal edilmesi durumunda teminat irat Kaydedilir ve saha idare tarafından ihaleye çıkarılır. İşletme projeleri ile ihaleye katılan isteklilerden idareye en fazla geliri teklif eden istekliye işletme ruhsatı verilir ve MİGEM'e bildirilir.

(4) İdareden izin alınmaksızın, projede yer alan herhangi bir kuyunun yenilenmesi, sayısının ve kapasitesinin artırılması, enjeksiyon, reenjeksiyon, üretim amaçlı tüm Sondaj faaliyetleri ile diğer proje değişiklikleri ve revizyonları yapılamaz. İdare, gerekli görülen hallerde, bedelini ödemek kaydıyla, MTA'dan değerlendirme isteyebilir.

(5) İşletme ruhsatı süresi otuz yıldır. Süre sonunda ruhsat sahibinin talep etmesi durumunda onar yıllık dönemler halinde uzatılır. Süre uzatımları MİGEM'e bildirilir.

(6) Doğal çıkış halindeki jeotermal ve doğal mineralli sular için, kaptajı yapılarak doğrudan işletme talepleri de İdarece bu Kanun hükümlerine göre işletme ruhsatına bağlanır ve MİGEM'e bildirilir.

### **Teknik sorumluluk ve faaliyet raporu**

**MADDE 7 – (1)** Arama ve işletme ruhsatı süresince, faaliyetlerin ilgili mühendislik dallarından bir mühendisin sorumluluğunda sürdürülmesi zorunludur. Teknik sorumlu olmaksızın faaliyette bulunulması halinde, ruhsat teminatı irat kaydedilerek, faaliyetler durdurulur.

**MADDE 7 –(4)** Arama ve işletme faaliyet raporlarının süresi içerisinde idareye verilmemesi halinde, teminatı irat kaydedilerek iki aylık ek süre verilir ve teminat iki ay içerisinde iki katına tamamlattırılır. Bu süre sonunda da faaliyet raporunun verilmemesi halinde arama ruhsatı iptal edilir ve MİGEM'e bildirilir.

### **Mücbir sebep ve beklenmeyen hal**

**MADDE 8 – (1)** Ruhsat sahibi, mücbir sebep veya beklenmeyen halin ortaya çıkması durumunda, gerekçe ve süre belirtilmek kaydıyla on gün içinde idareye müracaat ederek geçen sürenin ruhsat süresine eklenmesini ve bu sürede yükümlülüklerinin askıya alınmasını talep eder. Ruhsat sahibi tarafından idareye yapılan müracaat tarihi, mücbir sebebin başlama tarihi olarak kabul edilir.

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **Ortak Hükümler**

#### **Faaliyetlerin denetlenmesi**

**MADDE 9 – (1)** Faaliyetler her yıl idare tarafından denetlenir. Gerekliğinde idarece talep edilmesi halinde MTA tarafından da denetim yapılır. Denetimler, 14 üncü maddede belirtilen hususlar ve diğer maddelerde belirtilen ilkeler dikkate alınarak yapılır. Denetimler için ruhsat sahibi tarafından MTA'ya 1000 Türk Lirası ödenir. Bu miktar, MTA tarafından yıllık ÜFE'ye göre artırılır.

(2) Memuriyet mahalli dışında MTA'ca görevlendirilen konuyla ilgili ve yardımcı personele, 10/2/1954 tarihli ve 6245 sayılı Harcırah Kanununun 50 nci maddesi ile ilişkilendirilmeksizin, her yıl Bütçe Kanunu ile belirlenen gündelik harcırah miktarının iki katı tutarında 6245 sayılı Harcırah Kanunu genel hükümlerine göre harcırah ödenir. Bu madde kapsamında ödenen gündelik tutarından herhangi bir ad altında kesinti yapılmaz.

#### **Devir, sicil, ihale, harç, teminat ve idare payı**

**MADDE 10 – (1)** Devir, sicil, ihale, harç, teminat ve idare payına ilişkin esaslar aşağıdaki şekildedir:

a) Devir: Arama ve işletme ruhsatları devredilebilir.

b) Sicil: İdare, kaynağa ilişkin hakların devir, haciz, rehin ve ipotek veya sona erme hususlarını içeren bir sicil tutmakla yükümlüdür. Ruhsatın sınırları, kuyuların koordinatları, akışkanın parametreleri, devir, ihtiyati haciz, rehin, ihtiyati tedbir, ipoteğe ilişkin bilgiler ve akışkanın kullanımına ilişkin kira ve benzeri sözleşmeler ile hakların sona ermesi sicile işlenir.



