

Jeotermal Potansiyelimiz*

Tevfik Kaya¹

Bu raporda, jeotermal enerji potansiyeli ve kullanımıyla ilgili Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesinin 2014 Enerji Raporu'ndaki değerlendirmelere yer verilmiştir.

Türkiye'de Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanımı

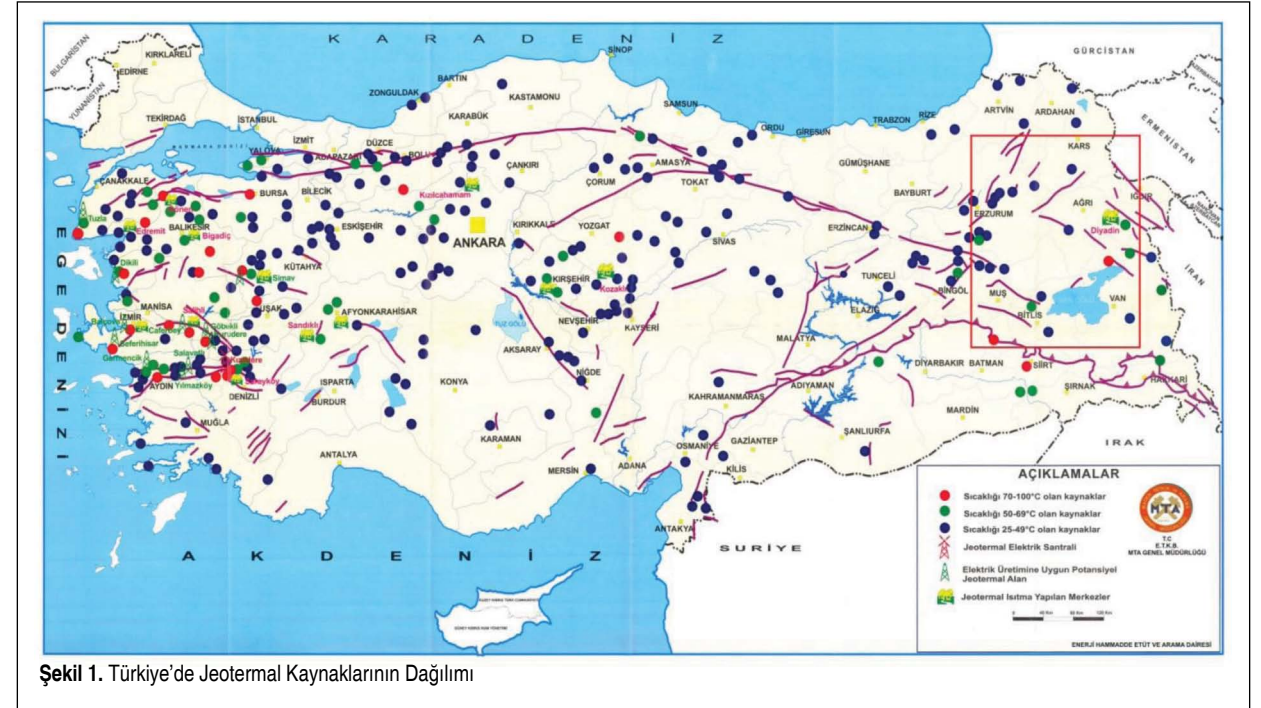
Bilindiği üzere Türkiye, yoğun tektonik hareketliliğe sahip bir ülkedir. Tektonik hareketliliğin olumsuz sonuçları olduğu gibi, olumlu etkileri de bulunmaktadır. Bu olumlu etki, yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağını, yani jeotermal enerjiyi açığa çıkarır. Örneğin kaplıcalar, bölgesel konut ısıtılması, sera ısıtılması, tarımsal kurutma, ısı pompası ve endüstriyel uygulamalar jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı kapsamındadır. Yurdumuzun jeotermal potansiyelinin belirlenmesi ve kullanımı için gerekli araştırmalar ve incelemeler

Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından 1962 yılında başlatılmıştır. 1960 yılından günümüze kadar MTA ve özel sektör tarafından yaklaşık 227 jeotermal alanı tespit edilmiştir. 1962 yılından günümüze kadar doğrudan kullanım ve elektrik üretim amaçlı olarak yaklaşık 560 tanesi MTA tarafından olmak üzere toplamda 1200 civarında jeotermal sondaj kuyusu açılmıştır.

