

# ENERJİ GEREKSİNİMİNDE BAZI GERÇEKLER, JEOTERMAL ENERJİ VE YASAL DURUM

Adem ULUŞAHİN

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
aulusahin@jmo.org.tr

## ÖZET

Günümüz enerji tüketiminin ülkelerin gelişmişlik düzeylerine koşut olarak ulaştığı nokta ve temel enerji girdilerindeki dünya rezervleri göz önüne alındığında önümüzdeki yüzyılın enerjide yeni senaryolara gebe olduğunu söylemek gerekir. Enerji kaynaklarının dünya üzerindeki dağılımındaki eşitsizlik ve bu kaynakların belirli ülkeler tarafından kontrol ediliyor olması ülkelerin enerji politikalarını belirlemelerinde önemli rol oynamaktadır. Bu anlamda birçok ülke enerji kaynaklarını çeşitlendirme yoluna gitmekte, tüm bu gelişmeler yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarına doğru yönelimleri de güçlendirmektedir.

Petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarına dayalı bir enerji politikası izlenmekte olan ülkemizde, özellikle petrol ve doğalgazda ise tam bir dışa bağımlılık yaşanmaktadır.

Öte yandan önemli kaynak zenginliğine sahip olduğumuz Jeotermal Enerji alanında 2007 yılında yürürlüğe giren 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Yasası ile bu alanda yıllardır yapılamayan arama ve işletme faaliyetleri önemli bir ivme kazanmış bulunmaktadır.

## 1. GENEL BAKIŞ

Dünya nüfusunun 6.9 milyara ulaştığı günümüzde enerji tüketimi, gelişmişliğin temel ölçütlerinden biri olarak kabul edilmekte ve buna paralel olarak enerji gereksinimi de giderek artmaktadır.

Bu noktadan ele alındığında, global olarak tüketilen enerjinin %90'ının fosil yakıtlar olarak bilinen Petrol, Kömür ve Doğalgaz'dan karşılanmakta olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarının oranının ise %8 lere seyrettiği dikkat çekmektedir.

Global Enerji Tüketimi	:
Petrol	% 39
Doğalgaz	% 25
Kömür	% 23
Yenilenebilir	% 8
Nükleer	% 5

Temel enerji girdilerinde biri olan petrolde, 850-1250 milyar varil olan dünya rezervi ve 25 milyar varillik yıllık ortalama tüketim göz önüne alındığında, bu enerji kaynağının en fazla 30-40 yıllık ömrünün kaldığı hesaplanmaktadır(1). Diğer yandan nükleer enerjide de durum pek parlak gözükmemektedir. Global enerji tüketiminin %5'inin karşılandığı nükleer enerjide çalışmakta olan 436 nükleer santral ve bu sayıya eklenecek muhtemel yeni santrallerin, teknolojik ve çevresel tüm olumsuzlukları gözardı edilse bile; mevcut uranyum rezervi ile ancak 15-20 yıl daha çalıştırılabileceği bilinmektedir(2).

Diğer yandan fosil yakıtların yanması sonucu oluşan karbondioksit ve sera etkisi yaratan diğer kirleticiler

mevcut enerji sisteminin sürdürülebilirliğini riske sokan faktör olarak öne çıkmaktadır.

Bir diğer dikkat çekici husus enerji kaynaklarının dünya üzerindeki eşitsiz dağılımıdır. Hemen hemen tüm temel enerji girdilerinde rezerv dağılımlarına bakıldığında dünya genelinde enerji kaynaklarının belli bölgelerde yoğunlaştığını görmekteyiz.

Enerji kaynaklarının dağılımındaki eşitsizlik ve bu kaynakların belirli ülkeler tarafından kontrol ediliyor olması, enerjiye olan gereksinimin gelişmişliğe koşut olarak artması ve bütün bunların yanında fosil enerji kaynaklarında yolun sonunun görünüyormuş olması küresel enerji gerçeği olarak karşımızda durmaktadır.