Haklar, ancak sicile işlendiği takdirde hüküm ve sonuç doğurur. İlgililer, sicil kayıtlarının idarenin sicil memurlarından biri huzurunda gösterilmesini isteyebilir. Sicil alenidir ve kaynak sicilindeki kayıtların bilinmediği iddia edilemez. Haklara ilişkin olarak yapılan sözleşmeler, idarece sicile işlenmedikçe üçüncü kişilere karşı ileri sürülemez.

c) İhale: Herhangi bir sebeple hükümden düşmüş, terk edilmiş veya taksir edilmiş ruhsatlar, İdarece ihale yoluyla aramalara ve işletmeye açılır. İhale ilanı Resmî Gazete’de yayımlanır. İhale süresi içinde müracaat olmaması halinde ruhsat alanları başka bir işleme gerek kalmaksızın idare tarafından MİGEM’e bildirilerek arama ve işletme müracaatlarına açık hale gelir.

ç) Harç: Jeotermal kaynaklar için 1000 Türk Lirası, doğal mineralli sular için 500 Türk Lirası arama ruhsat harcı alınır. İşletme ruhsatları için bu harç miktarları dört kat olarak uygulanır.

d) Teminat: Ruhsat aşamasına bağlı olarak, hektar başına, ruhsat harcının % 1’i tutarında ruhsat teminatı alınır. Bu oranı, % 50 oranında artırmaya veya eksiltmeye Bakanlar Kurulu yetkilidir. Ancak teminat 15.000 Türk Lirasından az olamaz. Teminatın asgarî miktarı ve harçlar, her yıl Maliye Bakanlığınca belirlenen yeniden değerlendirme oranlarına göre artırılır. Bu madde uyarınca önceden alınan işletme ruhsatı teminatları, beş yılda bir Maliye Bakanlığınca belirlenen yeniden değerlendirme oranlarına göre artırılarak güncelleştirilir. Bu Kanuna göre tamamlanması veya yenilenmesi gereken teminatlar güncel teminat üzerinden alınır.

e) İdare payı: Akışkanın doğrudan ve/veya dolaylı kullanıldığı tesislerin gayri-

safi hasılatının % 1’i tutarında idare payı, her yıl Haziran ayı sonuna kadar idareye ödenir. Tahsil edilen tutarın beşte biri, idare tarafından, kaynağın bulunduğu belediye veya köy tüzel kişiliğine bir ay içerisinde ödenir.

### **İdarî yaptırımlar**

**MADDE 11 – (1)** Faaliyetlerin, projeye göre yürütülmesi zorunludur. Ruhsat sahibinin projesinde belirtilmeyen konularda veya izinsiz olarak faaliyette bulunduğu tespit edilirse, teminatı irat kaydedilerek faaliyet durdurulur ve teminat üç katına çıkarılarak bir ay içinde tamamlattırılır. Aynı fiilin tekrarı halinde teminat irat kaydedilerek ruhsat iptal edilir.

### **İrtifak ve kamulaştırma**

**MADDE 12 – (1)** Arama ruhsatı sahibi, arama faaliyetleri yapılacak alanda, özel mülkiyete konu taşınmazın sahibi ile anlaşamaması halinde, idareye müracaat ederek irtifak hakkı talebinde bulunabilir.

**MADDE 12 – (8)** Jeotermal kaynak dağıtımı ve üretimini yapan şirketler sanayi kuruluşu ve atık arıtma kuruluşu olarak değerlendirilirler. Bu değerlendirilmeye göre başta elektrik tarifeleri olmak üzere sanayi kuruluşları ve atık arıtma kuruluşlarına tanınan tüm teşvik ve haklardan yararlanırlar.

