



TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

Bilimle
Emekle
inatla
Umutla



ISBN: 978-605-01-0852-1

Genel Merkez: Hatay Sokak No: 21 Kızılay / ANKARA
Tel: + (90) 312 432 30 85 Faks: + (90) 312 434 23 88
web: www.jmo.org.tr e-posta: jmo@jmo.org.tr



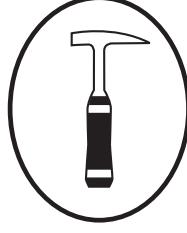
TMMOB
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

TÜRKİYE'NİN JEOTERMAL KAYNAKLARI, PROJEKSİYONLAR, SORUNLAR VE ÖNERİLER RAPORU

İbrahim AKKUŞ
Hüseyin ALAN



TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI Yayın No: 123



TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

**TÜRKİYE’NİN JEOTERMAL
KAYNAKLARI, PROJEKSİYONLAR,
SORUNLAR VE ÖNERİLER RAPORU**

İbrahim AKKUŞ

JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli
Sular Komisyon Başkanı
JMO Bilimsel Teknik Kurul Jeotermal Üyesi

Hüseyin ALAN

JMO Yönetim Kurulu Başkanı



ŞUBAT 2016, ANKARA

551.22 JEO

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası,

Türkiye'nin jeotermal kaynakları, projeksiyonlar, sorunlar ve öneriler raporu/TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2016.v

...s,şkl; hrt; 24cm. (Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No: 123

jeotermal-jeotermal enerji-doğal mineralli su, maden

ISBN: 978-605-01-0852-1

Teknik Hazırlık&Baskı

Afşaroğlu Matbaası

Kazım Karabekir Cad. Altuntop işhanı No: 87/7 İskitler/Ankara

Tel: 0 312 384 54 88

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. JEOTERMAL KAYNAKLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER	3
2.1.Jeotermal Kavramlar	3
2.1.1. Jeotermal Enerji	3
2.1.2. Jeotermal Sistem	3
2.1.3. Jeotermal Alan	3
2.1.4. Jeotermal Sistemin Elemanları	3
2.1.4.1. Isı Taşıyan Akışkan	3
2.1.4.2. Rezervuar Kaya ve/veya Zon	4
2.1.4.3. Isı Kaynağı.....	4
2.1.4.4. Örtü Kaya.....	4
2.1.4.5. Beslenme Alanı.....	4
2.1.5. Alterasyon	4
2.1.6. Jeotermal rezervuar	5
2.1.7. Jeotermal Sahaların Sınıflandırılması	5
2.1.8. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları	5
2.1.8.1. Isıtma.....	6
2.1.8.2. Endüstriyel Uygulamalar	6
2.1.8.3. Kimyasal Madde Üretimi	6
2.1.8.4. Elektrik Enerjisi Üretimi.....	6
3. ENERJİ	7
3.1.Dünya’da Enerji	7
3.1.1. Dünya Birincil Enerji Arzındaki Gelişmeler ve Senaryolar.....	7
3.1.2. Dünya Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre İrdelenmesi	10
3.2.Türkiye’de Enerji.....	13
3.2.1. Türkiye Toplam Birincil Enerji Arzı ve Talep Tahminleri.....	13



3.2.2. Türkiye Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre İrdelenmesi	15
3.2.3. Türkiye Birincil Enerji Üretimi	18
4. JEOTERMAL KAYNAKLAR	20
4.1. Dünya’da Jeotermal Kaynaklar	20
4.1.1. Dünyada Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanımı	20
4.1.2. Jeotermal Enerjinin Ülke Ekonomilerine Katkısı	24
4.1.3. Dünyada Jeotermal Enerjinin Elektrik Üretiminde Kullanımı	24
4.2. Türkiye’de Jeotermal Kaynaklar	26
4.2.1. Jeotermal Kaynak Araştırmaları	26
4.2.2. Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Dağılımı	27
4.2.3. Türkiye’nin Jeotermal Kaynak Potansiyeli	30
4.2.4. İllere Göre Jeotermal Kaynak Potansiyeli	31
4.2.5. Jeotermal Enerjinin Türkiye İçin Önemi	32
4.2.6. Kullanılabilir Potansiyelin Ekonomiye Katkısı	33
4.2.7. Jeotermal Kaynakların Kullanımı	33
4.2.7.1. Jeotermal Kaynakların Enerji Amaçlı Kullanımı	35
4.2.7.2. Jeotermal Kaynakların Isıtma Amaçlı Kullanımı	37
4.2.7.3. Jeotermal Kaynakların Termal Amaçlı Kullanımı	38
4.2.7.4. Jeotermal Kaynakların Diğer Amaçlarla Kullanımı	39
4.2.8. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Değerlendirilme Durumu	40
4.2.9. Jeotermal Kaynaklara İlişkin Mevzuat	41
4.2.9.1. Kanun Kapsamında İşlem Yapılan Bakanlıklar, Kurum ve Kuruluşlar	41
4.2.9.2. Kaynaklara İlişkin 5686 Sayılı Yasanın Uygulama Esasları	44
4.2.10. Jeotermal Kaynakların Çevresel Etki Değerlendirme Süreci	48
4.2.11. Jeotermal Kaynak Aramalarında AR-GE Faaliyetleri, Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler	51
4.2.11.1. AR-GE Faaliyetleri	51
4.2.11.2. Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler	54
4.2.12. Jeotermal Enerji Çalışmalarında Hedefler, Beklentiler	56
4.2.13. Sektörün Sorunları	57
4.2.13.1. Yasal Sorunlar	58



4.2.13.2. Arama İle İlgili Riskler	58
4.2.13.3. Teknik sorunlar	60
4.2.13.4. İdari Sorunlar.....	61
4.2.13.5. Jeotermal Bilgi Bankası ve Bilgiye Erişim	62
4.2.13.6. Teşviklerin Yetersizliği	62
4.2.13.7. İdare Payı Hesabı	63
4.2.14. Yapılması Gereken Çalışmalar	63
4.2.14.1. Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Ulusal Stratejisi	63
4.2.14.2. Arama, araştırma, geliştirme süreçleri	64
4.2.14.3. Ruhsat Hukukuna İlişkin Değerlendirmeler	65
4.2.14.4. İdari Yapılanma	66
4.2.14.5. İdare Payının Değerlendirilmesi.....	68
4.2.14.6. Kaynakların teşviki ve kullanımına ilişkin düzenlemeler	69
4.2.14.7. Denetim Süreçleri ve Yapılması Gerekenler	69
4.2.14.8. Faaliyet Raporları.....	70
4.2.14.9. Kamu Yararı.....	70
4.2.14.10. Teknik Sorumlu	70
4.2.14.11. Teknoloji	71
4.2.14.12. Eğitim.....	72
5. YARARLANILAN KAYNAKLAR	75



Şekiller

Şekil 3.1:	1990-2011 Yılları Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Projeksiyonu.....	9
Şekil 3.2:	2011 Yılı Dünya Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı.....	11
Şekil 3.3:	1990-2010 ve 2035 Talep Senaryolarına göre Dünya Birincil Enerji Arzı.....	11
Şekil 3.4:	2013-2034 Yılları Türkiye Birincil Enerji Arzı Artış Oranı Tahmini	13
Şekil 3.5:	2015-2035 Yılları Türkiye Birincil Enerji Arzı Tahminleri.....	14
Şekil 3.6:	2012 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı	15
Şekil 3.7:	2012 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Miktarı	16
Şekil 3.8:	1990- 2011 Yılları Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Miktarı.....	17
Şekil 3.9:	1990-2012 Yıllarında Türkiye Toplam Birincil Enerji Üretimi ve Arzı	18
Şekil 3.10:	1990-2012 Türkiye Birincil Enerji Üretimine Arzını Karşılama Oranları.....	18
Şekil 3.11:	2012 Yılı Türkiye Birincil Enerji Üretiminde Kaynaklarının Payı(mtep;%)	19
Şekil 4.1:	Doğrudan kullanım kapasitesi ve yıllık enerji kullanımının	22
Şekil 4.2:	Dünya doğrudan kullanım uygulamalarının kurulu kapasite dağılımı	23
Şekil 4.3:	2015 yılı dünya jeotermal doğrudan kullanım uygulamalarının toplam enerji kullanım dağılımı.....	24
Şekil 4.4:	1950-2015 yılları arasında kurulu kapasite ve üretilen enerji kullanımı	25
Şekil 4.5:	Elektrik üretimi ve doğrudan kullanımda Dünya ve Türkiye değerleri	26
Şekil 4.6:	Türkiye'nin genç tektonik unsurları ve jeotermal kaynakları	27
Şekil 4.7:	Bölgesel potansiyel dağılımı.....	29
Şekil 4.8:	Bölgelere göre kuyu dağılımı	29
Şekil 4.9:	Jeotermal alanların kullanım olanaklarına göre dağılımı	30
Şekil 4.10:	Jeotermal kaynak potansiyeli ve kullanımı	34
Şekil 4.11:	Türkiye'de Jeotermal Elektrik Santrallerinin Gelişimi ve 2018 Yılı İçin Hedef ...	36



Tablolar

Tablo 3 1: 1990-2011 Dünya Birincil Enerji Arzı Gelişimi	8
Tablo 3 2: Dünya, OECD ve Büyük Ülkelerin 2011 Yılına Göre 2020 ve 2035 Yıllarındaki Birincil Enerji Arzı Artışı, Arz-Talep Tahminleri	10
Tablo 3 3: Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Talep Senaryoları İçinde	12
Tablo 3 4: Türkiye Birincil Enerji Arzı Talep Tahmini, Gerçekleşme ve Sapmalar	14
Tablo 3 5: Türkiye Toplam Birincil Enerji Arzı İçinde Kaynakların Miktarı ve Payı	17
Tablo 4 1: Doğrudan kullanımda dünyadaki ilk 5 ülke sıralaması	22
Tablo 4 2: 2015 yılı jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesi ve enerji kullanım yüzdeleri	23
Tablo 4 3: 2015 yılı Jeotermal enerjinin ülke ekonomilerine katkısı	24
Tablo 4 4: Jeotermal enerjiden elektrik üretiminin yıllara göre gelişimi	25
Tablo 4 5: Jeotermal alanlarda açılan kuyu sayısı ve toplam derinlikleri	28
Tablo 4 6: İllerin Kaynak Potansiyel Değerleri	32
Tablo 4 7: Elektrik üretilen alanlar ve işletme kapasitesi	35
Tablo 4 8: Ülkelerin Kurulu Kapasiteleri	36
Tablo 4 9: Isıtma Uygulaması Yapılan Alanlar ve Fiilen Isıtılan/Eşdeğer Konut Sayısı	37
Tablo 4 10. Sera Isıtması Yapılan Alanlar ve Miktarları	38
Tablo 4 11. Jeotermal kaynakların değerlendirilmesi	40

ÖNSÖZ

Hızla artan nüfus ve teknolojik yeniliklere bağlı olarak gelişen endüstrinin enerji gereksinimi karşılamak üzere, ülkeler bir yandan alışılmış enerji kaynaklarından daha ekonomik yararlanma yollarını ararken bir yandan da konvansiyonel enerji kaynaklarının yerine geçebilecek, yenilenebilir enerji kaynaklarından çok kapsamlı bir biçimde faydalanma yollarını da araştırmaktadırlar. Bu durum, doğru işletme yöntemleri kullanıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan jeotermal enerjiyi alternatif bir kaynak olarak daha önemli bir hale getirmektedir.

Bundan yaklaşık 12.000 yıl önce Akdeniz bölgesinde banyo, ısınma ve pişirme amaçlı olarak kullanılmaya başlanmış olan jeotermal kaynaklar bugün, elektrik enerjisi üretimi, merkezi ısıtma, merkezi soğutma, sera ısıtması gibi ısıtma/soğutma uygulamalarında, endüstriyel amaçlı kullanımlarda proses ısısı temini ve kurutma işlemlerinde, karbondioksit, gübre, lityum, ağır su, hidrojen gibi kimyasal maddelerin ve minerallerin üretiminde, termal turizmde kaplıca amaçlı kullanımda, düşük sıcaklıklarda (30°C'ye kadar) kültür balıkçılığında ve mineraller içeren içme suyu üretimi gibi bir çok alanda kullanılmaktadır.

Ülkemiz gibi jeotermal enerji açısından şanslı ülkeler için yenilenebilir öz kaynak oluşturmalarının yanı sıra, çok amaçlı kullanımı, temiz, çevre dostu ve ekonomik olması gibi önemli avantajlar sunan jeotermal kaynakların aramasından işletmesine kadar geçen süreçlerin doğru olarak tanımlanması, kaynağın korunması, geliştirilmesi ve sürekli bir üretimin sağlanması da ayrı ve özel bir önem taşımaktadır. Kamusal bir kaygı başta olmak üzere, bu amaçların hayata geçmesinde jeoloji mühendisliği hizmetleri de temel bir faktör haline gelmektedir. Jeotermal kaynakların aranması, araştırılması, bulunması kapsamında prospeksiyon, jeolojik harita üretimi, jeotermal kaynak oluşumunu yorumlamak amacıyla su ve kayaç örneklerinde yapılan jeokimya ve hidrojeokimya çalışmaları, jeotermal kaynakların beslenme ve boşalım ilişkilerini ortaya koymaya yönelik hidrojeoloji çalışmaları, sistemin oluşum sıcaklığını belirlemeye yönelik alterasyon çalışmaları, akışkan iletimini sağlayan ve rezervuar oluşumunda etkili olan tektonizma çalışmaları ile sistemi bütünleyen diğer parametreleri belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yeraltından üretilen diğer kaynaklardan farklı olarak bir dinamik yapıya sahip olan, jeotermal kaynaklar işletilmesi sırasında bile dinamik olma özelliğinden dolayı kaynağın davranışlarının ve akışkanın sürekli izlenmesinin gerektiği, ortaya çıkabilecek sorunların jeolojik anlamda çözümün üretildiği, üretilen akışkanın enjeksiyonu, reenjeksiyonu gibi



çalışmalar jeoloji mühendisinin görev alanı içerisinde. Sonuç olarak, jeotermal kaynakların aranması, geliştirilmesi, işletilmesi ve terk edilmesi faaliyetleri temel olarak jeoloji mühendisleri tarafından yerine getirilmesi gereken çalışmalardır.

Enerjide yüzde yetmiş oranında dışa bağımlı olan ülkemizde, doğru işletildiğinde insan ve doğaya duyarlı “yerli-yeni-yenilenebilir” temiz enerji kaynağımız olan jeotermal kaynaklarımızın kamusal hizmet anlayışı içinde, merkezi ve bütüncül bir planlama ile değerlendirilmesi özel bir önem taşımaktadır.

Mesleğimizin önemli bir çalışma alanı olan jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular, Odamız tarafından üzerinde önemle durulan bir konu olmuş; bu alanda sempozyumlar, çalıştaylar ve meslek içi eğitimler gerçekleştirilmiş raporlar hazırlanmıştır.

Bu çalışmalarımızın bir devamı olarak; son zamanlarda, bir yandan çalışma ve yatırımlar artarken, öte yandan mevzuat, idari ve teknik sorunların yaşandığı jeotermal kaynakların mevcut durumunu irdelemek, bu alandaki beklenti ve hedeflere ulaşmak için yapılması gerekenleri gündemde tutmak, sektörde yaşanan sorunların çözümüne katkı sağlamak amacıyla **Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu**'muz hazırlanmıştır. Bu raporumuzun, yaşanan sorunlara çözüm üretmek için gerekli adımların atılmasına fayda sağlayacağını umut ediyor, raporun hazırlanmasını sağlayan başta Odamızın Bilimsel Teknik Kurulu Jeotermal Kaynaklar Üyesi ve Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Çalışma Komisyonu Başkanı Sayın İbrahim AKKUŞ ve Odamız Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin ALAN'a, yine raporun hazırlanması süreçlerinde katkı veren Odamız Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Çalışma Komisyonu Üyelerine, rapor içerisinde yer alan verileri bizlerle paylaşan MTA Genel Müdürlüğü'ne, 81 İlimizin İl Özel İdaresi Genel Sekreterlikleri ile Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlıklarına teşekkür ederiz.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu

1. GİRİŞ

Artan enerji ihtiyacı, fosil yakıtların yenilenememesi, maliyet fazlalıkları ve olumsuz çevre etkileri, ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Hızlı gelişmenin yarattığı tüketim artışı ve kaynak kullanımında fosil yakıtların giderek azalan rezervleri nedeniyle Türkiye’de de alternatif enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Türkiye, enerji kaynakları konusunda özellikle petrol ve doğal gaz rezervleri açısından dünya ölçeğinde yoksul bir ülkedir. Enerji ihtiyacını yerli kaynaklarıyla karşılayamadığından, her yıl arz güvenliğini sağlamak için enerji ithal etmektedir. Kaynaklarından üretilen enerjiden fazlasının tüketilmesi olgusu, enerjide dışa bağımlı bir ülke olduğumuzu ifade eder. Türkiye’nin enerji ihtiyacını yerli kaynaklardan karşılama oranı % 28 olup karşı oranda da dışa bağımlıdır. Enerji tüketimindeki artış eğilimi ve dışa bağımlı olduğumuz gerçekliği, kaynaklarımızın çeşitlendirilmesi, geliştirilmesi, üretiminin artırılması, güçlendirilmesi, maksimum faydanın türetilmesi, kısaca toplam enerji tüketimindeki mevcut payının artırılması gerekliliğini apaçık ortaya koymaktadır. Öte yandan bilinen bir gerçektir ama bir kez daha vurgulamakta yarar var: En etkili ve verimli enerji politikası, enerjinin ekonomik kullanılmasıdır. Bu bakımdan enerjinin israf edilmemesi de uygulanması gereken ve enerji politikası kadar önem taşımaktadır.