Tüm bu gelişmeler yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarına doğru yönelimleri güçlendirmektedir.

## 2 . TÜRKİYE'DE DURUM

Ülkemizin enerji gereksinimi esas olarak petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarıyla karşılanmakta olup, özellikle petrol ve doğalgazda ise tam bir dışa bağımlılık yaşanmaktadır(3).

Fosil Yakıt Rezervleri ve Potansiyeline baktığımızda :

10 milyar ton	linyit rezervi,
1,1 milyar ton	taşkömürü,
1,1 milyar ton	bitümlü şist ve 82 milyon ton asfaltit rezervi mevcuttur.

Petrol rezervlerimizin enerji gereksinimize önemli bir çözüm getirmedeği bilinen ülkemiz, Orta Asya ülkelerindeki zengin petrol ve doğalgaz kaynaklarını batı pazarlarına taşınmasında "Enerji Koridoru" olmaya hazır önemli bir aday konumundadır. Yukarıda sergilenen genel durum çerçevesinde enerji kaynakları



açısından ürettiğinden çoğunu ithal etmek zorunda olan ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha da belirginleşmektedir. Bu anlamda önemli bir potansiyele sahip olduğumuz Jeotermal Enerji ve Jeotermal Enerjide Ülke Gerçeklerine bakmakta yarar vardır.

## 2. JEOTERMAL ENERJİ

Sözlük anlamı “yer ısı” olup, yer kabuğunun, çeşitli derinliklerinde birikmiş, basınç altında bulunan sıcak su, buhar, gaz veya kızgın kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanmaktadır.

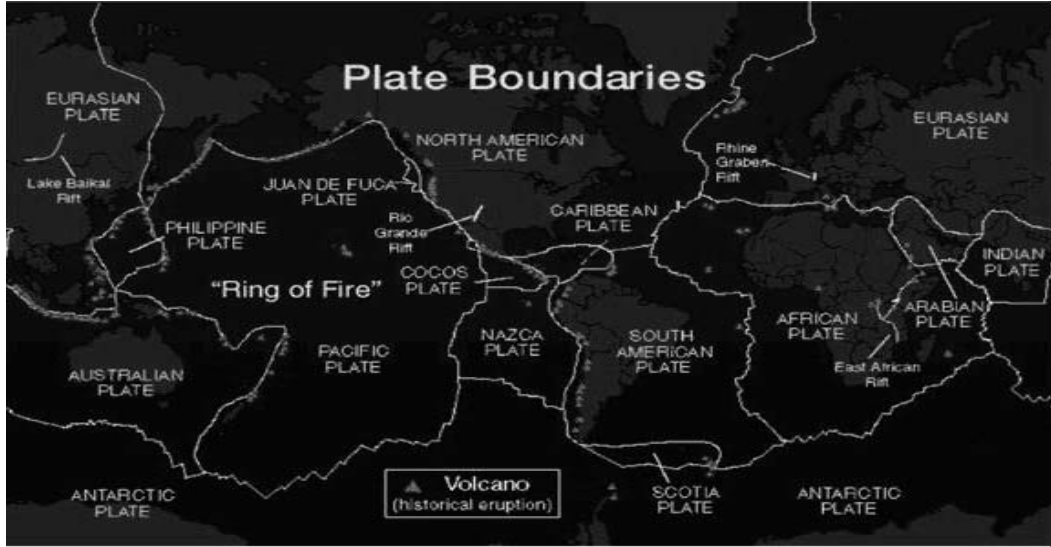
Bu tanımlamaya ek olarak, bazı alanlarda bulunan “sıcak kuru kayalar” akışkan içermemesine karşın jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından, yeraltındaki hazneler sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu

nedenle pratikte, beslenmenin üzerinde kullanım olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir.

Yukarıdaki tanım ve saptamalar ışığında jeolojik dengeler jeopolitik baskılarla bozulmadığı sürece Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür.