### **Rehin, haciz, ihtiyati tedbir ve ipotek tesisi**

**MADDE 13 – (1)** Ruhsat alanının işletilmesinde gerekli olan kuyular, her türlü tesisler, ekipman, su taşıma hat ve sistemleri, aletleri ile bir yıllık diğer işletme malzemesi gibi kaynağın üretimine yö-

nelik ayrılmaz parçalar, münferiden haczedilemez veya üzerlerine ihtiyati tedbir konulamaz ancak bir kül halinde haczi ve ihtiyati tedbir konulması mümkündür. Bunların tamamı üzerine ihtiyati tedbir konulması veya icraen satışlarına karar verilmesi halinde, işletmenin faaliyetlerine müdahale edilemez.

### **Kaynak rezervuarının korunması**

**MADDE 14 – (1)** Bu Kanuna tâbi faaliyetlerde kaynağı oluşturan jeotermal sistemin korunması, kaynağın israf edilmemesi ve çevrenin korunması esas olup işletme faaliyeti öncesinde kaynağın koruma alanları etüdünün ruhsat sahibi tarafından yaptırılması zorunludur. Aksi takdirde faaliyetler durdurularak koruma alanlarının belirlenmesi için ruhsat sahibine uygun süre verilir. Bu süre sonunda da koruma alanının belirlenmemesi halinde 11 inci madde hükümleri uygulanır.

### **Terk ve tesislerin intikali**

**MADDE 15 – (1)** Arama veya işletme ruhsatı sahibi, ruhsat alanının tamamını veya bir kısmını terk talebinde bulunabilir. İdare, faaliyetle ilgili gerekli emniyet tedbirlerinin yerine getirilmiş ve çevre düzenlenmesi yapıldığının tespitini müteakip terk talebini kabul eder.

(2) Arama ve işletme ruhsatlarının fesih, iptal, terk veya sürenin bitmesi nedeniyle sona ermesi halinde, hak sahibine tazminat verilmeksizin kuyular ve bunların korunması için yapılmış tesisler, gerekli kuyu başı emniyet tedbirleri alınmış olmak kaydıyla idareye intikal eder. Diğer tesis, vasıta, alet ve malzeme ruhsat sahibine aittir. Bu şekilde idareye intikal eden varlıklar ihale ile satışı yapılarak gerekli ruhsatlandırma yapılır.

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **Çeşitli Hükümler**

#### **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü hizmetleri ile ilgili haklar**

**MADDE 16 – (1)** MTA, jeotermal ve doğal mineralli su kaynak aramalarını ruhsat harcından ve teminatından muaf olarak bu Kanun hükümlerine göre ruhsat alarak yapar. MTA'nın arama ruhsatı aldığı sahalarda kaynak varlığı tespit etmesi halinde, bu alan MTA tarafından ihale edilir ve ihale üzerinde kalan istekliye bu alanda idarece işletme ruhsatı verilir. MTA'nın yaptığı masraflar ihale bedeli üzerinden alındıktan sonra kalan miktar MTA ve idarece eşit paylaşılır.

(2) MTA, yürüyen ruhsat alanları dahil her yerde ruhsat şartı olmaksızın her türlü bilimsel ve teknik çalışmayı yapabilir.

**MADDE 17-** Kültür ve turizm koruma ve gelişim bölgeleri ile turizm merkezlerine ilişkin hususlar.

**MADDE 18 – (1)** 4.6.1985 tarihli ve 3213 sayılı Maden Kanununun 47 nci maddesinin üçüncü fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.

“Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü bu Kanun hükümlerine göre arama ruhsatı olarak bulunduğu madenler için 15 inci maddeye göre buluculuk hakkını kazanır. Arama ruhsat süresi sonuna kadar Genel Müdürlüğe devredilen bu ruhsatlar 30 uncu madde hükümlerine göre ihale edilir. İhale sonucu elde edilen gelirin %50'si MTA'ya kaynak geliri olarak aktarılır.”

**MADDE 19 – (1)** MTA yurtiçi ve yurt dışında yerli ve yabancı kamu veya özel tüzel kişilerle jeotermal kaynak ve doğal mineralli sulara yönelik olarak arama, araştırma, geliştirme ve bilimsel ve tek-

nik çalışma yapabilir. Asgarî %20 olmak kaydıyla, ilgili şirket ile varılan anlaşma çerçevesinde belirlenecek oranda işletme gelirinden pay alır. Bu maddenin uygulama usûl ve esasları Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle belirlenir.