Ülkemizdeki Jeotermal sahalar (Şekil 1) daha çok Batı Anadolu'da yer almaktadır (Örneğin Afyon, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Sakarya, Uşak, Yalova). Jeotermal sahaların %95'i orta ve düşük entalpili sahalar olup, doğrudan kullanıma, yani bölgedeki konutların ısıtılmasına, seracılık üretimine ve kaplıca turizmüne uygundur. En düşük 35°C kuyu başı sıcaklığına göre MTA tarafından ispatlanmış je-

otermal ısı kapasite toplamı 475 MWt düzeyindedir. Yurdumuzun tahmin edilen jeotermal ısıl gücünün (31.500 MWt) 5 milyon konutun ısıtılmasına eşdeğer olduğu ifade edilmektedir (MTA). Bu bağlamda Türkiye'nin bölgesel konut ısıtılmasında bilgi, deneyim ve uygulama açısından dünyanın önde gelen jeotermal ülkeleri arasında olduğu söylenebilir.

2015 yılı itibarıyla dünyada 78 ülkenin jeotermal enerjiyi doğrudan kullanım kapasite toplamı 70.329 MWt'dir. Türkiye, jeotermal enerji kullanımını açısından ilk yedi ülke arasında yer almaktadır. Bu ülkeler sırasıyla şöyledir: Çin (17.870 MWt), ABD (17.415 MWt), İsveç (5.600 MWt), Türkiye (2.886 MWt), Almanya (2.848 MWt), Japonya (2.186 MWt) ve İzlanda (2.040 MWt) dir. Aşağıda, Türkiye'nin jeotermal potansiyeli ile ilgili veriler anlatılmıştır.



Şekil 1. Türkiye'de Jeotermal Kaynaklarının Dağılımı

Türkiye'nin Jeotermal Potansiyeli

- Türkiye, dünyanın 7. büyük jeotermal enerji potansiyeline sahiptir.
- Türkiye'nin teorik jeotermal enerji potansiyelinin 31.500 MW olduğu varsayılmaktadır. İspatlanmış fiili kullanılabilir teknik kapasite 4809

MWt olup, 2705 MWt'lık kısmın 805 MWt'i konut ısıtılmasında, 805 MWt'i sera ısıtılmasında, 420 MWt'i termal tesis ısıtılmasında, 1.005 MWt de kaplıca kullanımında ve 43 MWt'i ısı pompası uygulamasında kullanılmaktadır. Elektrik teknik potansiyel ise 600 MWe (4 milyar

kWh/yıl, keşfedilen 15 saha) olarak belirlenen potansiyel, yeni keşifler ile 1000 MWe olarak belirlenmiş ve fiili kurulu güç ise 433 MWe'dir.

- İTÜ Enerji Enstitüsü, yapılacak yeni saha araştırma ve sondaj çalışmalarlarıyla, bu rakamın 2000 MWe'ye yükseltilebileceğini öngörmektedir. Devredeki santrallerin kurulu gücü 437 MW'a ulaşmıştır. Lisans alan jeotermal elektrik santrallerinin kurulu gücü 414,00 MW'dır. Öte yandan, 2015 Mart ayı itibarıyla toplam 402.87 MW kapasitede 22 proje lisans başvurusu değerlendirme aşamasındadır. Yaklaşık 200-250 MWe için de arama, saha çalışmaları devam etmektedir. Elektrik üretimi amaçlı tüm bu projeler gerçekleşirse bu proje stoku, iktidarın 600 MW'lık hedefini ikiye katlayabilecektir. Ancak bu rakam bile, İTÜ Enerji Enstitüsü'nün 2000 MW öngörüsünün çok gerisindedir.
- 1960'lardan beri 186 adet jeotermal sahası keşfedilmiştir. Bunların %95'i doğrudan kullanıma uygundur.
- Rezervuar sıcaklığı 120°C üzerinde

Tablo 1. Elektrik Üretimine Olduğu Jeotermal Saha Sıcaklıkları (Aralık 2014)