Yenilenebilir kaynaklardan, Ülkemizin jeolojik zenginliği olan ve önemli bir potansiyeli barındıran jeotermal kaynakların araştırma sürecinin başından günümüze kadar yapılan çalışmalarda en büyük pay sahibi MTA Genel Müdürlüğü’dür. Sürecin en önemli aktörlerinden MTA yanında, 90 lı yıllardan itibaren değişik kurum, kuruluş ve yatırımcılar da yaptığı çalışmalarla, jeotermal kaynağın bu günkü konumuna ulaşmasına önemli katkı sağlamışlardır.

Türkiye, geleneksel enerji kaynakları kadar olmasa bile, ülke geneline yayılmış olan jeotermal kaynaklarıyla ekonomik bir potansiyele sahiptir. Günümüzde, jeotermal kaynaklar ucuz, temiz, sürdürülebilir, yerli, çok amaçlı kullanılabilir özellikleri ve kullanım çeşitliliğinden dolayı artık enerji kullanımında seçenek olarak değerlendirilecek düzeye gelmiştir. Kuşkusuz enerjinin kalitesi ve düzenli bir enerji olması çok önemlidir. Jeotermal enerji ile güvenli ve düzenli enerji elde etmek mümkün. Jeotermal enerjinin sağladığı bu avantajdan dolayı da jeotermal enerji santralleri, özellikle sanayi üretiminde kesintisiz ve



aynı zamanda kaliteli enerji sağlaması bakımından en güvenli bir seçenek sunmaktadır.

Jeotermal enerji ülkemiz için oldukça önemli yenilenebilir bir kaynaktır. Düşük yatırım maliyeti, olumsuz çevre etkilerinin çok düşük seviyelerde olması ve potansiyel miktarı “jeotermal enerji” konusunu ülkemiz için daha cazip hale getirmektedir. Enerji açığı nedeniyle yeni enerji kaynaklarına yönelen diğer ülkeler gibi, Ülkemizde de son yıllarda bu kaynağa olan ilgi artmıştır. Üretilen akışkan başta elektrik üretimi olmak üzere ısıtma, termal kullanım ve sera uygulamaları gibi geniş bir yelpazede kullanılmakla beraber kaynaktan yararlanma henüz istenen düzeyde değildir.

Jeotermal sektörü, son zamanlarda yatırımların hızlandığı ve yeni işletmelerin devreye sokulduğu bir dönemi yaşamaktadır. Aynı zamanda bu dönem, idari ve teknik işleyişte önemli problemlerin yaşandığı bir dönem olmuştur. Sorunların çözümüne yönelik sıkça yapılan yönetmelik değişiklikleri ise çözüm olmaktan uzak olup günü kurtarmadan öteye geçmeyecek gibi gözükmektedir.

Bu çalışmanın amacı, jeotermal kaynaklara yönelik yapılan etüt, araştırma ve faaliyetlerin erişilebilen sonuçları esas alınarak, jeotermal kaynakların ulaştığı durumu yansıtmak, kaynaktan beklentileri gerçekleştirme ve gelecekte ülkenin sahip olduğu termal kapasiteye ulaşma hedefi için yapılması gereken çalışmaların önemini vurgulamaktır. Bunun yanında çalışmanın diğer önemsenen amacı, sektörde yaşanan sorunların ortak tartışma platformunda irdelenerek çözümü konusunda katkı sağlayacak öneriler geliştirmek, bu sorunları çözmek durumundaki otoritenin dikkatine sunmaktır.

2. JEOTERMAL KAYNAKLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, rapor içeriğinde kullanılan kavramların ve yaklaşımların daha iyi ifade edilebilmeleri için temel bilgiler anlatılmaktadır.

2.1. Jeotermal Kavramlar

2.1.1. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji jeolojik yapıya bağlı olarak oluşan, doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek yararlanılabilen, yeryüzüne su, buhar ve gaz ile de taşınabilen yerkabuğunun ulaşılabilir derinliklerdeki doğal kaynağın ısı enerjisidir. Ayrıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanılan “Sıcak Kuru Kayalar” da jeotermal enerji kaynağıdır.

2.1.2. Jeotermal Sistem

Biri değiştiğinde ötekilerde de değişikliğe neden olacak şekilde etkileşimli bir bütünsellik içinde yer alan ısı kaynağı, ısı taşıyan akışkan, bunun dolaşım biriktiği kaya ortamı, basınç ve sıcaklık koşulları, kimyasal bileşenler, bunların beslenme ve boşalma cepheleri ile benzerlerinin tümünü ifade eden ve doğal yollarla birbirleri ile bağ oluşturan sistemdir.

2.1.3. Jeotermal Alan

Derindeki jeotermal rezervuarın, jeolojik araştırmalar ve aletsel ölçümlerle sınırları tanımlanmış yüzeydeki izdüşümü olan yeryüzü parçasıdır.

2.1.4. Jeotermal Sistemin Elemanları

2.1.4.1. Isı Taşıyan Akışkan

Çoğunlukla meteorik kökenli, eser olarak magmatik, metamorfik ve fosil sular da içerebilen, derindeki ısıyı taşımak için kabuk içerisinde dolaşan sulardır. Henüz soğumasını tamamlamamış derinlerdeki bir sokulundan yayılan ısıyla genellikle kondüktif olarak ısınan akışkanlar, yoğunluk farkı nedeniyle yukarı doğru çıkarak derinlerdeki ısıyı yukarıya doğru taşırlar ve rezervuar kayaç içerisinde depolanırlar. Aynı zamanda yüzeye ulaşarak sıcak su, gaz veya buhar çıkışları şeklinde kaynağı oluştururlar.



2.1.4.2. Rezervuar Kaya ve/veya Zon

Yerkürenin en dıştaki bölümünü oluşturan kabuktaki kıvrımlanma ve kırılmaların, litolojik birimler içerisinde yarattığı, yukarılara doğru taşınan ısınmış akışkanın depolanabileceği kırık ve çatlaklı ortamdır. Genellikle tektonik süreçlerle ikincil geçirimsizlik kazanmış olan kaya birimleridir. Akışkanın içerisinde depolanmasını sağlarlar. Değerlendirme yapılırken litolojik özellikleri yanında tektonik konumu da esas alınır. Ekonomik anlamda sığ derinlikte, poroziteli ve permeabiliteli litolojik birimler rezervuar kaya ve/veya zonlar olarak adlandırılır.

Isı Kaynağı

Jeotermal kaynak oluşumunda ana bileşenlerden birisi de ısı kaynağıdır. Isı kaynağı, yerküre içindeki akor ve mantodan kaynaklanan ısıdır. Bunun yanında radyoaktif mineral bozunması da ısı kaynağını oluşturur. Yerkabuğu hareketleri nedeniyle kabuktaki kıvrımlanma ve kırılmalar ile manto üst kesimindeki magma ayrılaşması sonucu gelişen magmatik sokulumlar ve volkanik faaliyetlerle yerin derinliklerinde bulunan ısı, kabuk içerisinde sığ derinliklere ulaşabilmektedir. Bu ısı etrafındaki kayaçları da ısıtarak, bölgede bir ısı anomalisi oluşturur ve ekonomik derinlikte jeotermal sistem oluşturabilecek boyut ve yaşta ısı kaynağını yaratır. Değerlendirmede ısı kaynağının derinliği ve geometrisi dikkate alınır.

2.1.4.3. Örtü Kaya

Isı ve ısınmış akışkanı rezervuar içinde tutmayı ve ısısını korumayı sağlayan örtü kayaç, rezervuar kaya üzerinde geçirimsiz kaya birimlerinden oluşur.

2.1.4.4. Beslenme Alanı

Sistemi besleyen akışkan alanıdır. Jeotermal kaynak araştırmalarında, beslenme alanlarının ve yollarının belirlenmesi sistemin ne kadar akışkan üretebileceğinin tahmininde önemli bilgiler sağlamaktadır.

2.1.5. Alterasyon

Yerkabuğunun göreceli sığ kesimlerindeki kayaçların, içlerinde dolaşan ısı yüklü hidrotermal akışkanlarla etkilenmesi sonucu oluşan kimyasal ve mineralojik faz değişimleri “hidrotermal alterasyon” olarak adlandırılmaktadır. Hidrotermal alterasyon sonucu kayaçlarda oluşan yeni mineraller ile jeotermal akışkanın sıcaklığı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkiden hareketle altere olmuş kaya birimlerindeki hidrotermal alterasyon so-



nucu oluşan hidrotermal alterasyon mineralleri incelenerek alterasyon derecesine göre akışkan sıcaklığı hakkında öngörüde bulunmaktadır.

2.1.6. Jeotermal rezervuar

Jeotermal sistemin kaynak olarak işletilebilir hacimsel bütünlüğüdür.

2.1.7. Jeotermal Sahaların Sınıflandırılması

Ülkelere ve kökenlerine göre değişik sınıflandırmalar olmasına karşılık jeotermal sahalar, yaygın olarak kullanılan sıcaklık değerlerine ve ülkemiz koşullarına göre kabaca üç gruba ayrılır.

- Düşük Entalpili Sahalar(20-70 C)
- Orta Entalpili Sahalar(70-150 C)
- Yüksek Entalpili Sahalar(150 C den yüksek).

Bu sıcaklık eşik değerleri, yüksek sıcaklıklı (entalpili) jeotermal sahalarla sahip birçok ülkede;

- Düşük entalpili <150 C,
- Yüksek entalpili >150 C şeklinde de sınıflanabilmektedir.

2.1.8. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Jeotermal enerjiden günümüzde ya doğrudan kullanım, ya da elektrik üretiminde yararlanılmaktadır.

Jeotermal sahalardan üretilen jeotermal akışkan;

- Isıtma Uygulaması: Sera, konut, tarımsal kullanımlar, balıkçılık, yol-kaldırım ısıtılması,
- Endüstride: Yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayi, dericilik ve soğutma tesislerinde,
- Kimyasal madde üretiminde: Borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su ve akışkandaki karbondioksitten kuru buz ve sıvı karbondioksit elde edilmesinde kullanılmaktadır.



- Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkandan ise elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da yararlanılmaktadır.

2.1.8.1. Isıtma

Sıcaklığı 40 °C 'den yüksek jeotermal akışkanlar;

- Binaları ve kentleri merkezi sistemle ısıtmada,
- Seraların ısıtılması ile turfanda sebzeçilik, meyvecilik, çiçekçilik yapılmasında,
- Tropikal bitki ve balık yetiştirilmesinde,
- Tavuk ve hayvan çiftliklerinin ısıtılmasında,
- Toprak, cadde, havaalanı pistlerinin ısıtılmasında,
- Yüzme havuzu, termal tedavi ve diğer turistik tesislerde,
- Yiyeceklerin kurutulmasında ve sterilize edilmesinde, konserveçilikte kullanılmaktadır.

2.1.8.2. Endüstriyel Uygulamalar

- Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayiinde,
- Dokuma ve boyamacılıkta,
- Deri kurutma ve işlemede,
- Bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtmada,
- Soğutma tesislerinde ve beton blok kurutulmasında kullanılmaktadır.

2.1.8.3. Kimyasal Madde Üretimi

- Borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, amonyum sülfat, potasyum klorür vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde,
- Jeotermal akışkandaki CO'den kuru buz elde edilmesinde kullanılmaktadır.

2.1.8.4. Elektrik Enerjisi Üretimi

Jeotermal kaynaklardan elektrik, konvansiyonel (>150°C) ya da Organik Rankine çevrimi (100-150°C) kullanan santrallerde üretilir. Konvansiyonel elektrik santrallerinde kuyulardan üretilen akışkan, seperatörlerde buhar ve su olarak ayrıştırıldıktan sonra buhar, türbinlere gönderilerek jeneratör aracılığı ile elektrik üretilir.

3. ENERJİ

Bu bölümde yer alan bilgiler Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesinin Enerji Raporu-2013 adlı raporundan özetlenerek alınmıştır.

İnsanlığın en önemli ve vazgeçilmez gereksinimlerinden birisidir. Ülkelerin sanayileşmelerini ve kalkınmalarını sürdürmesi, enerjiye olan ihtiyaçlarını da kaçınılmaz bir şekilde arttırmaktadır. Yaşamla eşdeğerli olan bir enerji kaynağının kendisine sahip olmanın önemi uygarlık tarihi boyunca hep önemini korumuş ve korumaya da devam etmektedir.

Günümüzden yaklaşık 1.750.000 yıl öncesinden başlayan, ateşe verilen odunun yani biyokütlenin başat bir enerji kaynağı olarak kullanımı 19. yüzyılın ortalarına dek sürmüş ve 1850'lerde yerini kömüre bırakmak zorunda kalmıştır. Kömür, egemenliğini ancak bir yüzyıl sürdürebilmiş ve 1950'lerde sahneyi petrole devretmek zorunda kalmıştır. Bu dönem petrol bağımlılığının uç noktalarına ulaştığı bir dönem olmuştur. Yaygın kullanımı hala sürse de, 1973 petrol kriziyle birlikte alternatif enerji kaynakları ve enerjinin verimli kullanımı, içinde bulunduğumuz yeni döneme ağırlığını koymuş bulunmaktadır.

Bu süreçte; ülkemiz de; karasabandan traktöre, trenden karayolu taşımacılığına, biyokütleden LPG'ye, kömürden fuel-oil ve doğal gazla geçişte enerji yönünden hızla dışa bağımlı bir ülke konumuna düşmüştür. 2013 yılı verileri dikkate alındığında ülkemizin 120 milyon tep olan yıllık tüketimin ancak 32 milyon tep lik kısmını kendi kaynaklarıyla karşılamaktadır. Yani enerjide dışa bağımlılığımız %72 seviyelerinde bulunmakta ve yılda 60 milyar dolara yakın bir kaynağı sürekli olarak yurt dışına aktarmaktadır. Bu da bizim gibi ülkeler için enerjinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

3.1. Dünya'da Enerji

3.1.1. Dünya Birincil Enerji Arzındaki Gelişmeler ve Senaryolar

Dünyada kullanılmakta olan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. 2011 yılı verilerine göre dünyada birincil enerji kullanım miktarı 13070 mtep (milyon ton eşdeğer petrol) olarak gerçekleşmiştir Geçen 1990-2011 yılları arasındaki yirmi bir yıldaki birincil enerji arzının artışı Türkiye'de %117 olurken, Dünyada %49, OECD'de %17, ABD'de %14, Japonya'da ise sadece %5 olmuştur. Bu değerleri karşılaştırınca, Türkiye'nin enerji kullanma artışının oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ancak aynı dönemde,



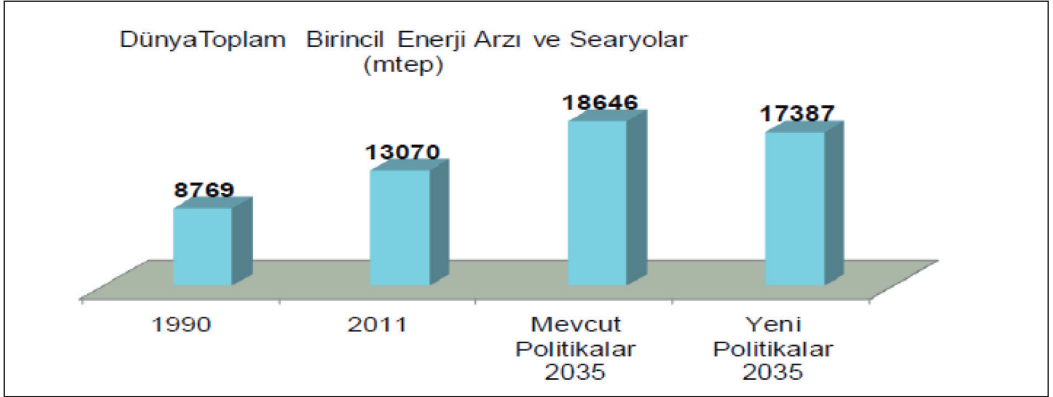
birincil enerji arzı bakımından, Brezilya'nın %94, Hindistan'ın %137, Çin'in ise %212 büyüdüğü görülmektedir (Tablo 3-1).