Dünyadaki jeotermal sistemlerin oluşumu 1915 li yıllarda Alfred Wegener tarafından keşfedilen “continental drift”/kıtaların açılması teorisinin geliştirilmesi sonucu 1960 larda çok geniş bir kabul gören PLAKA TEKTONİĞİ ile yakından ilintilidir.

Buna göre dünyamız belli başlı plakalardan oluşmaktadır ve jeotermal sistemler bu levhaların çarpıştığı aktif kıta kenarlarında, okyanus ortası sırtlarda, aktif kıta yarıklarında (riftlerde) ve volkanik adalar üzerinde bulunurlar. Ülkemiz de bu bu aktif kuşakta yer almaktadır(Şekil.1).



Şekil 1. Dünyadaki önemli Jeotermal kuşaklar ve levha (plaka) sınırları

## 3. JEOTERMAL SİSTEM

Jeotermal sistem, dört ana unsurdan oluşur (Şekil 2):

1. Isı Kaynağı
2. Rezervuar ve/veya hazne kayaç
3. Isıyı Taşıyan Akışkan
4. Örtü kayaç

**Isı Kaynağı:** Plaka hareketleri sonucu mantoda oluşan yersel veya bölgesel düzensizlikler mantoda ısı sıcaklığı, akışkan entalpisi, fiziksel durumu, doğası ve jeolojik yerleşimi gibi özelliklerine göre sınıflandırılırlar.

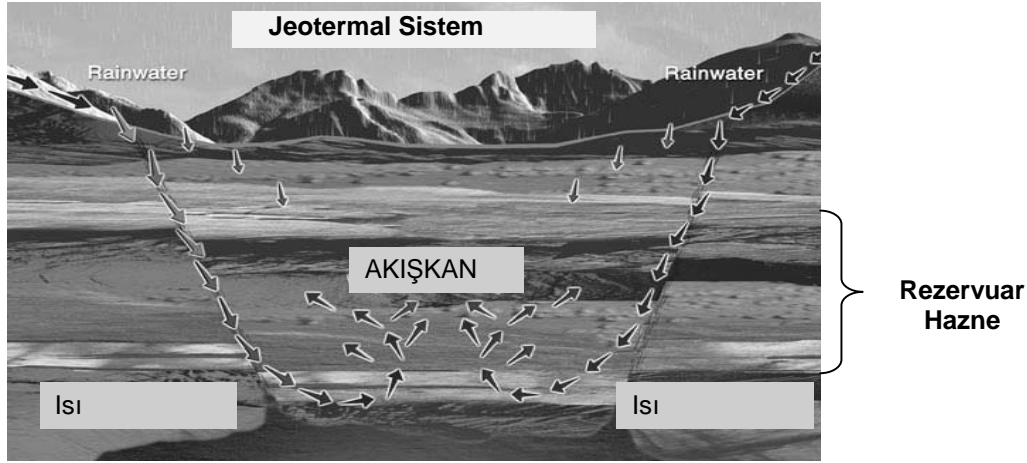
**Isıyı Taşıyan Akışkan ve/veya Jeotermal Akışkan:** Meteorik kökenli yağmur suları yeryüzüne düştükten sonra çatlaklı zonlardan süzülerek derinlerdeki ısı anomalisi etkisi ile ısınmış kayalardaki ısıyı süpürerek yüzeye, ekonomik anlamda erişilebilecek

anomalileri oluşturur. Bu anomalilerin tektonik hatlar ve/veya kuşaklar boyunca yer kabuğuna ulaştığı noktalardaki ısı anomalisi zonları ve/veya sıcak noktalar (hot spots) jeotermal sistemler için ısı kaynağını oluşturur.

**Jeotermal Rezervuar:** İşletilmekte olan Jeotermal sistemin sıcak ve geçirgen kısmını tanımlar. Jeotermal sistemler ve rezervuarlar; rezervuar

sığ derinliklere taşıyarak sistemin çalışan jeotermal akışkanı olur.