## **Yönetmelik**

**MADDE 20 – (1)** Bu Kanunun uygulanmasına dair usûl ve esaslar, bu Kanunun yürürlük tarihinden itibaren altı ay içerisinde, Bakanlık tarafından çıkarılacak yönetmelikler ile düzenlenir.

**MADDE 21 – (1)** Bu Kanunla, 10.06.1926 tarihli ve 927 sayılı Sıcak ve Soğuk Maden Sularının İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkında Kanun, 12.3.1982 tarihli ve 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanununun ek 1 inci maddesi ile birlikte 26 Mart 1322 tarihli Mülga Maadin Nizamnamesinin, 26.3.1931 tarihli ve 1794 sayılı 26 Mart 1322 tarihli Maadin Nizamnamesinin 50 nci Maddesinin Tadiline Dair Kanununun ve 17.6.1942 tarihli ve 4268 sayılı Mülga Madenlerin Aranma ve İşletilmesi Hakkında Kanunun içmeye ve yıkanmaya mahsus şifalı sıcak ve soğuk maden sularıyla kaplıcalar hakkındaki hükümleri yürürlükten kaldırılmıştır.

## **BEŞİNCİ BÖLÜM**

### **Geçici ve Son Hükümler**

**GEÇİCİ MADDE 1 – (1)** Bu Kanunun yürürlük tarihinden önce, 26.3.1322 tarihli Mülga Maadin Nizamnamesi, 17.6.1942 tarihli ve 4268 sayılı Mülga Madenlerin Aranma ve İşletilmesi Hakkında Kanun, 19.2.1985 tarihli ve 3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, 26.5.2004 tarihli ve 5177 sayılı Maden Kanununda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına

İlişkin Kanun, 927 ve 2634 sayılı kanunlar ile 83/6568 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı uyarınca 3.3.1954 tarihli ve 6309 sayılı Mülga Maden Kanunu kapsamında verilmiş ruhsat ve haklar aşağıdaki şekilde intibak ettirilir.

a) İl Özel İdarelerinin işlettiği veya kiraya verdiği kaynaklar il özel idarelerine,

b) İl Özel İdarelerinin işletme ruhsatı verdiği kaynaklar ruhsat sahiplerine,

c) Vilayetçe rüsum ve temettü hisse-leri devredilen kaynaklar devir alan belediye veya köy tüzel kişiliği adına,

d) Belediyelerin işlettiği ve/veya kiraya verdiği kaynaklar belediye tüzel kişiliği adına,

e) Belediye ve il özel idarelerinin ortağı olduğu şirketlerin işlettiği kaynaklar şirket adına,

f) MTA tarafından bu Kanunun yayımı tarihinden önce kamu veya özel tüzel kişiler, belediye ve özel idare ile yapılan sözleşme ve protokollerle verilen işletme hakları, alanı MTA tarafından belirlenerek ilgili hak sahibi adına,

g) 5177 sayılı Kanunun geçici 5 inci maddesine göre temdit talebinde bulunan ve süresi uzatılan içmece, maden suları, ılıca ve kaplıcalar ilgili hak sahibi adına,

h) Elektrik Üretim A.Ş. tarafından işletilen kaynak, alanı MTA tarafından belirlenerek Elektrik Üretim A.Ş. adına,

idare tarafından alan bazında intibak ettirilir. Elektrik Üretim A.Ş. veya Özel-İştirme İdaresi Başkanlığı tarafından bu sahanın üçüncü kişilere ihale edilmesi halinde, ihale bedelinin %50'si MTA'ya öz kaynak olarak aktarılır. İntibaklarda sözleşme ve işletme şartları ile üçüncü kişilerin müktesep hakları sicile işlenir.

(2) İşletme imtiyazlı ruhsatlarda ise hak sahibinin geçmişte kullandığı süre dikkate alınarak toplam süre doksandokuz yılı geçemez.

(3) İntibakı yapılan ruhsatlar MİGEM'e bildirilir.