Tablo 3-1: 1990-2011 Dünya Birincil Enerji Arzı Gelişimi

1990-2011 Dünya Birincil Enerji Arzı Gelişimi (mtep)			
Ülke	1990	2011	Artış (%)
Çin	879	2 743	212
Hindistan	317	750	137
Türkiye*	53	115	117
Brezilya	138	267	94
ABD	1915	2 189	14
Japonya	439	461	5
OECD	4 522	5 304	17
Dünya	8 769	13 070	49

Kaynak: World Energy Outlook IEA 2013 (*EİGM/ETKB)

1990-2011 yılları arasında geçen yirmi bir yılda Dünyada birincil enerjinin arzında ve Dünya elektrik üretimindeki kaynakların paylarında önemli gelişmeler ve değişiklikler olmuştur. Bu gelişmelere göre, Dünyada enerji alanında gelecekteki talepleri karşılamak için senaryolar yapılmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı, Dünyadaki iklim değişikliği, kullanılan kaynakların giderek azalması, teknoloji ve enerji verimliliğindeki gelişmeler, ekonomik ve sosyal şartların getireceği zorunluluklar düşünülerek senaryolar yapmaktadır. Bu çerçevede, yapılan projeksiyonlarda dünya da 2035 yılı toplam enerji arzında; mevcut politikalarla 2011 yılına göre, %43 oranında artışla, 18646 mtep olması öngörülmüşken, yeni politikalar senaryosuna göre, %33 artışla ile 17387 mtep olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: 1990-2011 Yılları Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Projeksiyonu

Kaynak: World Energy Outlook IEA 2013

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından, en yüksek artışların öngörüldüğü Mevcut Politikalar Senaryosuna göre, birincil enerji arzı artışı ile ilgili yapılan tahminler aşağıda açıklanmıştır. Dünya, OECD, ABD, Japonya'nın 2011 yılına göre, birincil enerji arzının artış oranları 2020 yılında, sırasıyla; %18, %5, %5,%3 olacağı tahmin edilmektedir. 2035 yılında ise Dünya %43, OECD %10, ABD %10, olacağı tahmin edilirken Japonya için ise birincil enerji arzı artışı öngörülmemektedir. Büyümede en önde gelen ülkelerden Çin, Hindistan ve Brezilya'nın 2011 yılına göre, 2020 yılındaki birincil enerji arzının artış oranları; sırasıyla; %32, %34,%33 olacağı öngörülürken, 2035 yılında; Çin %67, Brezilya %88, Hindistan için ise %120 oranında artış olacağı tahmin edilmiştir. Türkiye'deki Birincil Enerji Arzı tahminleri ise Türkiye bölümünde açıklanmış olup yukarıdaki talep sonuçlarıyla kıyaslandığında, 2011 yılına göre Türkiye'nin talep artış büyüklüğü 2020'de %27, 2035'de ise %81 ile Hindistan, Brezilya ve Çin'den sonra geleceği öngörülmüştür (Tablo 3-2).



Tablo 3-2: Dünya, OECD ve Büyük Ülkelerin 2011 Yılına Göre 2020 ve 2035 Yıllarındaki Birincil Enerji Arzı Artışı, Arz-Talep Tahminleri

Mevcut Politikalara Göre Büyük Ülkelerin Birincil Enerji Arz Miktarı(m.tep) ve 2011 yılına Göre Artış(%) Tahminleri Ç.K.				
Ülke		2011	2020	2035
Hindistan	m.tep	750	1005	1647
	%		34	120
Brezilya	m.tep	267	356	502
	%		33	88
Çin	m.tep	2743	3609	4574
	%		32	67
Türkiye*	m.tep	115	146	208
	%		27	81
ABD	m.tep	2189	2305	2402
	%		5	10
Japonya	m.tep	461	474	461
	%		3	0
OECD	m.tep	5304	5545	5809
	%		5	10
Dünya	m.tep	13070	15359	18646
	%		18	43

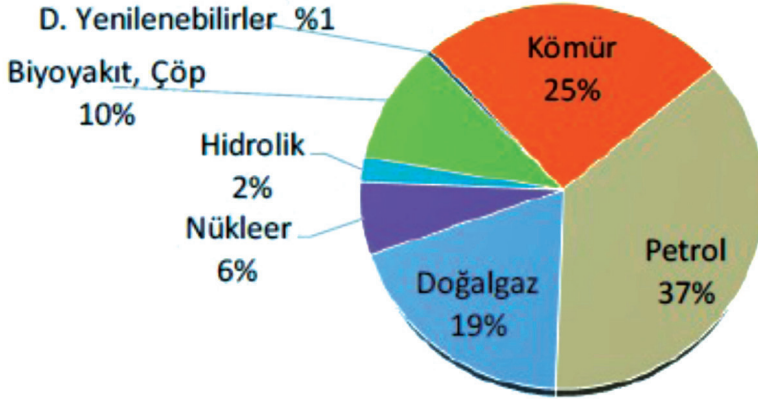
Kaynak: World Energy Outlook IEA 2013 (*Türkiye bölümünden alınmıştır)

3.1.2. Dünya Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre İrdelenmesi

2011 yılında Dünya Birincil Enerji arzında Petrol %37, Kömür %25, Doğal gaz %19 ile toplam arzın %81'ini oluşturmuştur (Şekil 3.2.18). Dünya birincil enerji arzı 1990 yılında 8.769 mtep olan toplam birincil enerji arzı geçen 21 yıl sonra %49 artarak 2011 yılında 13070 mtep olmuştur (Şekil 3.2, Şekil 3.3, Tablo 3-3).



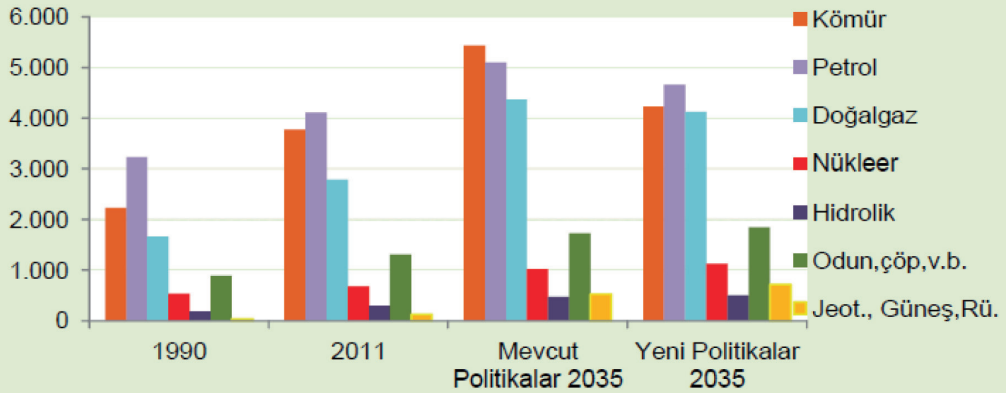
2011 Yılı Dünya Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı



Şekil 3.2: 2011 Yılı Dünya Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı

Kaynak: World Energy Outlook IEA 2013

Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Talep Senaryoları İçinde Kaynakların Miktarı (mtep)



Şekil 3.3: 1990-2010 ve 2035 Talep Senaryolarına göre Dünya Birincil Enerji Arzı İçinde Kaynakların Miktarı

Kaynak: World Energy Outlook IEA 2013



Tablo 3-3: Dünya Birincil Enerji Arzı ve 2035 Yılı Talep Senaryoları İçinde Kaynakların Miktarı ve Payı

Yıllar		1990	2011	Mevcut Politikalar 2035	Yeni Politikalar 2035
Kömür	mtep	2.230	3.773	5.435	4.428
	%	25	29	29	25
Petrol	mtep	3.231	4.108	5.094	4.661
	%	37	31	27	27
Doğalgaz	mtep	1.668	2.787	4.369	4.119
	%	19	21	23	24
Nükleer	mtep	526	674	1.020	1.119
	%	6	5	5	6
Hidrolik	mtep	184	300	471	501
	%	2	2	3	3
Odun,çöp,v.b.	mtep	893	1.300	1.729	1.847
	%	10	10	9	11
Jeotermal, Güneş,Rüzgar	mtep	36	127	528	711
	%	0	1	3	4
TOPLAM BİRİNCİL ENERJİ	mtep	8.779	13070	18.676	17.197
	%	100	100	100	100

Kaynak: World Energy Outlook IEA 2013

1990-2011 döneminde Dünya birincil enerjisi arzı içinde kömürün miktarı %69 artarak 2.230 mtep den 3.773 mtep'e, toplam birincil enerji arzı içindeki payı ise %25'den %29'a yükselmiştir. Mevcut Politikalara göre 2035 yılında, dünya birincil enerji arzı içindeki kömürün miktarı 5.435 mtep'e, payı %29 düzeyine çıkarken, yeni politikalar senaryosuna göre ise Kömürün miktarı 4.312 mtep'e yükselirken, payı %25'e gerileyeceği öngörülmektedir. Diğer kaynakların 1990, 2011 yıllarında toplam Dünya birincil enerji arzı içindeki payı ile Mevcut ve Yeni Politikalar senaryolarına göre 2035 yılındaki durumları;

Petrolün payı, 1990'da %37'den 2011'de %31'e gerilemiş olsa da geçen yirmi bir yıl da miktar olarak 877 mtep artmıştır. Gerek mevcut politikalara gerekse yeni senaryolara göre 2035 yılında petrolün payının %27'ye gerileyeceği tahmin edilmektedir.

Doğalgazın payı, 1990 da%19 dan 2011 de %21'ye yükselmiş olup, mevcut politikalara 2035 yılında %23, Yeni Politikalar senaryolarına göre %24 düzeyine çıkacağı,

Nükleerin payı, 1990 da %6 ve 2011 de %5 olmuş, 2035 yılında ise mevcut politikalara göre %5, Yeni Politikalar Senaryosuna göre %6 olacağı,

Hidroliğin payı, 1990 ve 2011 de %2 olmuş, 2035 yılında mevcut politikalara ve yeni politikalar senaryosuna göre %3 olacağı,



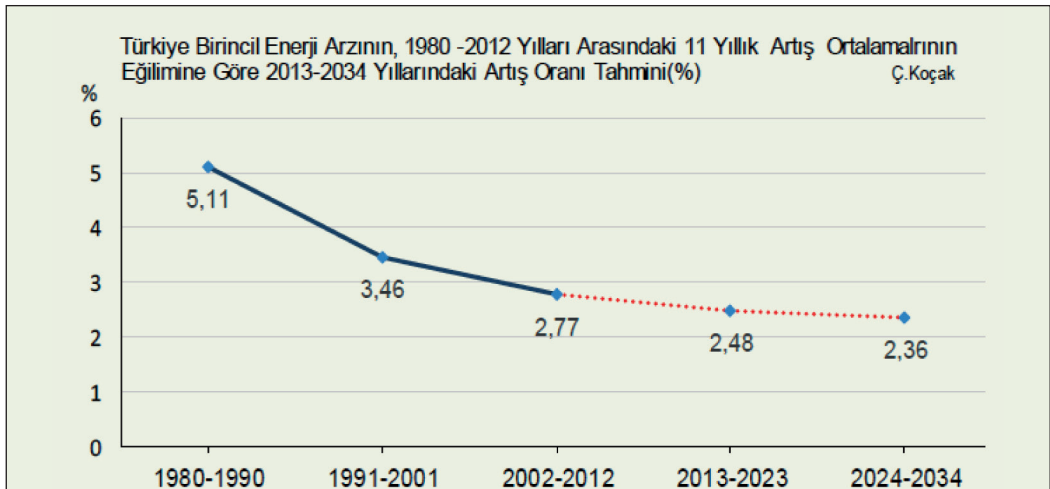
Odun, çöp, rüzgâr, jeotermal, güneş gibi yenilenebilir enerjinin toplam payı 1990 ve 2011 de %10 olup 2035 yılında, mevcut politikalara göre %12,yeni politikalar senaryolarına göre %15 düzeyine çıkacağı tahmin edilmektedir (Şekil 3. 3, Tablo 3-3).

3.2. Türkiye’de Enerji

3.2.1. Türkiye Toplam Birincil Enerji Arzı ve Talep Tahminleri

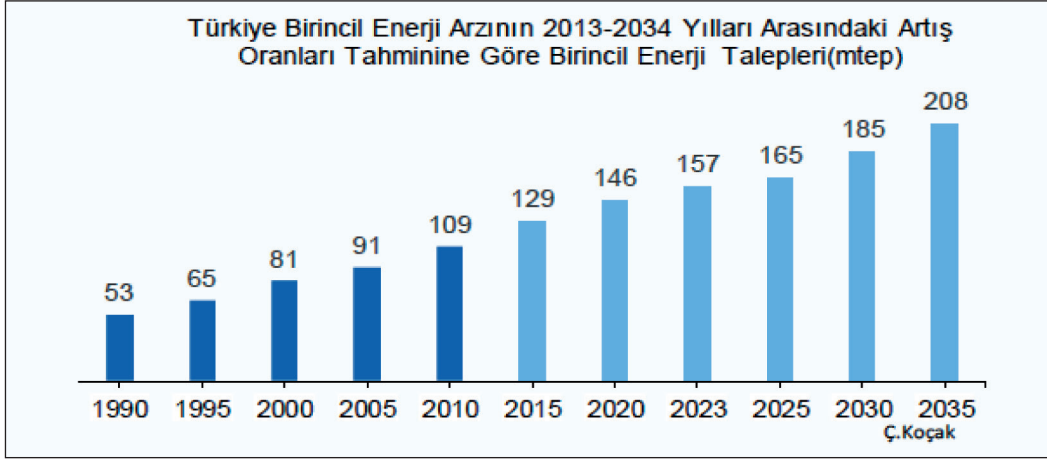
Yapılan çalışmada; ETBK/EİGM tarafından hazırlanan Genel Enerji Denge Tablolarından yararlanarak, öncelikle Türkiye’nin toplam birincil enerji arzının; 1980-2012 dönemindeki 9, 10, 11,12 yıllık periyotların ortalama artış oranları belirlenerek oranların grafikleri çizilmiştir. Birbirine benzemekle birlikte, grafikler içinde, eğilim uzantısı hesap edilen, en uygun grafiğin 11 yıllık ortalama artış oranları grafiği olduğu görülmüştür.

Böylelikle geçmiş 33 yıldaki birincil enerji arzı artış oranları ile ilgili olarak Türkiye’nin grafiği ortaya çıkmıştır. Toplam birincil enerji arzının gelecek yıllarda da bu grafiğin eğilimi oranında artacağı tahmin edilerek, 2013-2023 yılları arasındaki 11 yılın ortalama yıllık artışı **%2,48**, 2024-2034 yılları arasındaki 11 yılın ortalama yıllık artışı ise **%2,36** olacağı hesaplanmıştır (Şekil 3.4). Gelecek 2013-2034 yıldaki ortalama artış oranlarını hesaplarken, geçen 1980-2012 dönemindeki gerçekleşen ortalama artış değer farkları oranı ((**5,11-3,46**)/ (**3,46-2,77**)) dikkate alınmıştır.