**Örtü Kayaç:** Jeotermal sistemlerin geliştiği alanlar üzerinde derindeki rezervuar zonda bulunan akışkan ve ısının yeryüzüne ve dolayısı ile atmosfere boşalmasını önleyen geçirimsiz kayaçlardır.



Şekil 2. Jeotermal Sistem

#### 4. JEOTERMAL ENERJİDE ÜLKE GERÇEKLERİ; KULLANIM ALANLARI VE UYGULAMALAR

Ülkemizin jeolojik oluşumunda genç tektonizma ve volkanizma yaygın olarak gelişmiştir. Aktif faylar, grabenler ve yaygın olarak gözlenen genç volkanizma sonucunda oluşmuş doğal buharların, hidrotermal alterasyonların ve sıcak su kaynağının varlığı, ülkemizin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Jeotermal kaynaklarımızın çoğu, Ülkemizde özellikle 1999 Marmara depremlerinden sonra toplumun gündemine giren “fay” hatlarıyla yakından ilişkili olduğu gözlenir. Jeotermal kaynaklar özellikle bu diri

faylar ve bunlara bağlı olarak oluşan kırıklar boyunca yeryüzüne ulaşırlar. İnsanlığın korkulu rüyası olan depremleri üreten kırık sistemleri ve fayların bir kısmı, bizlere yerin derinliklerindeki enerjiyi ulaştırmakta önemli rol alırlar.

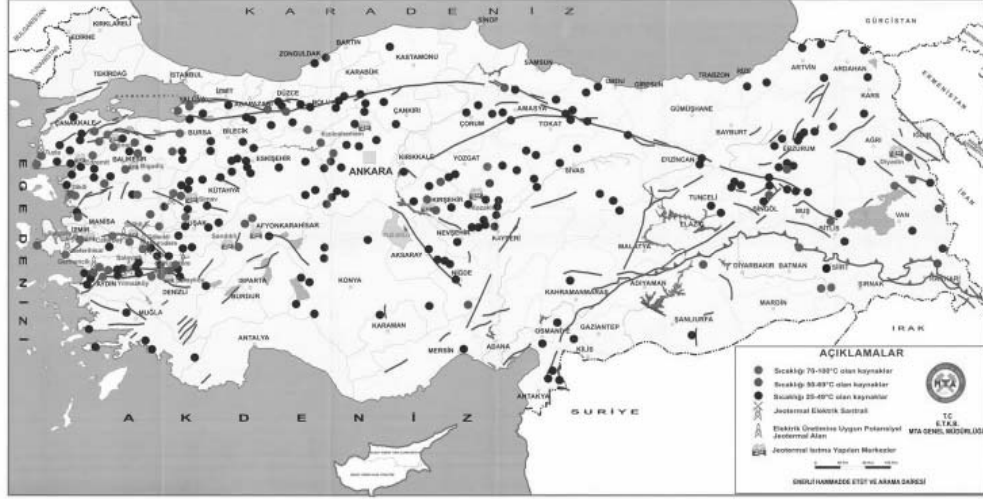
Jeotermal enerji, sıcaklığına bağlı olarak, başta elektrik üretimi, ısıtma ve tedavi amaçlı olmak üzere endüstride çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta bir jeotermal akışkandan entegre olarak bir çok alanda faydalanmak mümkündür.

##### 4.1. Kullanım alanları

Jeotermal kaynak ısısına bağlı olarak elde edilen enerjiye dayalı kullanım alanları Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları

ISI (°C)	Kullanım Alanı	Elektrik Üretimi	Isıtma
180	Yüksek konsantrasyon çözeltisinin buharlaşması, amonyum absorpsiyonu ile soğutma	+	
170	Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, Diatomit kurutulması	+	
160	Kereste, balık ve yiyeceklerin kurutulması	+	
150	Bayer's yöntemi ile Aliminyum eldesi	+	
140	Çiftlik ürünlerinin kurutulması (konservecilik)		+
130	Şeker endüstrisinde kullanım ve tuz eldesi		+
120	Temiz tuz üretimi ve tuzluluk oranının arttırılması		+
110	Çimento kurutulması		+
100	Organik maddelerin kurutulması		+
90	Balık kurutma		+
80	Ev ve sera ısıtma		+
70	Soğutma (alt sıcaklık sınırı)		+
60	Kümes ve ahır ısıtma		+
50	Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar		+
40	Toprak ısıtma, kent ısıtma		+
30	Yüzme havuzları, fermantasyon		+
20	Balık çiftlikleri		+