(4) Bu Kanunun yürürlüğe girdiği tarih itibariyle 927 sayılı Kanuna göre süresi içinde temdit talebinde bulunulmuş ruhsatlar ile 5177 sayılı Kanunun geçici 4 üncü maddesine göre ruhsat almak üzere yapılan yeni müracaatlar, il özel idarelerince müracaat tarihinde yürürlükte olan 5177 sayılı Kanunun geçici 4 üncü maddesi ve 927 sayılı Kanuna göre sonuçlandırılarak uygun görülenler ruhsatlandırılarak bu Kanuna intibakı yapılır.

**GEÇİCİ MADDE 2** – (1) Bu Kanunun yürürlüğe girmesinden önce kazanılmış hakların sahipleri, bu haklarına konu olan kaynağa ait mevcut bilgi ve belgeler ile sahadaki mevcut tesislere ait bilgi ve projeleri, hak sahibi olduğunu gösterir ruhsat, izin, imtiyaz, sözleşme, sicil ve benzeri belgeleri varsa işletme projesi ve teminat makbuzları ile birlikte altı ay içerisinde idareye müracaat ederek intibak yaptırmakla yükümlüdür.

(2) Altı ay içinde intibak talebinde bulunulmayan haklar için teminat iki katına çıkarılarak altı ay ek süre verilir. Bu süre içerisinde de intibak talebinde bulunulmayan haklara ilişkin faaliyetler durdurulur.

(3) Kanunun yürürlük tarihi itibariyle bir yıl boyunca müracaat kabul edilmez. Bu süre sonunda ilk hafta yapılan müracaatlar aynı anda yapılmış kabul edilir ve öncelik sırası kura ile belirlenir. İlk hafta içinde yapılan müracaatlardan asgarî teminat miktarı kadar müracaat bedeli alınır.

(4) İdare, il sınırları içerisindeki kaynak

ruhsatlarını ve ruhsat verilmesi MİGEM'ce uygun bulunan müracaatları, bu Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren üç ay içerisinde; hak sahibi, kaynak ve alan sınır koordinatları, kaynağın cinsi, süresi, mülkiyet durumu ve diğer gerekli olan tüm bilgileri MİGEM'e bildirmek zorundadır.

**GEÇİCİ MADDE 3** – (1) Bu Kanunun yürürlük tarihinden önce MTA tarafından, kamu veya özel tüzel kişilere, belediyelere, özel idarelere sözleşme ile devredilen, kiraya verilen veya kullanım hakkı verilen ve bu Kanunun yürürlük tarihi itibarı ile sona eren kaynak veya kaynak alanları ile MTA'nın yaptığı çalışmalarla belirlediği ve MTA adına tescil edilen ve tescil edilecek kaynak ve/veya kaynak alanları için MTA'ya idare tarafından arama ruhsatı verilerek MİGEM'e bildirilir. Bu ruhsat alanları, MTA tarafından ihale edilir. İhale gelirinden MTA'nın yaptığı arama masrafları düşüldükten sonra kalan miktar MTA ile İdare arasında eşit olarak paylaşılır.

(2) MTA adına tescil edilen ve tescil edilecek bu sahalardan herhangi bir nedenle ihale edilemeyenlerden idare payının yarısı MTA'ya ödenir.

**GEÇİCİ MADDE 4** – (1) Bu Kanunda geçen Türk Lirası ibaresi karşılığında, uygulamada 28/1/2004 tarihli ve 5083 sayılı Türkiye Cumhuriyeti Devletinin Para Birimi Hakkında Kanun hükümlerine göre ülkede tedavülde bulunan para "Yeni Türk Lirası" olarak adlandırıldığı sürece bu ibare kullanılır.

**GEÇİCİ MADDE 5** – (1) Elektrik Üretim Anonim Şirketi tarafından yapılan kömür tahsis (rödövens) ihalesi sonucunda kö-

mür kullanım hakkı elde edecek şirketler tarafından yapılacak 1000 MW üzeri güçte yerli kömür yakıtlı elektrik santrallerinden 2014 yılı sonuna kadar işletmeye girenlerin ürettiği elektrik, perakende ve toptan satış lisansı sahibi şirketler tarafından onbeş yıl süreli ikili anlaşmalar ile satın alınır ve üstlenilecek elektrik enerjisi alımına ilişkin hükümler bu şirketlerin lisanslarına dercedilir.