Şekil 3.4: 2013-2034 Yılları Türkiye Birincil Enerji Arzı Artış Oranı Tahmini

Kaynak: EİGM/ETKB Genel Enerji Denge Tabloları



Şekil 3.5: 2015-2035 Yılları Türkiye Birincil Enerji Arzı Tahminleri

Kaynak: EİGM/ETKB Genel Enerji Denge Tabloları

Daha sonra bu artış oranlarıyla, gelecek yıllardaki, Türkiye'nin toplam birincil enerji talepleri hesaplanmıştır. Böylelikle, toplam birincil enerji arzının 2015 yılında 129, 2020 yılında 146, 2023 yılında 157, 2025 yılında 165, 2030 yılında 185, 2035 yılında ise 208 milyon tep olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 3.5). 2012 yılı Genel Enerji Denge Tablosunda birincil enerji arz değeri, linyit üretim miktarının irdelenmesi sonucu 121 yerine 120 milyon tep alınmıştır.

Tablo 3-4: Türkiye Birincil Enerji Arzı Talep Tahmini, Gerçekleşme ve Sapmalar

1998-2020 B.E.A.Talep Tahminleri ve Sapmalar			
Yıllar	Tahmin mtep	Gerçekleşme mtep	Sapma Oranı
			%
2000	91	81	11
2005	125	91	27
2010	175	109	38
2011	184	115	38
2012	194	121	38

Kaynak; ETKB, EİGM/ETKB Genel Enerji Denge Tabloları

Kuşkusuz, talep tahminlerindeki makul büyüklükteki sapmalar normal karşılanacaktır. Ancak geçmiş yıllarda yapılan, elektrik ve birincil enerji arzı talep tahminlerinde %30'u aşan büyük sapmalar olmuştur. Örneğin,1998-2020 dönemi için ETKB tarafından MAED

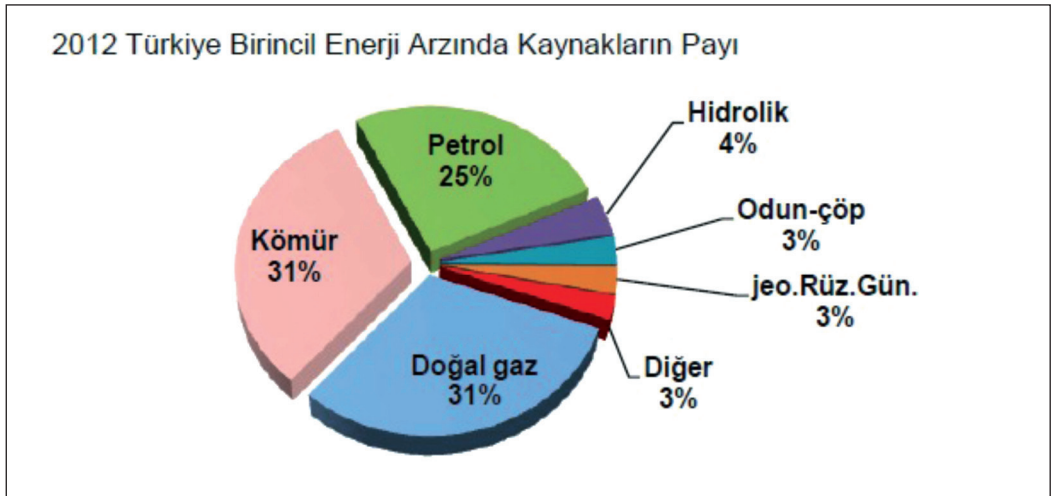


modeli kullanılarak yapılan talep tahminlerinde büyük sapmalar olmuştur (Tablo 3-4). Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Tahminlerdeki büyük sapmalar, gereğinden fazla doğal gaz ithalatı anlaşmaları yapılmasına yol açmıştır. Yapılan anlaşmalar nedeniyle, enerjide dışa bağımlılığımız artmış, özellikle kömür madenciliğinde ve kömür rezervlerine dayalı santrallerde, büyük kapasite kısıtlamalarına gidilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda, yukarıda yapılan birincil enerji arzı talep tahminleriyle ilgili çalışmanın, talep tahminlerine, yeni bir bakış açısı getirdiği söylenebilir.

3.2.2. Türkiye Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre İrdelenmesi

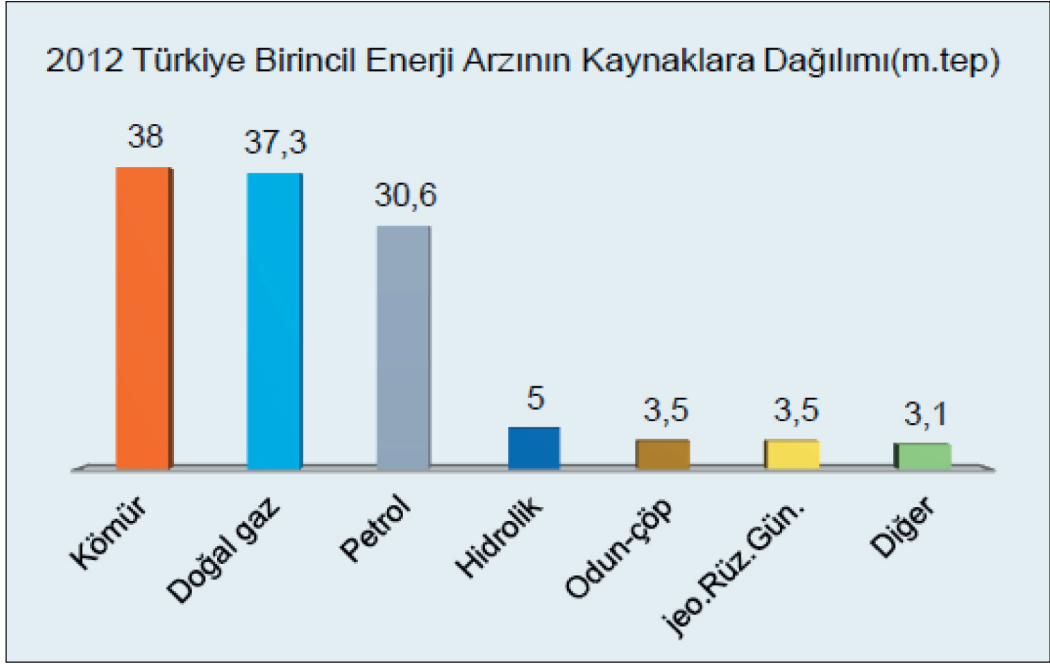
Türkiye'nin 2012 yılındaki toplam birincil enerji arzı ise 121 milyon tep'dir. Bu arzın kaynaklara dağılımında, kömürdeki ithalatın artmasıyla, 2012 yılında, ilk sırayı 38 milyon tep ve toplam arzın %31 oranı ile kömür almıştır. Kömürü, 37,3 milyon tep ve %31 ile doğal gaz, 30,6 milyon tep ve %25 ile petrol, 5 milyon tep ve %4 ile hidrolik, 3,5 milyon tep ve %3 ile odun-çöp, hayvan, bitki artıkları ile jeotermal, rüzgâr ve güneş alırken, bunu 3,1 milyon tep ve %3 oranı ile diğer kaynaklar izlemiştir.

(Şekil3.6, Şekil 3.7).



Şekil 3.6: 2012 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Payı

Kaynak: ETKB 2012



Şekil 3.7: 2012 Yılı Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Miktarı

Kaynak: ETKB 2012

Kömür; 1990-2012 döneminde Türkiye toplam birincil enerjisi arzı içinde kömürün payı %30'dan %31'e yükselerek, 1990 yılına göre %136 oranında 1.867 bin tep artarak 2012 yılında 33.488 bin tep olmuştur. 2012 yılındaki bu artış, 2000 yılına göre %65 olurken 2011 yılına göre %12 olmuştur.

Petrolün payı; 1990 da %45 den 2012 de, %25'e gerilemiş olsa da geçen yirmi iki yılda miktar bakımından 1990 yılına göre, 6713 bin tep artarak 2012 yılında 30.614 bin tep olmuştur. 2012 yılındaki bu artış, 2011 yılına göre sadece %0,4 olurken 2000 yılına göre - %5 azalma olmuştur.

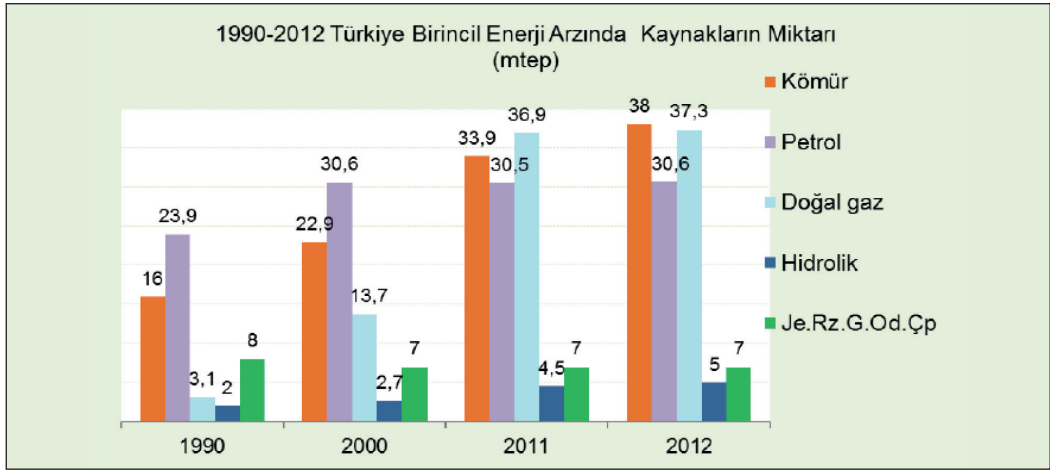
Doğalgazın payı; 1990 da %6 dan 2012 da %32'ye yükselmiş olup miktar olarak 1990 yılına göre 34.263 bin tep ile 12 kat artmıştır. 2012 yılındaki bu artış, 2011 yılına göre %1,3 olurken, 2000 yılına göre 2,7 kat olmuştur.

Hidroliğin payı; 1990 ve 2012 de %4 olurken miktar olarak 1990 yılına göre, 2.985 bin tep ile 2,5 kat artmıştır. 2012 yılındaki bu artış, 2011 yılına göre %11 olurken 2000 yılına göre 1,9 kat olmuştur.



Odun, çöp, hayvan atığı v.b.’nin payı; 1990 da %14 den 2012 de %3’e gerilerken miktar bakımından da 2,1 kat ve 3.743 bin tep azalmıştır. 2012 yılındaki bu azalış, 2011 yılına göre -%2 olurken 2000 yılına göre 1,9 kat olmuştur.

Rüzgâr, jeotermal, güneş gibi yenilenebilir enerjinin toplam payı; 1990 da %1 den 2012 yılında %3’e yükselerek miktar olarak 1990 yılına göre 7,6 kat artmıştır (Şekil 3.8, Tablo 3-5). 2012 yılındaki bu artış, 2000 yılının 2,4 katı olurken, 2011 yılına göre %13 olmuştur.



Şekil 3.8: 1990- 2011 Yılları Türkiye Birincil Enerji Arzında Kaynakların Miktarı

Kaynak: ETKB

Tablo 3-5: Türkiye Toplam Birincil Enerji Arzı İçinde Kaynakların Miktarı ve Payı

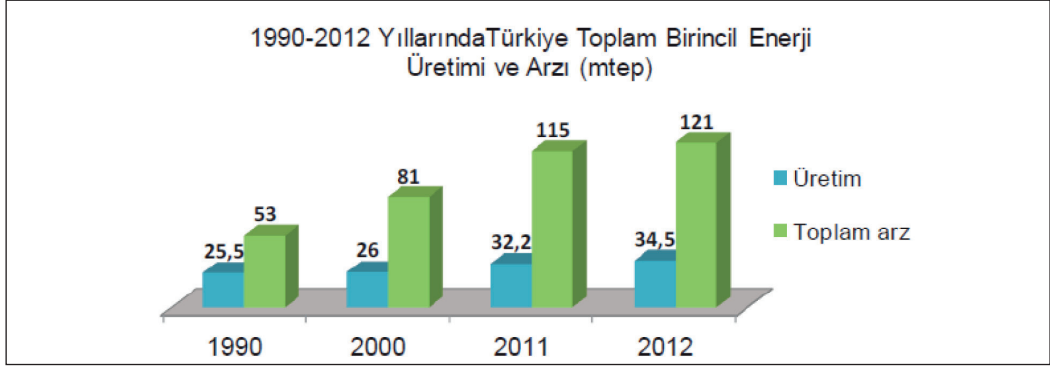
Yıllar		1990	2000	2011	2012
Kömür	bintep	16.110	22.928	33.879	37.977
	%	30	29	30	31
Petrol	bintep	23.901	32.297	30.499	30.614
	%	45	40	27	25
Doğalgaz	bintep	3.110	13.729	36.909	37.373
	%	6	17	32	31
Hidrolik	bintep	1.991	2.656	4.501	4.976
	%	4	3	4	4
Odun,çöp,v.b.	mtep	7.208	6.457	3.537	3.465
	%	14	8	3	3
Jeotermal, Güneş, Rüzgar	bintep	461	978	3.096	3.508
	%	1	1	3	3
Diğer	bintep	206	1.456	2.071	3.071
	%	1	2	2	3
T. BİRİNCİL ENERJİ	bintep	52.987	80.500	114.490	120.984
	%	100	100	100	100

Kaynak: Genel Enerji Denge Tabloları ETKB



3.2.3. Türkiye Birincil Enerji Üretimi

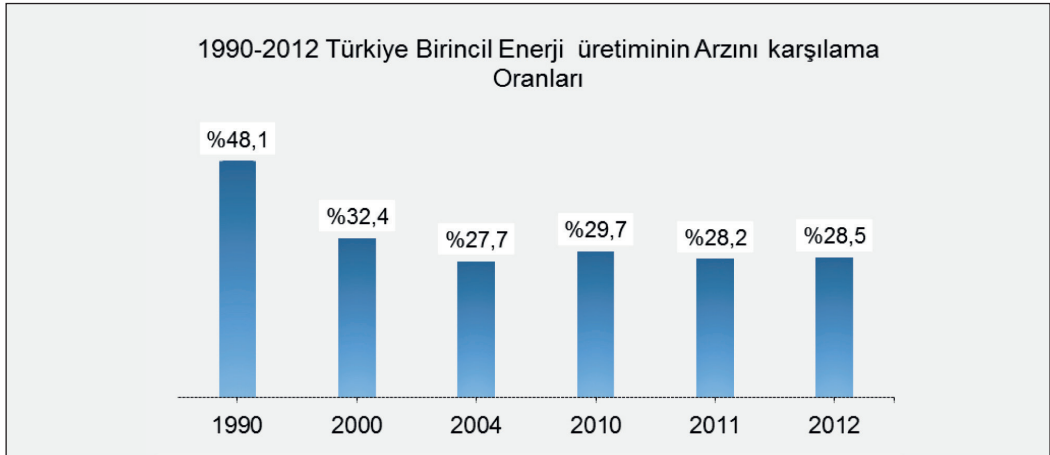
1990-2012 yılları arasındaki yirmi iki yılda toplam birincil enerji üretimi, %35 oranında artarak, 25.478 bin tep'ten 34.467 bin tep düzeyine yükselmiştir. Bu dönemdeki toplam birincil enerji arzı ise %128 veya 2,3 kat artmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: 1990-2012 Yıllarında Türkiye Toplam Birincil Enerji Üretimi ve Arzı

Kaynak: Genel Enerji Denge Tabloları ETKB

Üretimin toplam birincil enerji arzını karşılama oranı ise 1990 yılında %48 iken, 2000 yılında %32, 2011 yılında %28, 2012 yılında ise %28,5 olmuştur (Şekil 3.10). Böylelikle 1990- 2012 yılları arasında enerjideki üretimimiz yaklaşık %20 azalmış ya da dışa bağımlılığımızın %20 artmış olduğu söylenebilir.