Şekil 3. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Dağılımı ve Uygulama Haritası

## 4.2. Önemli Jeotermal Sahalar ve Yapılmakta Olan Uygulamalar

Ülke genelinde yaygın olan bu enerji kaynağına yönelik olarak 1960 lı yıllardan buyana sürdürülen çalışmaların sonunda keşfedilen gerek elektrik üretimine gerekse konut ısıtıcılığına elverişli sahalara ve uygulamalara ilişkin örnekler aşağıda verilmektedir.

### Türkiye'de elektrik üretimine uygun sahalara

1. Aydın-Germencik (232 °C),
2. Denizli-Kızıldere (242 °C),
3. Manisa-Alaşehir-Kurudere (184 °C)
4. Manisa-Salihli-Göbekli (182 °C)
5. Çanakkale-Tuzla (174 °C)
6. Aydın-Salavatlı (171 °C)
7. Kütahya-Simav (162 °C)
8. İzmir-Seferihisar (153 °C)
9. Manisa-Salihli-Caferbey (150 °C)
10. Aydın-Yılmazköy (142 °C)
11. İzmir-Balçova (136 °C)
12. İzmir-Dikili (130 °C)

### Konut Isıtıcılığına Uygun Sahalar

Türkiye'deki jeotermal sahalara % 55'i gibi önemli bir bölümü konut ısıtıcılığına uygun sıcaklıkta jeotermal akışkan içermektedir. 50 derece alt sınırına göre konut ısıtıcılığına uygun 80 in üstünde saha dillendirilmekte olup yine bu rakamlara temkinli yaklaşmak gerekmektedir.

### Konut Isıtması ve Termal Tesis Isıtması Yapılan Yerler

Jeotermal enerji ile Gönen(Balıkesir), Simav (Kütahya), Kızılcahamam (Ankara), Balçova(İzmir), Sandıklı (Afyon), Kırşehir, Afyon, Kozaklı (Nevşehir), Sarayköy (Denizli), Salihli (Manisa), Edremit (Balıkesir), Bigadiç (Balıkesir) ve Diyardin (Ağrı) de konut ısıtılması yapılmaktadır.

Bunun yanında Balçova (İzmir) termal tesisleri ile tedavi merkezi ve Üniversite kampüsü, Simav-Eynal'da kaplıca tesisleri, Kızılcahamam'da Kaplıca

tesis ve otelleri, Afyonda kent ısıtıcılığı, Afyon-Ömer'de kaplıca tesisleri, otel ve moteller, Oruçoğlu ve Hayat turist tesisleri, Gediz'de kaplıca tesisleri, Havza'da kaplıca tesisleri ve otelleri, Salihli Kaplıca motelleri, Ayder'de kaplıca tesisleri jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Salihli, Çeşme, Dikili ve Sındırgı'da ise yine merkezi sistem ısıtma için inşaatlar devam etmektedir. Bu sistemlerin dışında ülkemizin birçok yöresinde küçük çaplı bina ve sera ısıtmaları da yapılmaktadır.

### Sera Isıtması

Balçova, Seferihisar, Afyon-Ömer, Sivas-Sıcakçermik, Edremit-Havran, Sandıklı-Hüdai, Urfa- Karaali, İzmir-Dikili ve Sındırgı-Hisaralan'da uygulanmaktadır.