(2) Toptan ve perakende satış şirketlerine satışı yapılacak miktarla santralin üreteceği yıllık elektrik miktarı arasında ikili anlaşmaya bağlanamayan bir üretim bakiyesi oluşursa, bu miktar için Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi alım anlaşması yapar.

(3) Elektrik Üretim Anonim Şirketi tarafından 1000 MW üzeri güçte yerli kömür yakıtlı elektrik santrali yapılması amacıyla yapılacak kömür tahsis (rödövan) ihalelerinde isteklilerce; yıllara sâri olarak rödövan bedeli, onbeş yıllık süre için yıllara sarî olarak elektrik enerjisi üretim miktarları ve yıllık birim elektrik enerjisi satış fiyatları teklif edilecektir. Bu ihalede seçim, şartnamede belirlenecek esaslar dahilinde, teklif edilecek yıllık üretim miktarları ile yıllık birim elektrik enerjisi satış fiyatlarının çarpımı sonucu oluşacak elektrik alım bedellerinin önceden saptanmış belirli bir iskonto haddi üzerinden ihalenin yapıldığı tarihe indirgenmiş değerleri toplamı ile rödövan bedelinin değerlendirilmesi sonucunda yapılır.

### **Yürürlük**

**MADDE 22** – (1) Bu Kanun yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

### **Yürütme**

**MADDE 23** – (1) Bu Kanun hükümlerini Bakanlar Kurulu yürütür.

## **SONUÇLAR**

Ülkemizdeki doğal kaynaklardan maden, petrol ve jeotermal aramacılığı açısından;

- Birbirinden çok farklı içeriğe ve kullanım alanlarına sahip kaynakların tümünün aynı kalıp içinde değerlendirilmesi ve aynı kanuni hak ve sorumluluklara tabi olmaları uygulamada birçok soruna neden olacaktır.

- Yasanın bu haliyle, yetki karmaşasının meydana gelmesi kaçınılmazdır.

- Jeotermal sondaj çalışmaları ve jeotermal enerjinin kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek çevresel sorunlar ve jeotermal atık su ve gazın çevreye zarar vermeyecek şekilde, kontrol altında tutma yöntemlerinin, Kanun içerisinde yer almadığı görülmektedir. Arama ve işletme aşamasında; toprak kirliliği kontrol yönetmeliği, su kirliliği kontrol yönetmeliği, hava kalitesinin korunması yönetmeliği, tehlikeli atıkların kontrol yönetmeliği, sulak alanların korunması yönetmeliği, gü-rültü kontrol yönetmeliği, biyolojik çeşitliliğin korunması yönetmeliği ile ilgili her türlü tedbirin alınması zorunludur.

- Diğer doğal kaynakların tabi olduğu Kanunlar ve Uygulama Yönetmelikleri birbiri ile uyumlu olmalıdır.

- Terminolojide birliktelik olmalı, özellikle teknik terimlerin anlamları aynı olmalıdır.

- Kaynaklar, aramadan işletmeye kadar optimum kullanılmalıdır.

- Yatırım harcamaları bütünlük bir şekilde efektif (verimli) olmalıdır.

- Potansiyeller gerçekçi olarak tespit edilmelidir.

- Dışa bağımlılığın azaltılması için arama yatırımlarının arttırılması gerekmektedir.

Türkiye’de Jeotermal Kaynakların yeterince aranmadığı kanaatini taşımaktayız. Zira kullanılacak çok yeni teknikleri maalesef uygulayamadığımız düşünce-sindeyiz.

Bu sektörün içerisinde olan herkes net olarak bilir ki; Jeotermal potansiyelinde çok spekülative rakamlar vardır. Jeotermal kaynaklara yönelik ülkemizde yeterince arama yapılmamış rezerv miktarları sadece gözlemsel etüt ve çok az sayıda açılan sondajlarla tespit edilmiştir.

Bu **potansiyel** rezerv rakamları hiç değişmiyor mu, değişmesi gerekmez mi? Bu rakamlar çok az değişiyor. Neden? Yeterince arama yatırımı yapılmadığı için, rezerv miktarı tam olarak bilinmemektedir.