Saha Adı	Sıcaklık (°C)	Saha Adı	Sıcaklık (°C)
Manisa-Alaşehir-Köseali	287	Kütahya-Simav	162
Manisa-Alaşehir	265	Aydın-Umurlu	155
Manisa-Salihli-Caferbey	249	İzmir-Seferihisar	153
Denizli-Kızıldere	242	Denizli-Bölmekaya	147
Aydın-Germencik-Ömerbeyli	239	Aydın-Hıdırbeyli	146
Manisa-Alaşehir-Kurudere	214	İzmir-Dikili-H.Çiftliği	145
Aydın-Yılmazköy	192	Aydın-Sultanhisar	145
Aydın-Pamukören	188	Aydın-Bozyurt	143
Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere	188	Denizli-Karataş	137
Manisa-Salihli-Göbekli	182	İzmir-Balçova	136
Kütahya-Şaphane	181	İzmir-Dikili-Kaynarca	130
Çanakkale-Tuzla	174	Aydın-Nazilli-Güzelköy	127
Aydın-Salavatlı	171	Aydın-Atça	124
Denizli-Tekkehamam	168	Denizli Sarayköy Gerali	114

* Haziran 2014 tarihinde yayımlanan Türkiye'nin Enerji Görünümü Oda Raporunun "Jeotermal Potansiyelimiz" bölümü dergimiz için geliştirilip güncellenmiştir.

¹ Petrol Y. Mühendisi - ODTÜ Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Öğretim Görevlisi, ODTÜ Mezunları Derneği Enerji Komisyonu Üyesi

Tablo 2. Jeotermal Enerji ile Bölgesel Isıtma Yapılan Yerler

Isıtma Yapılan Bölge	Isıtılan Eşdeğer Konut Sayısı	İşletmeye Alınış Yılı	Jeotermal Akışkan Sıcaklığı (°C)
Balıkesir-Gönen	3400	1987	80
Kütahya- Simav	5000	1991	137
Kırşehir	1900	1994	57
Ankara-Kızılcahamam	2500	1995	70
İzmir-Balçova	35000	1996	137
Afyon	4600	1996	95
Nevşehir-Kozaklı	1300/3500	1996	90
İzmir-Narlıdere	1500	1998	125
Afyon-Sandıklı	6000/12000	1998	75
Ağrı-Diyadin	570 / 2000	1999	70
Manisa-Salihli	7290/ 24000	2002	94
Denizli-Sarayköy	2200/ 5000	2002	95
Balıkesir -Edremit	4881/ 7500	2003	60
Balıkesir-Bigadiç	1950 /3000	2005	96
Yozgat-Sarıkaya	600/2000	2007	60
Yozgat-Sorgun	1500	2008	80
Yozgat-Yerköy	500/3000	2009	65
İzmir-Bergama	450/10000	2009	60

olup, elektrik üretimi projeleri, çalışılan ve planlanan jeotermal sahalar dır.

- Ülkemizde daha çok Batı Anadolu'da yer alan jeotermal sahaların %95'i bölgesel konut ısıtılması, seracılık ve kaplıca turizmüne uygundur.
- Sıcaklıkları 20-242°C arasında değişen 1500 adet sıcak ve mineralli su kaynağı mevcuttur.
- Şu an Türkiye'de,
 - 90.000 konut,
 - 30.500.000 m² sera,
 - 325 spa tesisi jeotermal enerjiyle ısınmaktadır.

TEİAŞ verilerine göre, Türkiye'de 31 Aralık 2014 itibarıyla 9 Jeotermal sahada, mevcut 17 jeotermal elektrik santralının toplam kurulu gücü 437 MWe'dir.

Yurdumuzda işletmede olan jeotermal santraller, "Doğrudan Buharlaştırma-Yoğuşma Çevrimli Santral" (Flash-F) ve "İki Akışkan Çevrimli Santral" (Binary-B) olmak üzere iki farklı tiptedir.