### Türkiye'de jeotermal olarak merkezi ısıtma imkanı bulunan bazı yerleşim birimleri :

Afyon	Akyazı
Aydın	Bademli
Balçova	Balıkesir
Balya	Bigadiç
Bolvadin	Buldan
Bursa	Denizli
Dikili	Edremit
Emet	Erciş
Erzurum	Gediz
Germencik	Güre
Havran	Havza
Hisaralan	Ilgın
Ilıca	İzmir
Karacasu	Kızılcahamam
Kozaklı	Kuzuluk
Nazilli	Sarayköy
Pamukçu	Pasinler
Reşadiye	Sakarya
Salavatlı	Salihli
Sandıklı	Seben
Seferihisar	Sındırgı
Sivas	Sorgun
Susurluk	Turgutlu
Yenice	Yozgat

## Endüstriyel Uygulamalar

Kızıldere'de Jeotermal akışkandan 120.000 ton/yıl karbondioksit üretimi yapılmakta, Gönen'de deri tabaklama, Kızıldere-Sarayköy'de yün ağartmada yararlanılmaktadır.

## 5. JEOTERMAL YASA VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Jeotermal kaynakların kamu yararı doğrultusunda ve etkin olarak araştırılıp kullanıma sunulması buna yönelik yasal düzenlemeleri zorunlu kılmaktadır.

**Jeotermal uygulamalarda tarihsel süreç:** Zengin Jeotermal kaynaklara sahip olan ülkemizde kapsamlı bir Jeotermal yasanın olmayışı bu alandaki yatırımcıları tatmin etmemiş, bu nedenle uzun yıllar boyunca bu kaynaklardan sınırlı derecede yararlanmak mümkün olmuştur.

Ülkemizdeki ilk kapsamlı **Jeotermal Yasa**, 2007 yılında çıkartılan, **“5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Yasası”** dır(5). Bununla beraber ülkemizdeki Jeotermal faaliyetlerle ilgili haklar ve uygulamalar, 1900'lü yılların başında, birtakım padişah fermanları ve Atatürk'ün vermiş olduğu bazı imtiyazlar ile başladığı bilinmektedir.

Jeotermal kaynaklar ve Doğal Mineralli sular ile doğrudan ilgili, sağlıklı düzenlemelerin olmadığı yıllarda, bu kaynaklardan bilimsel ve teknik olarak faydalanmadan ziyade kamu yararı gözetilerek değişik alan ve uygulamalar yanında özellikle **ılıca/kaplıca** ve **icmece** amaçlı, bazen de hamam ve çamaşırılık olarak yararlanılmıştır.

Jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular ile ilgili ilk düzenleme 1906 tarihli Maadin Nizamnamesi ile başlamış ve ağırlıklı olarak 1926 yılında yürürlüğe giren 927 sayılı “Sıcak ve Soğuk Maden Sularının İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkında Kanun” döneminde, Valiliklerde (İl Özel İdarelerinde) devam edilmiştir. Bu Kanun döneminde bazı kamu kurumlarına, özel sektör ve gerçek kişilere bu kaynakların değerlendirilmesi için ruhsatlar verilmiştir. Bu dönemde jeotermal kaynaklardan ve doğal mineralli sularından, sadece **yıkılmaya ve içmeye mahsus sular** (en fazla 40 dereceye kadar ve doğal mineralli sular) kapsamı ve yaklaşımı ile çok sınırlı, çok az alanda yararlanılmıştır.

1954 yılında yürürlüğe giren 6309 sayılı Maden Kanunu döneminde (1954-1985 arası), 1983 yılına kadar bu kaynaklarla ilgili bir düzenleme yer almamıştır.

18.06.1983 tarihli Bakanlar Kurulu kararıyla ilk kez **“jeotermal”** ibaresi kullanılarak 6309 sayılı kanununa jeotermal kaynaklar ilave edilmiştir.

6309 sayılı kanun dönemindeki yaklaşık iki yıllık sürede (1983-1985 arası) bir çok kimseye ve kuruluşa (MTA) bazı haklar verilmiştir. Bu kanunun 1985 yılında yürürlükten kaldırılması ile Bakanlar Kurulu Kararı da yürürlükten kaldırılmıştır.