Ülkemiz Petrol ve Doğalgazda ithalata bağımlılığımız yanında, son zamanlarda, özellikle kömür, bakır, diğer madenleri de ithal eder konuma gelmiştir. Dışa bağımlı bu ağır yükten kurtulmanın çarelerinden biri, belki de en başta olanı, enerji tasarrufu ve var olan enerji kaynaklarının etkin kullanımınıdır. Yeni enerji kaynaklarına yönelmenin önemi de yadsınamaz bir gerçektir. Bir diğeri ise, ülkemizin büyük ihtiyaç duyduğu önemli enerji kaynaklarının öncelikle öz kaynaklarımızdan sağlanmasıdır.

• Dışa bağımlılığın azaltılması, ancak yerli üretimin tüketimi karşılama oranının arttırılmasıyla mümkündür. Bunun için de arama faaliyetlerini arttırmak şarttır. Bu bağlamda arama yatırım teşvikleri sağlanmalı, ruhsat tekelleşmesi engellenmeli, kamu ve özel kuruluşlar açık, şeffaf ve rekabet edebilir bir model içerisinde olmalıdır.

• **Arama faaliyetlerinin arttırılması ile daha fazla üretim yapılabilmesi ve potansiyelimizin mümkün olduğu**

**kadar değerlendirilmesi için, kamu ve yerli özel sektör gerek ayrı ayrı gerekse de birlikte, ulusal çıkarlar için kısır çekişmeler yerine işbirliği içinde arama seferberliği içine girmelidir. Böylece kapalı kapılar ardında birbirini yok saymak yerine ulusal çıkarlar adına eşit ve şeffaf bir platformda her iki sektör de birleşik bir cephe oluşturacaktır. Bunun zeminini sağlamak ise öncelikle bir devlet stratejisi olmalıdır.**

• Ayrıca devlet adına sektörün (arama-üretim) denetleme modeli; uygulanabilir ve eşitlikçi anlayışta; bağımsız bütçesi, yeterli insan kaynağı ve yeni teknoloji takibini sağlayıcı olmalıdır.

• Türkiye’de Jeotermalde söylenebilecek tek söz; yeterince arama yapılmadığıdır. Aramalara ayrılan kaynakların artırılması, sektörün bünyesine uygun, yerli ve yabancı sermayeyi özendirici teşviklerin getirilmelidir.

• Ulusal bir enerji politikası için izlenecek yol, öncelikle ülke kaynaklarının değerlendirilmesidir.

• Ulusal olmanın bir yolu da uluslararası olabilmektedir. Dünyanın önde gelen enerji şirketleri nerede olursa olsun aramalara katılmakta, entegre olarak yer almakta, elde ettikleri kar ve üretim payları ile ülkelerinin enerji politikalarına en önemli desteği sağlamaktadırlar.

TMMOB adına ilk defa birlikte Jeotermal Kongresini Düzenleyen Odalara ve Odamıza, bu etkinlikte özveri ile çalışan arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

## KAYNAKLAR

1. 792 Sayılı Kanun: R.G. : 6.4.1926
2. 6326 Sayılı Kanun: R.G. : 16.3.1954
3. 6558 Sayılı Kanun: R.G. : 21.5.1955
4. 6987 Sayılı Kanun: R.G. : 6.6.1957
5. 334 Sayılı Kanun: 1961 Anayasası, R.G.: 20.7.1961
6. 1702 Sayılı Kanun: R.G. : 18.4.1973
7. 2709 Sayılı Kanun: 1982 Anayasası, R.G. : 9.11.1982
8. 2808 Sayılı Kanun: R.G. : 30.3.1983
9. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergileri
10. M.T.A. Dergileri, MTA Web Sayfası
11. TBMM ilgili Komisyon Raporları
12. ETKB verileri
13. Dış Ticaret Müsteşarlığı (DTM) verileri
14. DEK-TMK Yayınları
15. TMMOB V.Enerji Sempozyumu Yayını
16. TMMOB VI.Enerji Sempozyumu Yayını
17. Jeofizik Mühendisleri Odası Jeotermal Kanun Tasarısı Görüşü
18. Jeofizik Mühendisleri Odası Jeotermal Kanunu Uygulama Yönetmeliği Tasarısı Görüşü