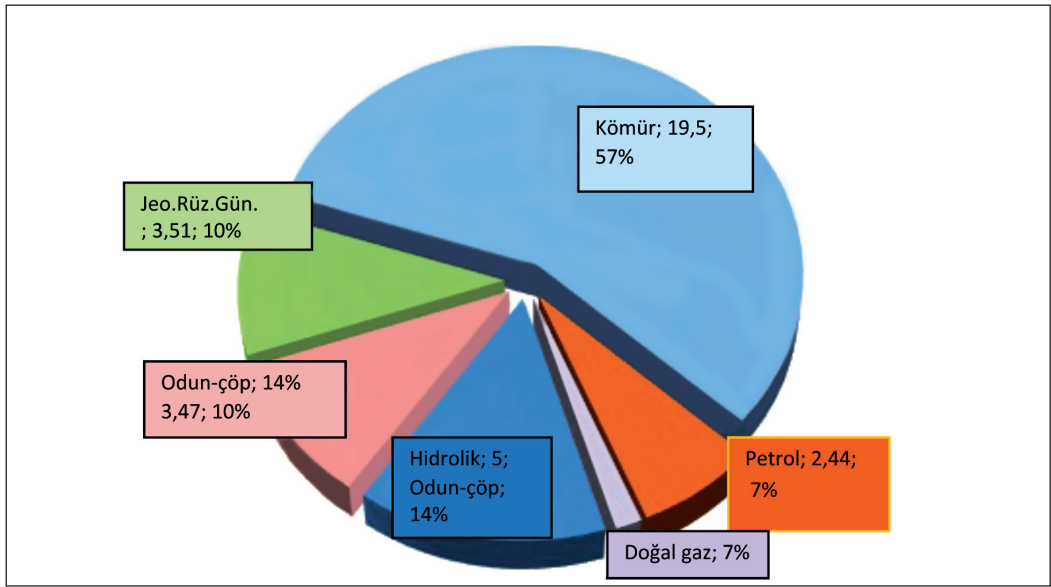


Şekil 3.10: 1990-2012 Türkiye Birincil Enerji Üretiminin Arzını Karşılama Oranları

Kaynak: EİGM/ETKB



2011 yılında toplam Türkiye birincil enerji üretimi 32,23 milyon tep iken, 2012 yılında %7 artarak 34,47 milyon tep olmuştur. 2012 yılındaki toplam üretimin, 19,52 milyon tep ve %57 ile yarıdan fazlasını, yüzde doksan dördü linyit olan kömür üretimi oluşturmuştur. Kömürü, 4,98 milyon tep ve %14 oranı ile hidrolik, 3,51 milyon tep ve %10 payı ile jeotermal, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları, 3,47 mtep ve %10 ile odun, çöp, hayvan atıkları, 2,44 milyon tep ile petrol ve 0,53 milyon tep ile doğal gaz izlemiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: 2012 Yılı Türkiye Birincil Enerji Üretiminde Kaynaklarının Payı(mtep;%)

Kaynak: 2012 Genel Enerji Denge Tablosu EİGM/ETKB

Sonuç olarak; Ülkemiz, artan tüketim nedeniyle ciddi bir enerji açığı ile karşı karşıyadır. Birincil enerji tüketiminde petrol ve doğalgaz payı %61 olmak üzere, toplam enerjide %72 (petrolde %93 ve doğalgazda ise %97) oranında dışa bağımlıdır. Global ekonomik kriz nedeniyle enerji tüketiminde daralma olmasına rağmen enerji ithalatının ülke ekonomisine yükü;

- 2010 yılında 38.4 milyar dolar,
- 2011 yılında 54.1 milyar dolar,
- 2012 yılında 60 milyar dolar,
- 2013 yılında 55.9 milyar dolar,



- 2014 yılında 54.9 milyar dolar,
- 2015 yılı ilk 6 aylık döneminde ise 18.3 milyar dolar olduğu görülmüş olup, düşen petrol fiyatları nedeniyle ülkenin enerjide verdiği cari açığın önemli miktarda düşeceği öngörülmektedir.

Türkiye tüketimdeki artışa karşılık kaynakların kullanımı çeşitlendirilmezse dışa bağımlılık ve dolayısıyla ekonomik yük giderek artacaktır. Öz kaynaklarımız ve ülke dışından sağlanan fosil enerji kaynakları sınırsız değildir, gelecekte tükenecektir.

Bu olgular yanında; yerli kaynak kullanımının ekonomik katkısı, çevre kirliliği yaratmayacak kaynaklara yönelme, kaynaklardan en ekonomik ve maksimum ölçüde yararlanabilme, kaynak çeşitliliğinin artırılması gibi nedenlerle, tüm dünyada olduğu gibi, Ülkemiz de yenilenebilir enerji kaynaklarına, özellikle jeotermal kaynaklara yönelmektedir. Ülkemiz gibi jeotermal enerji açısından şanslı ülkeler için yenilenebilir öz kaynak oluşturmasının yanı sıra, çok amaçlı kullanımı, temiz, çevre dostu ve ekonomik olması gibi önemli avantajlar sunan jeotermal kaynakların aranmasından işletilmesine kadar süreçlerin doğru tanımlanması, kaynağın korunması ve geliştirilmesi, sürekli bir biçimde üretimin sağlanması da önem arz etmektedir.

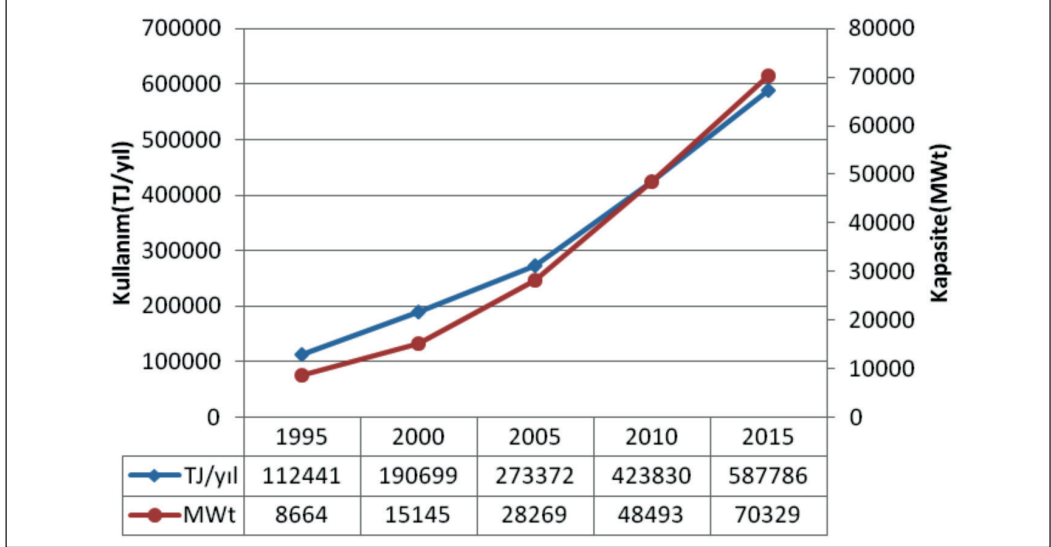
4. JEOTERMAL KAYNAKLAR

4.1. Dünya'da Jeotermal Kaynaklar

Tüm dünyada giderek artan enerji kullanımı, enerjiye olan talebi gün geçtikçe artırmaktadır. Nüfus artışı, sanayileşme ve yaşam standartlarının yükselmesi bunun en önemli nedenleri olarak gösterilmektedir. Mevcut kaynakların yetersizliğinden dolayı arz güvenliğinin sağlanamaması, günümüzde ülkelerin öncelikli sorunları arasındadır. Enerji ihtiyacı bir süre daha fosil yakıtlar ve hidrolik enerji ile karşılanabilecektir. Fosil yakıtların yenilenememesi ve giderek azalan rezervleri, maliyet fazlalıkları, olumsuz çevre etkileri, gelişmenin yarattığı tüketim artışından dolayı artan enerji ihtiyacı nedeniyle ülkeler, alternatif enerji kaynaklarına yönelmiştir. Son yıllarda bütün ülkeler yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesine önem vermektedir. Dünyada jeotermal kaynaklar yeni uygulama alanları ile insanlığın hizmetine sunulmuş ve bu konuda büyük yatırımlar yapılmıştır. Özellikle çevre kirliliği yaratmayacak enerji kaynaklarına yönelim, bu kaynağın önemini daha da arttırmıştır. Enerjinin kalitesi ve düzenli bir enerji olması, enerji talebinde öncelikli tercih nedenidir. Bu bağlamda alternatif enerji kaynaklarından jeotermal enerji kaliteli, kesintisiz ve düzenli enerji sağlaması bakımından güvenli bir seçenek sunmaktadır. Kaynağın yenilenebilir, sürdürülebilir, temiz ve ucuz olması, ülkelerin enerji kullanımında jeotermal kaynaklara yönelmesinin diğer nedenleridir. Jeotermal enerjinin, yakın gelecekte ülkelerin önemli enerji kaynağı konumuna gelmesi beklenmektedir. Yukarıda sayılan özellikleri nedeniyle Dünya ölçeğinde jeotermal kaynak arama/araştırma çalışmaları kesintisiz sürdürülmekte, kullanımı giderek artmakta ve hızla yaygınlaşmaktadır.

4.1.1 Dünyada Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanımı

Dünyada sürekli artış eğilimindeki jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında, özellikle 2005 yılından sonra hızla artan bir gelişme gözlenmektedir. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kapasitesi, 2015 yılında 70,329 MWt'a ulaşmıştır. Yıllık enerji kullanımı ise toplam 587,786 TJ (163,287 GWh)'dir (Lund ve Boyd, 2015). Çin, Amerika, İsveç, Türkiye ve Almanya doğrudan kullanım kurulu kapasitesinin büyüklüğüne göre ilk beş ülkedir. Toplam 46,620 MWt kapasiteye sahip bu beş ülke, dünya kapasitesinin % 66.28'ini oluşturmaktadırlar. Bunun doğal sonucu olarak bu beş ülke, yıllık enerji kullanımında dünya kullanımının % 63.6'sını kapsamaktadır (Tablo 4.1) (Lund ve Boyd, 2015).



Şekil 4.1: Doğrudan kullanım kapasitesi ve yıllık enerji kullanımının 1995-2015 yılları arasındaki değişimi(Kaynak: Lund ve Boyd, 2015)

Tablo 4-1: Doğrudan kullanımda dünyadaki ilk 5 ülke sıralaması
(Kaynak: Lund ve Boyd, 2015)

Ülke	MWt	TJ/yıl
Çin	17870,00	174352,00
ABD	17415,91	75862,20
İşveç	5600,00	51920,00
Türkiye	2886,30	45126,00
Almanya	2848,60	19531,30
Toplam	46620,81	366791,5

100 MWt'tan fazla jeotermal enerjiyi doğrudan kullanan ülke sayısı da son 30 yıl içerisinde 3 kat artarak 11 den 36 ya yükselmiştir. Jeotermal enerjinin doğrudan kullanım dağılımı;

- % 70,9 ısı pompası,
- % 12.92 banyo ve yüzme,
- % 10.93 merkezi ısıtma,
- % 2.59 seracılık,
- % 0.89 endüstriyel kullanım,
- % 0.98 su ürünleri yetiştirme havuzu ısıtması,

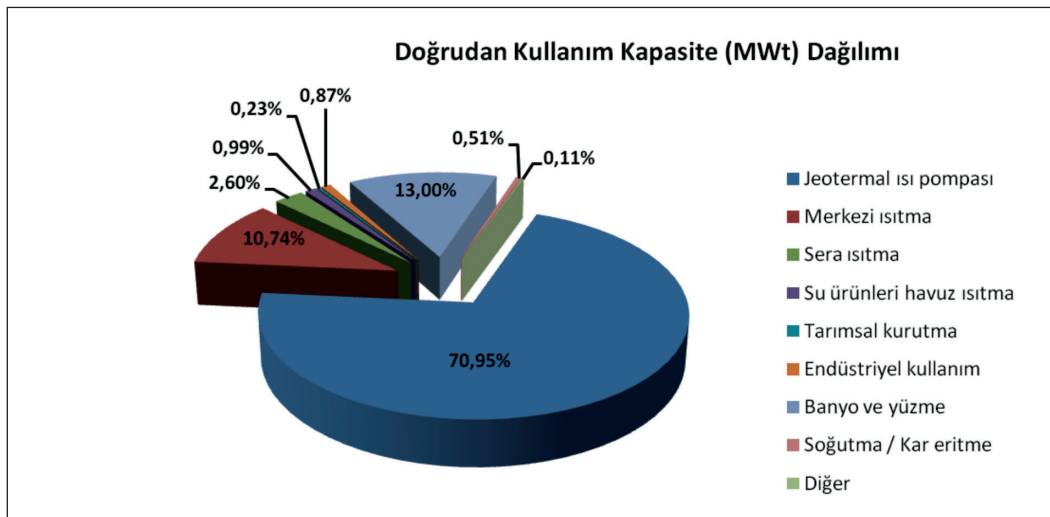


- % 0.23 tarımsal kurutma,
- % 0.44 kar eritme ve soğutma,
- % 0.11 diğer kullanımlar şeklindedir (Tablo 4-2 ve Şekil 4.2).

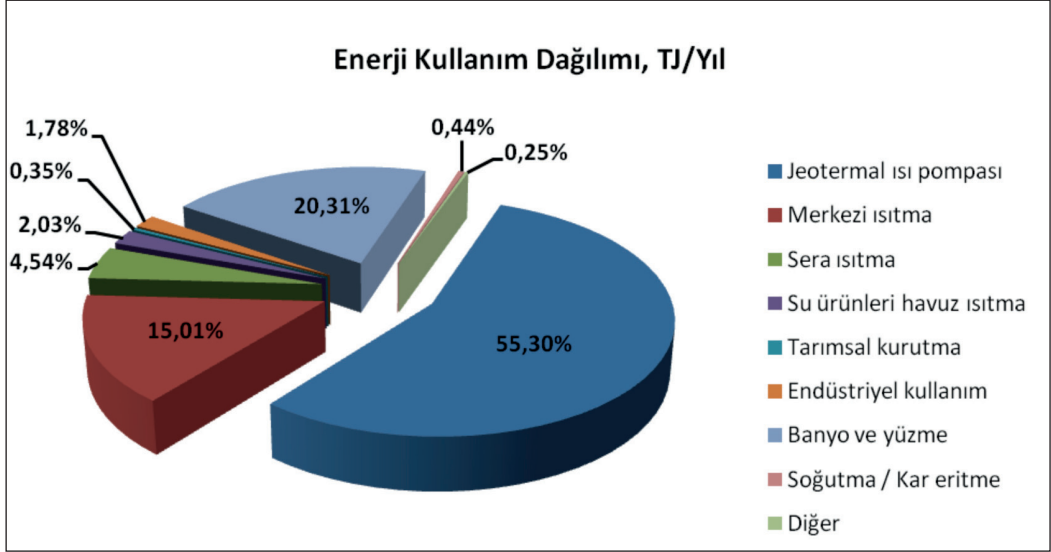
Dünya doğrudan kullanım uygulamalarının 2015 yılındaki toplam enerji kullanımı (TJ/yıl) yüzdelerine göre en yüksek kullanım jeotermal ısı pompası uygulamasıdır (Tablo 4-2, Şekil 4.3).

Tablo 4-2: 2015 yılı jeotermal enerji doğrudan kullanım kapasitesi ve enerji kullanım yüzdeleri

	Kapasite		Kullanım	
	(MWt)	%	(TJ/yr)	%
Jeotermal ısı pompası	49.898	70.95	325.028	55.30
Merkezi ısıtma	7.556	10.74	88.222	15.01
Sera ısıtma	1.830	2.60	26.662	4.54
Su ürünleri havuz ısıtma	695	0.99	11.958	2.03
Tarımsal kurutma	161	0.23	2.030	0.35
Endüstriyel kullanım	610	0.87	10.453	1.78
Banyo ve yüzme	9.140	13.00	119.381	20.31
Soğutma / Kar eritme	360	0.51	2.600	0.44
Diğer	79	0.11	1.452	0.25
Toplam	70.329	100.00	587.786	100.00



Şekil 4.2: Dünya doğrudan kullanım uygulamalarının kurulu kapasite dağılımı
(Kaynak: Lund ve Boyd, 2015)



Şekil 4.3: 2015 yılı dünya jeotermal doğrudan kullanım uygulamalarının toplam enerji kullanım dağılımı (Kaynak: Lund ve Boyd, 2015)

4.1.2 Jeotermal Enerjinin Ülke Ekonomilerine Katkısı

Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı ülkelerin ekonomisine önemli bir katkı sağlamaktadır. Tablo 3-4'deki verilere göre İzlanda ülke ısıtma sistemi için gerekli enerji ihtiyacının % 90'nını jeotermalden sağlamaktadır. Bunun yanında yerli ve yabancı ziyaretçilerden elde edilen turizm gelirlerinin ülkelerin ekonomilerine katkıları ciddi boyutlardadır.