## 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu,

Türkiye'mizin ilk kapsamlı Jeotermal yasası uzun hazırlık döneminin ardından, bu kaynakları kullanan ve işleten tüm tarafların karşı çıkmasına rağmen, Jeotermal sistemlerin korunmasına yönelik yeterli yaptırım ve zorunlulukları içermeyecek bir tarz usulde, reenjeksiyonun sadece çevresel etkilerden kurtulmak amacıyla bazı durumlarda zorunlu kılan hükümleriyle 13.06.2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu Kanunun uygulanmasına yönelik Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği de 11.12.2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Uzun yıllar boyunca yeterince yatırım yapılmayan sektör, yeni yasanın tüm eksiklerine rağmen Jeotermal enerji sektörünün gelişmesine katkı sağlayacak özellikle elektrik enerjisi üretimine yönelik büyük projeler ve diğer entegre kullanımlarla ilgili yatırımlarla gözle görülür bir hareketliliğe kavuşmuştur. Henüz 1 yıl olmasına karşın alınan ruhsat sayısının 2500'ü bulması Jeotermal yasanın önemini göstermektedir.

Söz konusu Kanun ve uygulanmasına dair yönetmeliğin ilgili hükümleri gereği daha önce 6309 , 927 ve 5177 sayılı kanunlarına göre verilmiş hakların intibak işlemleri İl Özel İdareleri tarafından yapılarak MİGEM'e bildirilmiştir. Jeotermal Ruhsat Müracaatları, talep sahibi tarafından önce, İl Özel İdaresine, 5686 sayılı Kanunun Ek-1 formatına göre hazırlanmış arama projesi ile birlikte yapılmakta ve ilgili Özel İdare tarafından sisteme girişi yapıldıktan sonra müracaat ile ilgili bilgi ve belgeler MİGEM'e gönderilmektedir. MİGEM'de ruhsat müracaat talep alanı ile ilgili değerlendirme yapıldıktan sonra, değerlendirme sonuçları yine ilgili İl Özel İdareye bildirilmektedir.

İl Özel İdareleri hak kazanılan alanlar için projenin uygun bulunması ve gerekli harç ve teminatın yatırılmasını müteakip arama ruhsatı düzenleyerek, talep sahibine vermektedir.

Bu Kanuna projelerin denetlenmesi ile ilgili yaptırımlar öngörülmüş olup böylece hem kaynağın israf edilmemesi hem de çevre kirlenmesinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununa göre bu kaynakların değerlendirilebileceği her alanda uygun projelere dayalı olarak gerçek ve tüzel kişiler ile kamu kurum ve kuruluşlarına ruhsat verilebilmektedir.

## 6. SONUÇ

Global olarak tüketilen enerjinin %90'ının fosil yakıtlar olarak bilinen Petrol, Kömür ve Doğalgaz'dan karşılanmakta olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarının oranının ise %8 lerde seyrettiği dikkat çekmektedir. Gerek fosil enerji kaynaklarındaki kritik rezerv durumları gerekse dünyada yerel kirliliğe ve küresel iklim değişimlerine neden olan sera

emisyonlarını sınırlandırma eğilim ve artan çevresel kaygılar dikkate alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi büsbütün ortaya çıkmaktadır. Ülkemizin enerji gereksinimi esas olarak petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarıyla karşılanmakta olup, özellikle petrol ve doğalgazda ise tam bir dışa bağımlılık yaşanmaktadır. Bu anlamda birçok yönden eksikler içeren yeni Jeotermal yasanın da getirdiği hareketliliği dikkate alıp yasanın yeniden ele alınıp eksiklerinin giderilmesi ve Jeotermal yatırımların önünün açılması yararlı olacaktır.

## **KAYNAKLAR**

1. Petrol Savaşları, D. Aydal
2. The Energy Watch Group, 2007
3. Tmmob Enerji Raporu, 2006
4. TMMOB Jeotermal Kongresi Bildiriler Kitabı, 21-24 Kasım 2007 Ankara
5. Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Yasası TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 2009