Jeolojik konumu ve buna bağlı teknik yapısı nedeniyle ülkemiz, jeotermal kaynaklardan doğrudan faydalanma

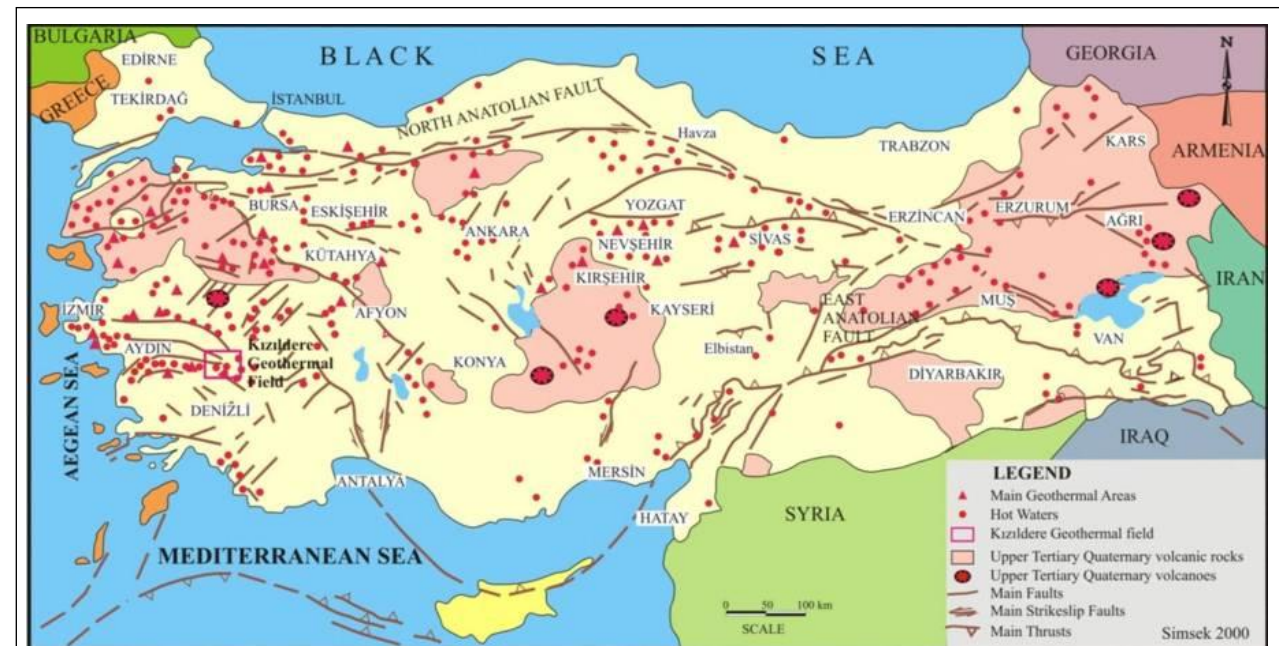
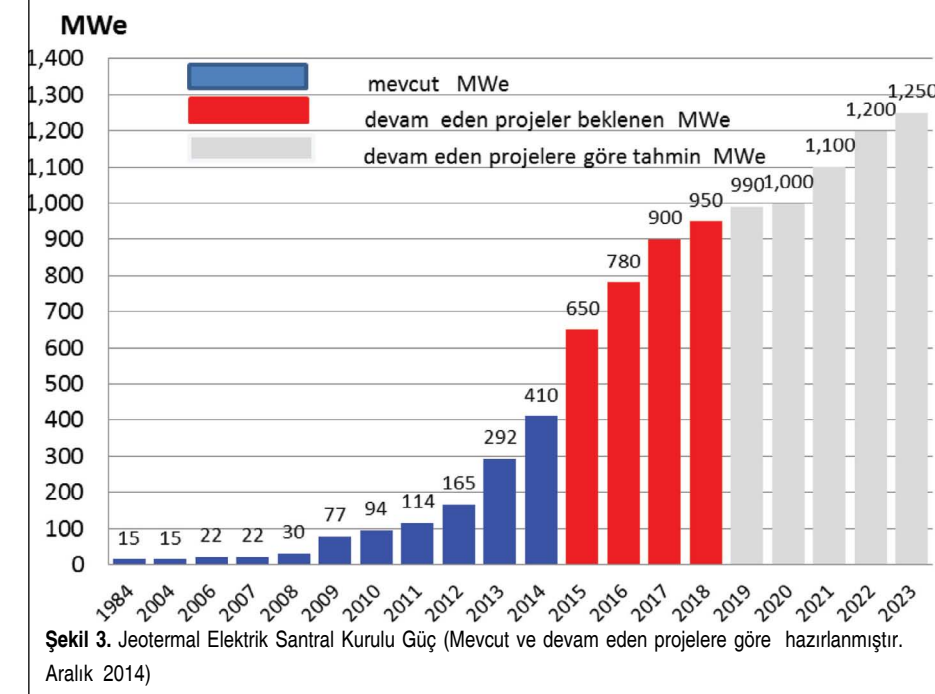
Tablo 3. Devrede Olan Jeotermal Elektrik Üretim Santralleri