Tablo 4-3: 2015 yılı Jeotermal enerjinin ülke ekonomilerine katkısı (Kaynak: Lund ve Boyd, 2015)

Ülke	Ekonomiye katkısı
İzlanda	Bina ısıtma %90
Japonya	2000 kaplıca, 5000 halk hamamları, 1500 otel, 15 milyon ziyaretçi/yıl
İsveç	Jeotermal ısı pompası kullanılarak ısıtılan bina %20
İsviçre	90,000 kurulu jeotermal ısı pompası (~3 units/km)
Tunus	244 ha sera ısıtma
Türkiye	16 şehirde 115.000 konut ısıtması –toplam ünitenin yaklaşık %30'u
USA	1.4 milyon jeotermal ısı pompası (% 7.0 yıllık büyüme)

4.1.3 Dünyada Jeotermal Enerjinin Elektrik Üretiminde Kullanımı

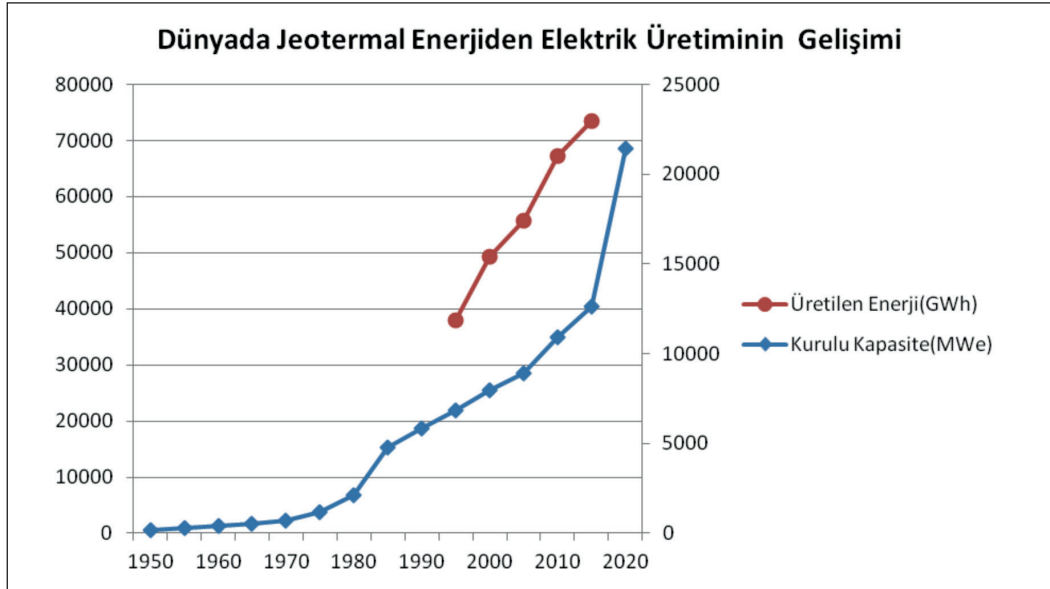
Jeotermal enerjiden elektrik üretiminin 1950-2015 yılları arasındaki değerlerine göre (Tablo 4-4), 70'li yıllardan itibaren artış eğiliminde olan jeotermal kaynakların ener-



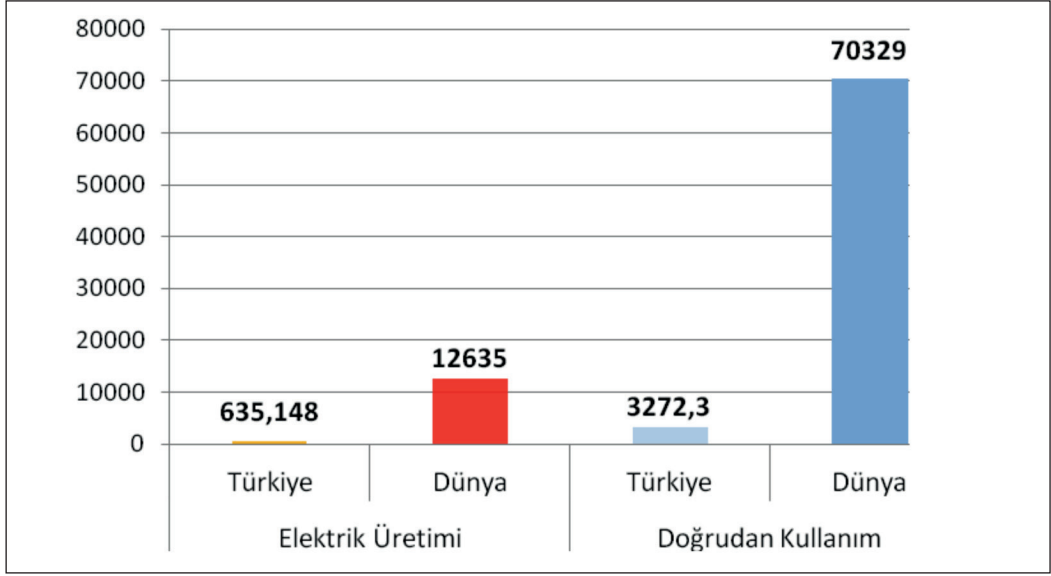
ji sektöründeki miktarı, 90 lı yıllardan itibaren hızlanarak devam etmiştir. 2015 yılında 12.635 MWe değerine ulaşan bu kapasitenin, 2020 yılında 21,443 MWe olacağı öngörülmektedir. Üretilen enerji ise 2015 yılı itibariyle 73.549 GWh tır (Şekil 3.4).

Tablo 4-4: Jeotermal enerjiden elektrik üretiminin yıllara göre gelişimi (Kaynak: Bertani, 2015).

Yıl	Kurulu Kapasite MWe	Üretilen Enerji GWh
1950	200	
1955	270	
1960	386	
1965	520	
1970	720	
1975	1180	
1980	2110	
1985	4764	
1990	5834	
1995	6,832	38,035
2000	7,972	49,261
2005	8,933	55,709
2010	10,897	67,246
2015	12,635	73,549
2020	21,443	



Şekil 4.4: 1950-2015 yılları arasında kurulu kapasite ve üretilen enerji kullanımı (Kaynak: Bertani, 2015)



Şekil 4.5: Elektrik üretimi ve doğrudan kullanımda Dünya ve Türkiye değerleri

4.2. Türkiye’de Jeotermal Kaynaklar

4.2.1. Jeotermal Kaynak Araştırmaları

Yeraltı kaynaklarımızın aranması görevini üstlenmiş olan MTA Genel Müdürlüğü’nün 1960’lı yıllarda envanter belirlemeye yönelik olarak başladığı çalışmalar, süreç içerisinde gerçekleştirilen jeotermal enerji arama projeleriyle 1970-1980 yılları arasındaki dönemde yüksek sıcaklıklı akışkan üretilen sahaların keşfedilmesiyle önemli bir boyut kazanmıştır. O yıllara kadar Ülkemizde jeotermal arama yapan tek kuruluş olan MTA Genel Müdürlüğü’nün, sahip olduğu bilgi birikimi ve deneyimle yürütülen çalışmalar sonucu ortaya koyduğu potansiyel, özellikle 1990’lı yıllardan sonra özel teşebbüsün ve belediyelerin konuya olan ilgilerini artırmıştır. Bu doğrultuda MTA Genel Müdürlüğü potansiyel belirleme çalışmalarını hızlandırmış, aynı zamanda kaynakların verimli kullanımına yönelik fizibilite çalışmalarına baz oluşturan veri desteğini sağlamıştır. Jeotermal kaynaklara yönelik arama/araştırma ve geliştirme sürecinin tamamında etkin olan MTA Genel Müdürlüğü yanı sıra İller Bankası, TPAO, Belediyeler, Özel İdareler ve son zamanlarda özel teşebbüsün yaptığı çalışmaların sonucu olarak günümüzde Türkiye, sıcaklığı bazı kaynaklarda 103 C olarak ölçülen toplam 600 doğal boşalımın yer aldığı 346 jeotermal sahaya sahip bir ülkedir.



4.2.2. Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Dağılımı

Ülkemiz jeolojik yapısındaki çeşitlilik dikkate alındığında, jeotermal kaynakların belli yöre ve bölgelerde yer aldığı, jeotermal sistemlerin genç tektonik ve volkanik faaliyetlere bağlı olarak geliştiği görülmektedir. Özellikle Batı Anadolu, ülkemiz jeotermal kaynaklarının oldukça yoğun olduğu bölgedir (Şekil 3). Yüksek potansiyele sahip olan alanların Batı Anadolu’da yoğunlaşması, jeolojik unsurların ve süreçlerin doğal sonucudur.

Burada gelişen graben sistemleri ülkemizin yüksek sıcaklığa sahip jeotermal alanlarını barındırmaktadır. Batı Anadolu’daki yüksek ısı içeren rezervuarlara sahip jeotermal alanlara karşılık, Orta ve Doğu Anadolu’da düşük ve orta sıcaklık kategorisindeki alanlar yer almaktadır. Bunu sırasıyla İç Anadolu, Marmara, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri izler.



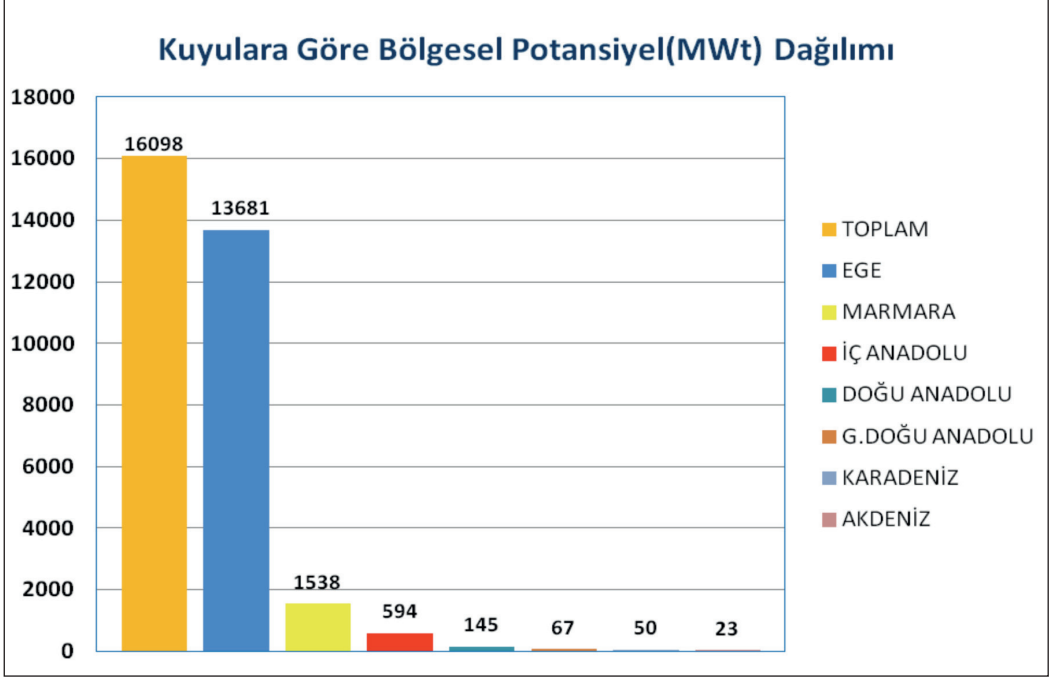
Şekil 4.6: Türkiye'nin genç tektonik unsurları ve jeotermal kaynakları (Akkuş ve diğ. 2005)

Bölgelerin potansiyel değer farklılıklarında, jeotermal sistemlerinin özellikleri yanında kaynak ve açılan kuyu sayısının da etkisini belirtmek gerekir(Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve 4.7).

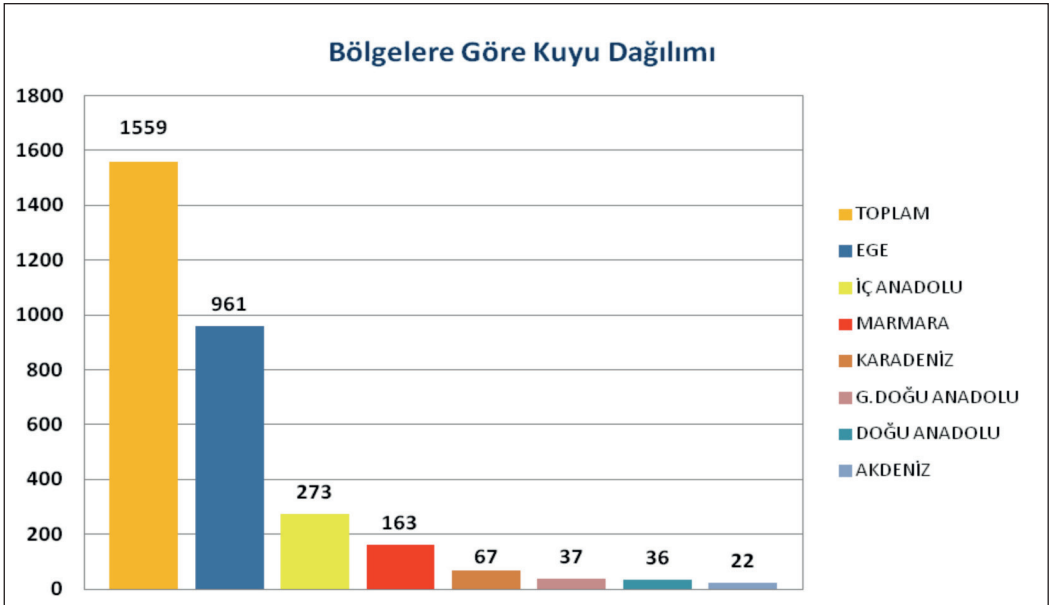


Tablo 4-5. Jeotermal alanlarda açılan kuyu sayısı ve toplam derinlikleri (MTA verisi)

No	İl	Kuyu	Metraj	No	İl	Kuyu	Metraj
1	Afyon	148	57.887	30	Kayseri	6	1.947
2	Ağrı	6	909	31	Kırklareli	2	2.075
3	Aksaray	8	5430	32	Kırşehir	23	7.731,45
4	Amasya	7	3.423	33	Kilis	1	350
5	Ankara	61	36986,36	34	Kocaeli	3	940
6	Artvin	1	0	35	Konya	24	10081,85
7	Aydın	235	361.690	36	Kütahya	82	33.818
8	Balıkesir	69	23.021	37	Malatya	1	500
9	Batman	1	2.400	38	Manisa	172	191.759,4
10	Bilecik	1	250	39	Mersin	4	900
11	Bingöl	4	1.930,2	40	Muğla	17	6.476
12	Bolu	23	9.959	41	Muş	1	320
13	Bursa	6	2.868	42	Nevşehir	53	23.529,75
14	Çanakkale	45	34.829	43	Niğde	15	8.466,9
15	Çankırı	5	3.169	44	Ordu	2	570
16	Çorum	10	4.107	45	Osmaniye	2	700
17	Denizli	104	108.466,3	46	Rize	4	780
18	Diyarbakır	7	2.325,5	47	Sakarya	13	7.124
19	Elazığ	1	400	48	Samsun	12	5.756
20	Erzincan	3	1.903	49	Siirt	1	695
21	Erzurum	11	4.792,5	50	Sivas	15	4.372
22	Eskişehir	23	7.105	51	Şanlıurfa	25	8.839
23	Gaziantep	2	750	52	Tekirdağ	1	1500
24	Hatay	9	7.575	53	Tokat	7	1.204,25
25	Isparta	1	620	54	Tunceli	2	324
26	İstanbul	10	5.308	55	Uşak	19	7.675
27	İzmir	184	91.361,05		Van	7	3.698
28	K.Maraş	6	2.913		Yalova	13	6.662
29	Karabük	1	266		Yozgat	40	12.179
		992	782.643			567	350.973
TOPLAM KUYU						1559	
TOPLAM METRAJ						1.113.616	



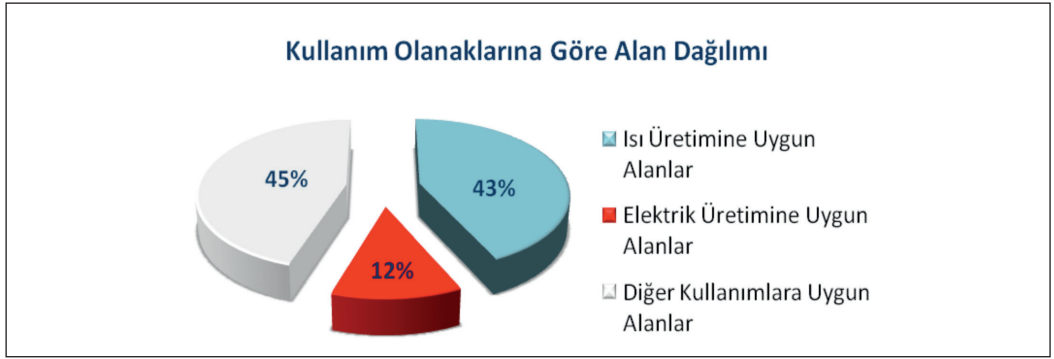
Şekil 4.7: Bölgesel potansiyel dağılımı



Şekil 4.8: Bölgelere göre kuyu dağılımı



Ülkedeki alanların, kaynak ve kuyu sıcaklık değerleri esas alındığında dağılımı; % 88 düşük ve orta, % 12 sıcaklığı 287 °C a kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı sahalar şeklindedir. Alanların % 43 gibi önemli bir bölümü konut, termal tesis ısıtmacılığında, % 45 si ise sera, termal turizm ve balneoloji gibi diğer uygulamalarda kullanılabilir özelliktedir (Şekil 3). Elektrik üretimi yapılabilecek olan 39, ısıtma(Konut-sera) uygulamasında yararlanılabilecek saha sayısı enerji üretilebilecek sahalardaki entegre kullanımla birlikte 153'dür. Geriye kalan diğer sahalar düşük ve orta sıcaklıkta akışkan içermektedir. Bu nedenle termal turizm ve balneolojik kullanımlarda yararlanılabilir.