Yer	İşletici Firma	Kurulu Gücü (MWe)	Santral Tipi	İşletmeye Alınış Yılı
Denizli- Kızıldere	Zorlu Enerji	15	Flash	1984
Aydın-Salavatlı	Mege (Dora 1)	8.2	Binary	2006
Aydın-Salavatlı	Mege (Dora 2)	11.5	Binary	2010
Aydın-Germencik	Gürmat	47.4	Flash	2009
Denizli-Kızıldere	Bereket	6.85	Binary	2008
Çanakkale-Tuzla	Enda (TJEAS)	7.5	Binary	2010
Aydın-Hıdırbeyli	Maren Enerji-Irem	22	Binary	2011
Aydın-Hıdırbeyli	Maren Enerji-Sinem	22.5	Binary	2012
Aydın-Hıdırbeyli	Maren Enerji-Deniz	24	Binary	2012
Denizli	Degirmenci	0.84	Binary	2012
Aydın-Salavatlı	Mege(Dora 3a)	21	Binary	2013
Aydın Gümüşköy	BM	13.2	Binary	2013
Aydın Pamukören	Çelikler	45	Binary	2013
Denizli Kızıldere II	Zorlu Enerji	75	Flash/Binary	2013
Aydın Germencik	Binary Gürmat-Efe 1	22.5	Binary	2014
Aydın-Salavatlı	Mege (Dora 3b)	20	Binary	2014
Manisa Alasehir	Türkerler	24	Binary	2014
Aydın-Hıdırbeyli	Maren Enerji-Kerem	24	Binary	2014
Aydın Germencik	Binary Gürmat-Efe 2	22.5	Binary	2015
Denizli Tosunlar	Akça Enerji	3.5	Binary	2015

(ısıtma, kaplıca, sera gibi) konusunda dünyada beşinci sıradadır. Elektrik enerji üretiminde ise son yıllarda hızlı artış göstermektedir. Bu duruma rağmen ülkemiz, jeotermal enerjiden yararlanma konusunda hak ettiği konumun çok gerisindedir. 1962 yılında MTA tarafından bir sıcak su envanter çalışması olarak başlatılan Türkiye'nin jeotermal enerji araştırmasıyla bugün toplam 600'den fazla termal kaynak (sıcak ve mineralli su kaynağı) bilgisine ulaşılmıştır (Şekil 2).

Ayrıca toplam yaklaşık 500 MWe kurulu gücünde 15 jeotermal santral projesi, arama, fizibilite ve/veya proje aşamasındadır. Halen devam eden projelere göre, mevcut ve beklenen jeotermal kurulu güç kapasiteleri (Şekil 3) 30'un üzerinde olan firma, jeotermal projeleri için tüt arama ve sondaj çalışmalarına devam etmektedir. Detayları Tablo 4'te verilmektedir.

Türkiye'de jeotermal sahalar da arama, üretim ve re-enjeksiyon amaçlı olarak %90'ı özel sektöre ait olmak üzere, kapasiteleri 750 HP-2000 HP arasında değişen (1000 m-4500 m) yaklaşık 30'un üzerinde sondaj kulesi aktif olarak çalışmaktadır (Mayıs 2015).

**Şekil 2.** Türkiye'de Aktif Tektonik Hatlar ve Sıcak Su Kaynaklarının Dağılımı**Şekil 3.** Jeotermal Elektrik Santral Kurulu Güç (Mevcut ve devam eden projelere göre hazırlanmıştır. Aralık 2014)

Petrol-Gaz ve Jeotermal Sondaj hizmetlerindeki kontratlarda en çok tercih edilen uygulamalar günlük ücret bazlı olup, metre başına ücret ve anahtar teslim yöntemleri de kullanılmaktadır.

Metre başına ücret bazlı kontratlar Türkiye'de daha çok soğuk su kuyusu sondajlarında tercih edilmektedir. Türkiye'deki derin ve yüksek sıcaklıklı jeotermal sondajlarda daha çok günlük ücret bazlı kontratlar kullanılırken, sığ ve düşük sıcaklıklı sondajlarda metre bazlı kontratlar da uygulanmaktadır.