Şekil 4.9: Jeotermal alanların kullanım olanaklarına göre dağılımı

4.2.3. Türkiye'nin Jeotermal Kaynak Potansiyeli

Ülkemizde öteden beri kullanılagelen klasik enerji kaynakları kadar olmasa bile ucuz, temiz, kaliteli, güvenli, sürdürülebilir, çok amaçlı kullanılabilir özellikte önemli bir jeotermal kaynak potansiyeli vardır. Türkiye jeotermal potansiyeli bakımından Dünya ülkeleri içerisinde ilk sıralardadır. Doğal çıkışların potansiyelinin 600 MWt olduğu kabul edilmektedir. Sahalarda MTA'nın açtığı 596, özel sektör, belediyeler ve il özel idareleri tarafından açılan 963 kuyu ile birlikte toplam 1559 adet kuyudaki üretim değerlerine göre kullanılabilir potansiyel 16098,8 MWt dır. Ancak bilgilerine ulaşamayan ve üretim değerleri resmi kayıtlara girmeyen kuyularla birlikte toplam kuyu sayısının 2200 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu kuyu değerleri de eklendiğinde termal kapasite doğal olarak daha yüksek olacaktır. Diğer yandan jeotermal sistemlerde bu güne kadar yapılan çalışmalarla belirlenen sahaların henüz tümünde kuyu açılmamıştır. Gerek enerji üretimi gerekse diğer kullanımlar için yararlanılabilecek nitelikte olup ta henüz kuyu açılmamış veya potansiyeli ortaya koyabilecek yeterlikte kuyu açılmamış alanlarda geliştirme çalışmalarının yapılması halinde, kullanım kapasitesi ortaya çıkacaktır. Ülke jeotermal kaynaklarının



toplam potansiyelini ise, bu kapasite ile birlikte yeni sahaların keşfi sonucunda eklenecek yeni kapasitelerle ortaya çıkacak potansiyel değeri oluşturacaktır. Bu arada yeri gelmişken öteden beri kullanılagelen tahmini termal potansiyele değinmek gerekecektir. Ülkemizin sahip olduğu öne sürülen 31500 MWt toplam potansiyel tahmini, çalışmaların bugünkü düzeyi ile kıyaslanmayacak bir dönemde yapıldığından günümüzde anlamlı değildir. Buna ilaveten o günkü koşullarda kullanılan ölçütlerin de bugün gelinen noktada yetersiz hale gelmesi, yapılan tahmini büsbütün kullanılamaz hale getirmektedir. Bu bakımdan, özellikle kuyu sayısının çok az ve bazı sahalarda ise hiç kuyu açılmamış olduğu halde, kaynaklar esas alınarak hesaplanan potansiyel değerinin, bu değer kullanılarak yapılan öngörülerde yanıltıcı olacağından artık kullanılmaması gerektiği vurgulanması gereken bir husustur. Nitekim öteden beri 31500 MWt olarak açıklanan Ülkemizdeki jeotermal sistemlerdeki teorik potansiyel değerini;

- Yılmaz 55000-60000 MWt,
- Satman 52700 MWt,
- Türkiye Jeotermal Derneği 62000 MWt olarak güncellemişlerdir.

Daha önce de değinildiği gibi yüksek entalpili 39 adet jeotermal alan elektrik üretimine uygundur. Sahalardan üretilebilecek elektrik potansiyeli hakkında tahminler farklıdır. MTA verilerine göre elektrik üretiminde kullanılabilir potansiyel 1.200 MWe dir. İTÜ Enerji Enstitüsü tarafından yapılan simülasyon çalışmasına göre jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretim kapasitesinin 2.000 MWe ulaşacağı öngörülmektedir.

Jeotermal sahaların dağılımına göre % 43'ü ısıtma uygulamasına uygun olup 50 C üzerinde sıcaklığa sahip 153 adet saha bulunmaktadır. Bu sahalarda açılan kuyulardaki üretim bilgileri ve 100 m baz değeri esas alındığında ekonomik olarak 1.250.000 konut ısıtılabilir görünmektedir.

4.2.4. İllere Göre Jeotermal Kaynak Potansiyeli

İllerin potansiyel değerlerinin hesaplanmasında, bilgilerine erişilebilen 1559 adet kuyudaki akışkan sıcaklığı ve debisi esas alınmıştır (Tablo 4-5). Kayıtlara girmeyen kuyu değerleri de eklendiğinde, bu potansiyel değerleri çok daha yüksek olacaktır.



Tablo 4-6: İllerin Kaynak Potansiyel Değerleri (***) MTA verisi)

İli	Potansiyeli	İli	Potansiyeli	İli	Potansiyeli
Afyon	484,1	Erzincan	0,94	Muğla	11,38
Ağrı	87,05	Erzurum	21,48	Nevşehir	153,95
Aksaray	25,35	Eskişehir	26,02	Niğde	15,4
Amasya	4,79	Gaziantep	0,00	Ordu	0,039
Ankara	109,67	Hatay	11,55	Osmaniye	0,00
Aydın	7834,92	İstanbul	0,80	Rize	4,84
Balıkesir	147,3	İzmir	1164,45	Sakarya	82,22
Batman	3,21	Kahramanmaraş	8,61	Samsun	12,92
Bilecik	0,22	Karabük	0,34	Siirt	0,29
Bingöl	6,00	Kayseri	2,62	Sivas	52,61
Bolu	20,85	Kırklareli	2,76	Şanlıurfa	57,21
Bursa	19,99	Kırşehir	66,46	Tekirdağ	2,30
Çanakkale	1262,56	Kilis	0,00	Tokat	5,82
Çankırı	9,76	Kocaeli	0,08	Tunceli	0,81
Çorum	0,80	Konya	25,18	Uşak	52,87
Denizli	875,76	Kütahya	392,22	Van	26,85
Diyarbakır	6,3	Manisa	2865,31	Yalova	19,75
Elazığ	0,63	Mersin	3,29	Yozgat	107,55
	10899,26		4592,11		606,809
TOPLAM					16098,8

4.2.5. Jeotermal Enerjinin Türkiye İçin Önemi

Ülkemiz, enerji sorununu en yoğun biçimde yaşayan ülkeler içinde önde gelenlerdendir. Enerji üretimi ve arzıyla ilgili veriler bu durumu apaçık ortaya koymaktadır. Kaynaklarından ürettiği enerjiden fazlasını tüketen ve arz güvenliğini sağlamak için enerji ithal eden Türkiye, kaynaklarını çeşitlendirmek, geliştirmek, üretimini arttırmak, güçlendirmek, en ekonomik ve en fazla yararlanmayı sağlayacak biçimde değerlendirmek zorundadır. Tüketimin artması, üretimin tüketimi karşılamadaki payının sürekli azalması, enerji arzında giderek artan dışa bağımlılık ve yenilenebilir enerji bilincinin gelişmesinin de etkisiyle, Ülkemiz de alternatif kaynaklara yönelmiş, jeotermal enerjiye olan ilgi ve yapılan araştırma ve teknik çalışmalar da hızla artmıştır. Bu bağlamda jeotermal enerjinin, yakın gelecekte ülkemizin önemli enerji kaynağı konumuna gelmesi beklenmektedir.



4.2.6. Kullanılabilir Potansiyelin Ekonomiye Katkısı

Türkiye’nin 2015 yılı Aralık ayı itibarıyla ulaştığı 16098,8 MWt kullanılabilir kapasitenin yıllık petrol eşdeğeri yaklaşık 12.122.400 ton olup ekonomik katkısı yılda yaklaşık 9.328 milyar dolardır. Mevcut elektrik üretiminin 1.720 milyar dolarlık ekonomik katkısı ile birlikte toplam 11.048 milyar ABD dolarına ulaşmaktadır. Bu potansiyelin 20 yıllık bir kullanımında, yaklaşık 242,44 milyon ton petrol eşdeğeri tasarruf sağlamak mümkün olacaktır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, Türkiye’nin 2009-2013 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde enerji ithalatı için yaptığı harcama 238,5 milyar dolardır. 2015 yılının 8 ayında enerji ithalatı için ödenen döviz ise yaklaşık 37 milyar dolar oldu. Ülkemizde yaşanan enerji sorunu ve enerji ithalatı için yapılan harcamanın parasal büyüklüğü dikkate alındığında jeotermal enerji potansiyelinin sağladığı katkının küçümsenmeyecek bir düzeyde olduğu görülmektedir.

4.2.7. Jeotermal Kaynakların Kullanımı

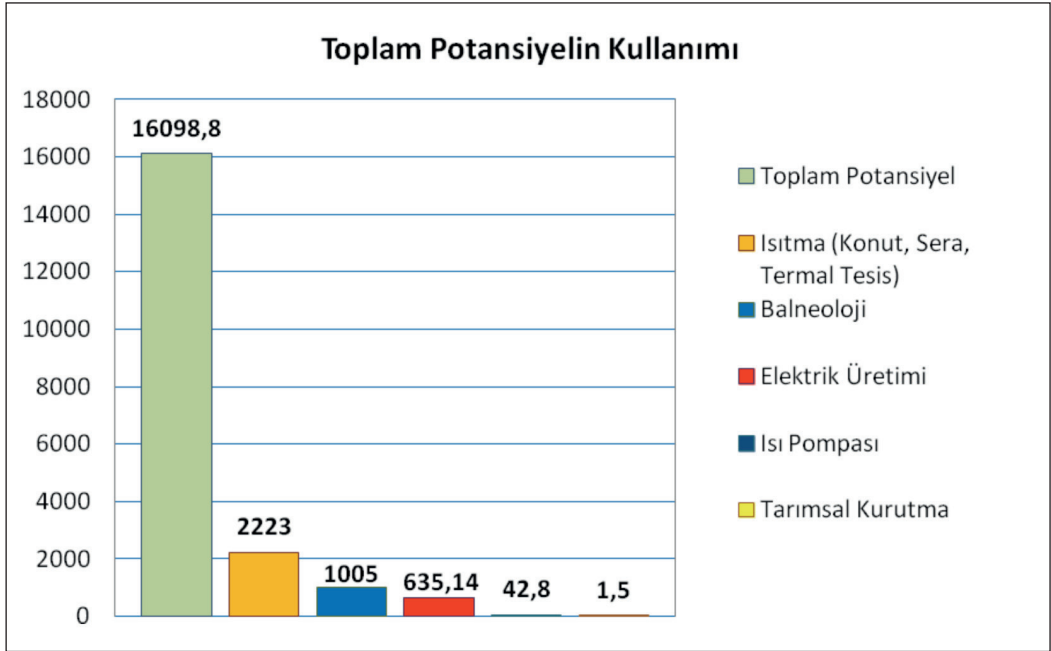
Türkiye’de jeotermal kaynak aramacılığının başladığı 1960 lı yıllardan günümüze kadar gelişen süreçte ortaya çıkarılan jeotermal enerjiden günümüzde birçok alanda yararlanılmaktadır. Merkezi olarak şehir ısıtma uygulamaları son yıllarda yaygınlaşmıştır. Elektrik üretimine yönelik santral kurulması ve enerji üretiminde de benzer durum söz konusudur. Kuşkusuz Ülkemizin jeotermal enerji potansiyeli fosil enerji kaynakları ile yarışacak düzeyde değildir. Ancak bu enerji kaynağı yenilenebilir, çevreyi kirletmeyen ve sürdürülebilir özellikleriyle önemli bir avantaj sunmaktadır. Başarılı uygulamalarla önemi daha iyi anlaşılan ve yatırımcıların ilgisinin arttığı kaynağın kullanımı son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. Temiz, ucuz, yerli, ekonomik, sürdürülebilir, denetiminin ülke kontrolünde olması, arama-üretim çalışmalarının ve bu enerjiye dayalı yatırımların pahalı olmasına karşılık yapılan yatırımları kısa sürede amorti etmesi, üretilen ürünün tümünün tüketilmesi bu artışın ve ilginin önde gelen nedenleridir. Mevcut alanlarda geliştirme çalışmalarının yapılması ve araştırmaların sürdürülerek yeni sahaların keşfedilmesi halinde, sahip olduğu potansiyel kullanılarak ülke, gelecekte yaşanması olası darboğazda enerji ihtiyacının bir bölümünü yerli kaynaklardan karşılama olanağına kavuşacaktır.

Ülke ekonomisine katkısı yanında optimum üretim koşullarında düzenli, kaliteli ve devamlılığının olması da tercih nedenidir. Son yıllardaki başarılı uygulamalar nedeniyle jeotermal kaynak kullanımı ülkemizde de artan bir hızla yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde jeotermal kaynaklardan;



- Konut, sera, termal tesis ısıtması,
- Elektrik üretimi,
- Termal turizm ve balneoloji,
- Endüstriyel uygulamalar,
- Isı Pompası
- Tarımsal kurutmada yararlanılmaktadır.

Türkiye’de Ocak-2016 itibariyle doğrudan kullanım kapasitesi; 1033 MWt merkezi ısıtma, 420 MWt termal tesisler ve oteller gibi bireysel ısıtma, 770 MWt sera ısıtması, 1005 MWt 400 termal tesis ve spada balneolojik kullanım, 1,5 MWt tarımsal kurutma ve 42,8 MWt jeotermal ısı pompa uygulamaları olmak üzere 3272,3 MWt a ulaşmıştır (MTA, Mer-toğlu ve diğ., 2015, TJD iletişim bilgisi) (Şekil 4.10). Ancak toplam potansiyel değeri esas alındığında kullanılabilir durumdaki kaynaktan yararlanmanın %20 düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10: Jeotermal kaynak potansiyeli ve kullanımı

Bu haliyle Türkiye, jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı açısından ABD, Çin, İsveç ve Almanya ile birlikte **ilk 5** içerisinde olmak üzere **dördüncü** sırada yer almaktadır.



4.2.7.1. Jeotermal Kaynakların Enerji Amaçlı Kullanımı

Jeotermal enerjiden elektrik üretimine ilk olarak 1974 yılında Kızıldere sahasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından 0.5 MWe gücünde pilot bir türbinde deneme amaçlı olarak başlanmış, ticari anlamda ilk elektrik üretimi ise, 20 MWe kurulu güce sahip Kızıldere jeotermal santralında 1984 yılında TEAŞ tarafından gerçekleştirilmiştir. Süreç içerisinde gerçekleştirilen geliştirme çalışmalarıyla ortaya çıkarılan potansiyel değerleri yatırımcıların ilgisini çekmiş, özellikle jeotermal enerji kullanımına yönelik taleplerdeki artışların da etkisiyle yapılan yatırımlar sonucunda Aydın-Germencik, Aydın-Salavatlı, Çanakkale-Tuzla, Aydın-Sultanhisar-Salavatlı, Kuyucak-Pamukören, Germencik-Hıdırbeyli, ve Germencik-Gümüşköy sahalarında kurulan santrallerde jeotermal enerjiden elektrik üretilmeye başlanmıştır. Ayrıca Kızıldere Jeotermal Santralinin atığı olan 140 °C'lik jeotermal akışkandan yararlanılarak Denizli-Sarayköy'de enerji üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde bugün için 15 sahada işletmede olan 27 adet jeotermal santral, elektrik üretimine toplam 635,148 MW katkıda bulunmaktadır (Tablo 4-6).