Jeotermal sondajlarda hizmet veren kulelerin günlük kiralama ücretleri 2010 yılından 2013 yılına kadar bir artış göstermiştir. 2010 yılından itibaren sektöre giren yatırımcı sayısında artış görülmesi, yatırımcı şirketlerin

Tablo 4. Türkiye’de Fizibilite veya Proje Aşamasında Olan Jeotermal Elektrik Santralleri

Yer	İşletici Firma	Kurulu Gücü (Mwe)	Yer	İşletici Firma	Kurulu Gücü (Mwe)
Denizli-Kızılder	Zorlu	-	Manisa-Alaşehir	Deltom	
Aydın-Germencik	Gürmat	163	Manisa-Alaşehir	Özmen	-
Aydın-Sultanhisar	Çelikler	22.5	Manisa-Salihli	Sanko	-
Aydın-Germencik	Maren	20	Manisa-Salihli	Aytemiz	-
Aydın-Hıdırbeyli	Karadeniz	20	Kütahya-Gediz	Orya	-
Denizli-Sarayköy	Akça	3.5	Kütahya-Gediz	Güral-Summa	-
Aydın-Pamukören	Çelikler	57	Kütahya-Simav	Kayen	-
Manisa-Alaşehir	Türkerler	24	Aydın-Gümüşköy	Turcas	-
Manisa-Alaşehir	Maspo	10	Aydın-Moralı	Karizma	-
Manisa-Alaşehir	Soyak	10	Aydın-Çiftlikköy	Sanko	-
Manisa-Alaşehir	Akça	20	Aydın-Ortaklar	Agni	-
Manisa-Alaşehir	Zorlu	50	Çanakkale-Tuzla	Transmak	-
Aydın-Nazilli	Kipaş	20	Manisa-Alaşehir	Enel	-
Denizli-Tekkehamam	Greeneco	20	Manisa-Alaşehir	SDS	-
Denizli-Babdağ	Jeoden	2.5	Manisa-Alaşehir	Ecolog	-

alma ve servis şirketleri kurma yoluna giderken, yeni sondaj servis şirketleri de kurulmuş ve kule sayısında hızla bir artış olmuştur. Sektörde artan kule sayısı sebebiyle, 2013 yılından itibaren kule kiralama ücretlerinde 2008-2009 yılı fiyatlarına doğru bir gerileme görülmüştür (Şekil 4).

Jeotermal enerjide dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir.

• Jeotermal kaynaklı elektrik üretimi için mevcut hedeflenen kapasite en kısa sürede bilimsel esaslara ve teknolojik gerekliliklere uygun olarak değerlendirilmelidir. Yeni jeotermal kaynak aramalarına ağırlık verilmelidir. Jeotermal kaynaklar değerlendirilerek on binlerce evin jeotermal enerjiyle ısıtılmasının önü açılmalıdır. Jeotermal kaynağın entegre kullanımıyla doğrudan ve dolaylı yararlanma olanakları optimize edilerek maksimum fayda sağlanmalıdır.

• Yasa, ruhsat isteminde bulunan kişi ya da kuruluşların arama ve işletme açısından donanımlı ya da kararlı olmalarına bir ölçüt getirmemiştir. Yasa, uygulayıcılara, kişi ve kuruluşların bu kadar çok sayıda ruhsat edinmesi durumunda, “amacını ve ciddiyetini” sorgulama ve kanıtama araçlarını sağlamamıştır. Yasanın bu sorgulamayı olanaksız kılan bir başka zaafı da İl Özel İdareleri yetkilendirilerek otoritenin il sayısına bölünmüş olmasıdır. Kamu yönetiminin, jeotermal kaynak için başvuru yapan kişi ya da kuruluşun, ülkenin başka yerlerinde kaç ruhsat başvurusunun olduğunu ya da kaç ruhsat edindiğini sorgulamasına imkân verecek düzenleme yapılmalıdır.

• Gerçekte, kayıtlar ve siciller tek merkezde, Ankara’da MİGEM’de

yapılmaktadır. Ancak MİGEM’in bir yorum yapma, yetki kullanma, sorgulama ve eleme yetkisi yoktur. Yasaya göre MİGEM yalnızca kayıt tutucudur. MİGEM işlem ve uygulamalarında bütünlük ve eşgüdüm sağlanmalıdır.

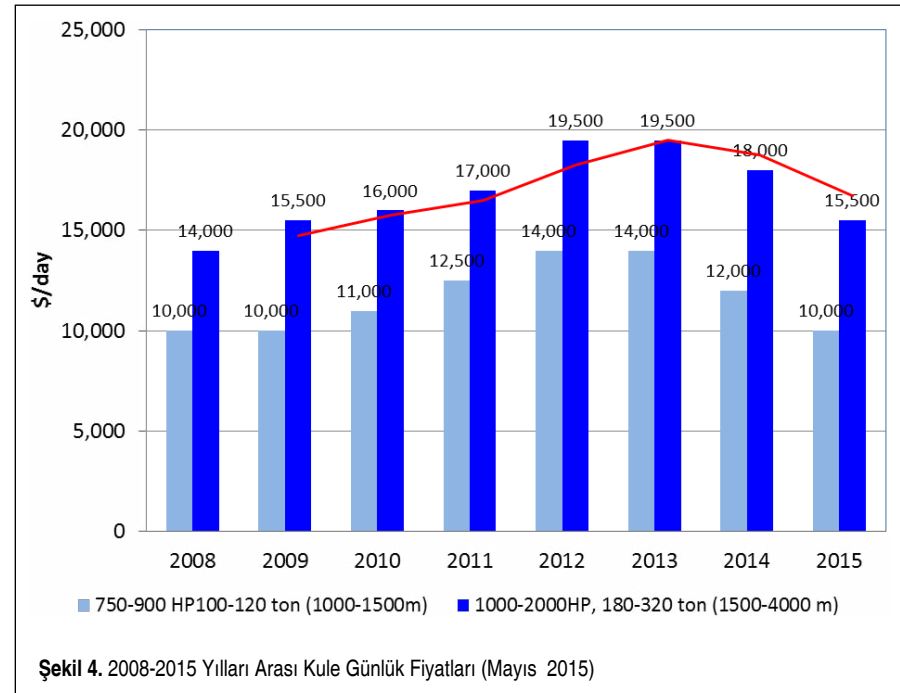
- Biyolojik bir kirleticinin varlık ve etkisini hangi sıcaklıklarda sürdürebileceği, kimyasal bir kirleticinin bulaşmasının böylesi kapalı bir sistem için ne anlam taşıyacağı sorgulanmamaktadır. Yasa ve yönetmelikte mineralli su işletmelerinde, kaplıca ve tedavi merkezi kaptaj ve kuyularının çevresinde alınması gereken koruma önlemleriyle, elektrik santralini beslemek üzere işletilen sahalar arasında bir ayrım yoktur. Denetim görevini yüklenmiş olan teknik kadrolar arasındaki yaklaşım farklılıkları, farklı uygulamalara neden olabilecektir. Bu konuda uygulama birliğini sağlamak için bir an önce yasal düzenleme yapılmalıdır.
- Jeotermal sahalarla sahip olma, oralarda çalışma yapabilme ve işletme olabileceği açısından da yasanın sonucu olan bir karmaşa vardır. Örneğin İl Özel İdareleri ruhsat sahibi ve yatırımcı ve işletmecisi olabilmektedir. Ama aynı alanda karar verici, hak ve sorumlulukları belirleyici ve koruyucu ve denetleyici konumundadır. MİGEM, ne arama ve ne de işletmecisi olamamakta; MTA ise yalnızca arama yapabilmekte ama işletmecisi olamamakta; ancak İl Özel İdareleri hepsini yapabilmektedir. Sonuçta, bugün her konuda tek yetkili kamu otoritesi de İl Özel İdareleridir. Günümüzde şirket kurup sondajlara başlayan İl Özel İdareleri vardır. Bu sorunlu yapı dönüştürülmeli, kurumların yetki ve sorumlulukları tanımlanmalıdır.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kararlarına esas oluşturacak iş ve

işlemleri tamamlamak ile faaliyetlerin yürütülmesi, kamusal denetim ve eşgüdümün sağlanması amacıyla, jeotermal enerji kaynaklarıyla ilgili yapılan faaliyetleri 5686 Kanun ve ilgili yönetmelikleri çerçevesinde yönetmek, yönlendirmek ve uygulamaları denetlemek için ETKB bünyesinde Jeotermal İşleri Genel Müdürlüğü kurulması önerisi, ilgili kesimlerce değerlendirilmelidir.

- Jeotermal arama ve işletme hakkına sahip şirketlerin faaliyetleri esnasında elde ettikleri jeokimya, jeolojik, jeofizik, sondaj, üretim çalışmalarına ilişkin her türlü verilerin kurulacak Jeotermal İşleri Genel Müdürlüğü arşivlerine intikalini sağlayarak Ulusal Jeotermal Veri Arşivi oluşturulmalı; bu verileri usulüne ve aslına uygun muhafaza ederek mevzuatın öngördüğü şekilde acık bilgi haline gelenleri isteyen gerçek ve tüzel kişilerin istifadesine sunarak ülkemizin jeotermal potansiyelinin daha doğru değerlendirilmesinin zemini oluşturulmalıdır.
- Jeotermal kaynak yönetimi, benzeri pek çok alandan çok daha fazla meslek ve uzmanlık alanı katkısını gerektirmektedir. Aramadan başlayıp kullanım aşamasına kadar jeoloji, jeofizik, maden, petrol, makina, çevre, kimya, ziraat, elektrik, inşaat vb. mühendislik dallarından, ekonomistlerden, sağlık uzmanlarından, peyzaj mimarlarından, meteoroloji uzmanlarından katkı almadan bu kaynaklar yönetilemez. Ama Yasa’da bu durum dikkate alınmamıştır. Sonuçta, ortak varlığımız olan bu doğal kaynağın en doğru, sürdürülebilir ve en uygun düzeyde kullanımını zorlayacak bir kurallar dizisi oluşmamıştır. Bu yüzden meslek grupları arasında çatışmalar olasıdır. Kaynakların korunması ve geliştirilmesi için

ilgili tüm tarafların görüşleri alınarak mevzuatta gerekli değişiklikler yapılmalıdır.

- Petrol ve doğalgaz arama sektörüne benzer şekilde, jeotermal arama sektöründe kullanılan sondaj ve kuyu tamamlama ekipmanları çoğunlukla aynıdır. Petrol, gaz ve jeotermal sondajlarında ve kuyu tamamlamada ortak olarak kullanılabilen bu ekipmanlar çok özel olup, pahalı ekipmanlardır. Petrol arama işlerinde kullanılan ekipmanlara 6326 sayılı Petrol Kanunu’nun 112. maddesiyle getirilen ithalat rejimine dair düzenleme ve kolaylıkların jeotermal sondajların yapımında kullanılan ekipmanların satın alınması, kiralanması veya kullanılması için de getirilmesinde yarar vardır. 5686 sayılı Jeotermal Kanunu’nda düzenleme yapılarak jeotermal sondajlar içinden vergi, resim ve harçlardan muafiyet verilmesi ve ithalat kolaylığı sağlanması sektörün gelişmesine yardımcı olacaktır.
- Jeotermal arama sondajlarında, kullanılan kulelerin yakıt maliyetleri toplam sondaj kuyusu maliyetinin derinliğe bağlı olarak %12-15’ine tekabül etmektedir. Jeotermal Arama faaliyetlerinde kullanılan sondaj makinelerinde kullanılan akaryakıtta özel tüketim vergisi (ÖTV) muafiyeti getirilmeli, böylece arama sondajlarının artmasına, jeotermal potansiyelin daha iyi ortaya konulmasına yardımcı olunmalıdır.
- Jeotermal enerjinin ısıtma amaçlı kullanımıyla ilgili teknik düzenlemeler, TMMOB Makina Mühendisleri Odası’nın işbirliğiyle hazırlanmalı, poje ve uygulamaların, Oda tarafından yetkilendirilmiş mühendisler eliyle yapılması sağlanmalıdır. ■



Şekil 4. 2008-2015 Yılları Arası Kule Günlük Fiyatları (Mayıs 2015)

projelerinde ihtiyaç duydukları sondaj kulelerinin iş yoğunlukları sebebiyle, kule kiralama sırasında sıra beklemek ve

projelerini 6 ay 1 sene gibi ileri tarihe ertelemek durumunda kalmışlardır. Bu sebeple yatırımcılar, kendi kulelerini