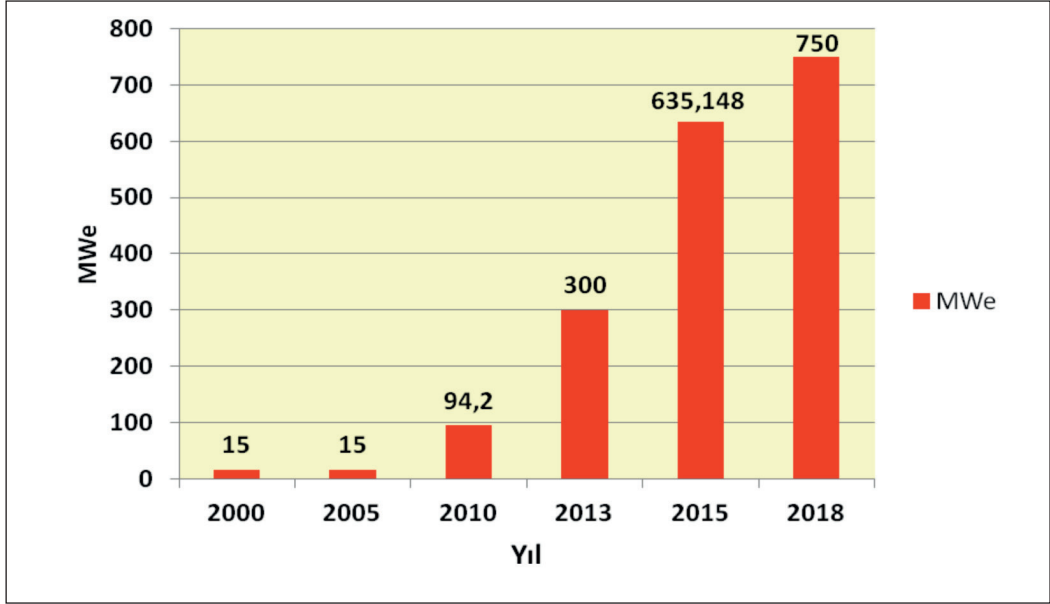
Tablo 4-7: Elektrik üretilen alanlar ve işletme kapasitesi(Kaynak EPDK)

il / İlçe	Saha Adı	Firma	İşletme Kapasitesi (MWe)
Denizli / Sarayköy	Kızıldere	Zorlu Elek. Üret.	95
Manisa / Alaşehir	Alaşehir		45
Denizli / Sarayköy	Kızıldere	Bereket Enerji Üret.	6,85
Aydın / Germencik	Ömerbeyli	Gürmat Elek. Üret.	162,3
Aydın / Germencik	Hıdırbeyli/Bozköy	Maren	92
Aydın / Kuyucak	Pamukören	Çelikler Jeot. Enerji	67,53
			22,51
Aydın / Germencik	Gümüşköy	Gümüşköy Jeot. Enerji	13,2
Manisa /Alaşehir	Alaşehir	Türkerler Jeot. Enerji	24
Aydın / Sultanhisar	Salavatlı	Menderes Geot. Elek.	51,451
Çanakkale / Ayvacık	Tuzla	Tuzla Jeot. Enerji	7,5
Çanakkale	Babadere	MTN Enerji	8
Aydın	Yılmazköy	Kipaş Enerji	24
Denizli / Sarayköy	Tosunlar	Akça	3,807
Aydın	Umurlu	Karkey	12
Toplam Üretim			635,148

Bunun yanında jeotermal kaynaktan enerji üretmek üzere 11 sahada üretim lisansı alınmıştır. Bu sahalardan bazılarında santral inşası tamamlanmış olup yakın zamanda



üretim geçilecektir. Diğerlerinde ise geliştirme çalışmaları ve santral inşaatları devam etmektedir. Dünyada jeotermal enerjiden elde edilen elektrik üretiminde, A.B.D., Filipinler, Endonezya, Meksika ve İtalya ilk beş sırada yer alırken Türkiye Şubat 2016 itibariyle devreye alınan son santralle 8. sıraya yükselmiştir (Tablo 4-7).



Şekil 4.11. Türkiye’de Jeotermal Elektrik Santrallerinin Gelişimi ve 2018 Yılı İçin Hedef

Tablo 4-8: Ülkelerin Kurulu Kapasiteleri (Bertani, 2015 ten değiştirilerek)

Ülke	Kurulu Kapasite(MWe)
ABD	3450
Filipinler	1870
Endonezya	1340
Meksika	1017
Yeni Zelanda	1005
İtalya	916
İzlanda	665
Türkiye	635
Kenya	594
Japonya	519
Diğerleri	1142



Elektrik üretimine uygun sahalarda geliştirme çalışmalarının yapılması halinde mevcut kapasitenin artacağı 10. Beş Yıllık Kalkınma Planında Türkiye’deki toplam elektrik üretiminin 2018 hedefinde 1000 MWe’e ulaşabileceği öngörülmektedir.

4.2.7.2. Jeotermal Kaynakların Isıtma Amaçlı Kullanımı

Son yıllarda giderek yaygınlaşan konut ısıtmacılığı yanında kurulan modern seralarda jeotermal enerjiden ekonomik olarak yararlanılmaktadır. Halen Türkiye’de Simav (Kütahya), Narlıdere+Balçova, Dikili, Bergama (İzmir), Gönen, Güre, Bigadiç, Edremit (Balıkesir), Kızılcahamam (Ankara), Ömer-Gecek, Heybeli, Gazlıgöl, Sandıklı (Afyon), Kırşehir, Kozaklı (Nevşehir), Diyadin (Ağrı), Salihli (Manisa), Sarayköy (Denizli) ve Yozgat-Sorgun alanlarındaki jeotermal akışkan kullanılarak 19 yerleşim birimindeki ısıtma sistemlerinde 115.000 konut eşdeğeri merkezi ısıtma yapılmaktadır(Tablo 4-8).

Tablo 4-9: Isıtma Uygulaması Yapılan Alanlar ve Fiilen Isıtılan/Eşdeğer Konut Sayısı
(Kaynak: MTA, TJD)

Alan Adı	Sıcaklık	Konut Sayısı	Alan Adı	Sıcaklık	Konut Sayısı
Balıkesir-Gönen	80	2500	İzmir-Dikili	99	2500
Kütahya-Simav	167	8830	Nevşehir-Kozaklı	90	3000
Ankara-Kızılcahamam	80	2500	Ağrı-Diyadin	70	690
İzmir-Balçova-Narlıdere	125-145	36000	Manisa-Salihli	94	7292
Afyon-Sandıklı	70	11500	Denizli-Sarayköy	140	2500
Kırşehir-Terme	57	1800	Balıkesir-Edremit	60	4881
Afyon-Ömer-Gecek	95	24600	Balıkesir-Bigadiç	96	1950
Balıkesir-Güre	55	1200	Yozgat-Sorgun	80	1500
İzmir-Bergama	60	450	Afyon-Heybeli	56,5	374
Afyon-Gazlıgöl	74	500			
TOPLAM					115.000

Ayrıca düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanla; Afyon-Oruçoğlu Termal Resort tesisleri 48°C, Hatay-Kumlu Termal Tesisleri 37°C jeotermal akışkanla tabandan ısıtılmaktadır. Bolu-Karacasu Termal Tesisleri 44°C jeotermal akışkanla kısmi olarak, Rize-Ayder Kür Merkezi 55°C, Sivas-Sıcak Çermik Kaplıcaları 46°C ve Samsun-Havza Termal Tesisleri 54°C sıcaklığındaki jeotermal akışkanla ısıtılmaktadır. Haymana’da 45°C’lik jeotermal akışkanla tabandan Cami ısıtması yapılmaktadır.

Jeotermal kaynakların ekonomik uygulamalarından biri de sera ısıtmasıdır. Ülke genelinde toplam kapasite MTA Genel Müdürlüğü’nün Şubat 2016 verileri ve Mertoğlu ve diğ., 2015 e göre 4.249.839 dönüme ulaşmıştır(Tablo 4-10). Bu kapasitenin dağılımı: İzmir-Di-



kili (850.000 m), Manisa-Salihli, Urganlı (592.000 m), Kütahya-Simav (265,000 m), Denizli-Kızıldere-Tosunlar (200,000 m), Şanlıurfa-Karaali (474,000 m), İzmir-Balçova (100,000 m) ve diğerleri şeklindedir(MTA, Mertoğlu ve diğ., 2015).

Kurulan modern seralarda üretilen ürünler iç pazarda tüketildiği gibi yurt dışına da ihraç edilmektedir. Bu uygulamayla yakıt için ödenen dövizden tasarruf sağlanması yanında yapılan ihracattan döviz geliri de elde edilmektedir.

Tablo 4-10. Sera Isıtması Yapılan Alanlar ve Miktarları (Kaynak: MTA ve Mertoğlu ve diğ., 2015)

Alan Adı	Miktarı(m)	Alan Adı	Miktarı(m)
İzmir-Dikili	850.000	Afyon	244.000
Manisa-Salihli	422.000	Afyon-Sandıklı	410.000
Manisa-Urganlı	170.000	Afyon-Gazlıgöl	10.000
Kütahya-Simav-Eynal	265.000	Afyon-Heybeli	100.000
Denizli-Kızıldere-Tosunlar	200.000	Ağrı-Diyadin	22.000
Denizli-Yenicekent	53.566	Balıkesir-Hisaralan	4.500
Denizli-Sarayköy	276.189	Nevşehir-Kozaklı	67.000
Denizli-Gölemezli	184.168	İzmir-Seferihisar	1.000
Aydın-Gümüşköy-Salavatlı	174.000	Kırşehir-Mahmutlu	100.000
Aksaray-Sarıyahşi	40.000	Ankara-Kızılcahamam	500
Şanlıurfa-Karaali	474.000	Yozgat-Sorgun	25.000
İzmir-Balçova	100.000	Yozgat-Boğazlıyan	56.916
TOPLAM			4.249.839

4.2.7.3. Jeotermal Kaynakların Termal Amaçlı Kullanımı

Jeotermal enerji kaynaklarına sahip ülkelerin yerküre üzerindeki dağılımına bakıldığında lokalitelerinin tesadüfi olmadığı, bazı tektonik ve/veya aktif volkanik kuşaklar ile çok yakın ilişki içinde olduğu görülür. Etkin genç tektonizma ve volkanizmanın yaygın olduğu Ülkemiz de, bu kuşaklardan biri üzerinde yer almakta olup jeodinamiği gereğince kaynaklar ülkenin her yanına dağılmış durumdadır. Bu dağılımdaki yoğunlaşmalarda en belirleyici etmen, yapısal unsurlar ve volkanik etkinliktir.

Türkiye, doğal boşalım halindeki kaynaklarıyla dünya ülkeleri arasında önemli bir konumdadır ve kaynak zenginliği bakımından dünyanın 7. ülkesidir. Ayrıca balneolojik amaçlı kullanımlar için sıcaklık alt sınırı 20 C olarak kabul edildiği gözetildiğinde, debileri 2-500 l/s arasında değişen 600 kaynak grubuyla ülkemiz Avrupa'da birinci sırayı almaktadır.



Gelişmiş ülkelerde insanlar, doğal çevre, uygun iklim, güneş, uygun alt ve üst yapı, etkin sosyokültürel çevre olanaklarına sahip termal tesislerden, hem sıcak suların şifa özelliklerinden yararlanarak tedavi olmak, hem de dinlenme, eğlence-spor amaçlı yararlanmaktadır. Bu şekildeki kullanım “Termal Turizm”, diğer tedavilerle birlikte uygulandığı takdirde “Sağlık ve Termal Turizm” olarak adlandırılmaktadır(Özbek 2015).

Türkiye’nin termal suları, debi ve sıcaklıkları, çeşitli fiziksel kimyasal ve şifa özellikleri, coğrafi konumları ile Avrupa’daki termal sulardan daha üstün nitelikler taşımaktadır. Bununla beraber, doğal kaynaklar ve açılan kuyulardan üretilen akışkandan yararlanmada, yakın zamana kadar klasik kaplıca anlayışı egemendi. Her ne kadar günümüzde ülkemizdeki kullanım, gelişmiş ülkelerin standartlarındaki gibi yaygınlaşmamış olsa bile, kaynağın yasal zemine kavuşması, daha modern tesislerde hizmet alma taleplerinin yoğunluğu ve kullanımın ekonomik getirisi gibi etmenlerle, son yıllarda kaynaktan termal amaçlı yararlanma giderek gelişmiş ve yaygınlaşmıştır. Bu gelişmeyle birlikte, doğal kaynaklar ve kuyulardan üretilen akışkan kullanılarak hizmet veren modern tesislerin sayısı da hızla artmıştır. 350 kaplıca ve termal tesisin bulunduğu Türkiye’de, akredite olan ve gelişmiş ülkeler standardındaki ilk örnek İzmir-Balçova’daki tesisleridir. Afyon-Merkez, Afyon-Sandıklı, Nevşehir-Kozaklı, Denizli-Tekkehamam, Balıkesir-Edremit-Güre ve Hisaralan, Gaziantep, Hatay ve Ankara-Ayaş’daki alanlarda 5 yıldız otel kalitesindeki tesisler jeotermal kaynakları kullanarak hizmet vermektedirler. Bunlara ilave olarak yerli ve yabancı turistlere hizmet veren Ülkemizdeki diğer termal tesisler, Ankara-Ayaş, Kızılcahamam ve Haymana, Erzurum-Pasinler, Balıkesir-Gönen ve Bigadiç, Çankırı-Çavundur, Çanakkale Kırkgeçit, Sakarya-Akyazı, Amasya-Gözlek, Samsun-Havza, Kırşehir-Terme, Kütahya-Simav, Gediz, Emet, Yoncalı, Harlek, Sivas-Sıcakçermik, Şanlıurfa-Karaali, Yozgat-Sorgun’daki jeotermal alanlardan üretilen akışkanı kullanılmaktadır. Sıralanan bu tesisler ve spadaki balneolojik kullanım kapasitesi, Mertoğlu ve diğ., tarafından 2015 yılı için 1005 MWT olarak ifade edilmektedir. Ulaşılan bu kapasite değeriyle Türkiye, dünya ülkeleri arasında kaynağın doğrudan kullanımında 4. Sırada yerini almıştır.

4.2.7.4. Jeotermal Kaynakların Diğer Amaçlarla Kullanımı

Türkiye’de jeotermal kaynakların bugüne kadar başlıca tüketim alanı ısıtmacılık (konut, sera termal tesis v.b.), elektrik üretimi ve sağlık turizmi olmuştur. Tüketimdeki en büyük payı, % 31,56 oranıyla merkezi ısıtma sistemleri oluşturmaktadır. Jeotermal kaynaklardan yararlanma, kapasite olarak ısıtma uygulaması, enerji üretimi ve termal kullanım yoğunluktur. Bunun dışında, kimyasal madde üretimi (sıvı karbondioksit), kuru buz, deri işleme, tarımsal kurutma, ısı pompası gibi diğer kullanımlarda da jeotermal kaynaktan



yararlanılmaktadır. Ancak önemli bir potansiyel olmasına karşılık henüz yaygınlaşmış değildir.

Sıvı karbondioksit üretimi Ülkemizde ilk olarak Denizli-Kızıldere sahasında başlatılmış ve halen üretime devam edilmektedir. Ülkemizin yıllık CO üretim kapasitesi 240.000 tondur. Bunun yanında aynı sahada kuru buz üretimi de gerçekleştirilmektedir.

Türkiye’de Afyon, Kızılcahamam ve Kırşehir’de jeotermal tarımsal kurutma çalışmalarına başlanmış diğer alanlarda da araştırma ve proje çalışmaları sürdürülmektedir. Halen 1,5 MWt kapasitede tarımsal kurutma yapılmaktadır.

Dünya ölçeğinde çoğunluğu Kuzey Amerika ve Avrupa’da olmak üzere 33 ülkede kullanılan ısı pompaları oldukça yaygın olup doğrudan kullanımın %71 ini oluşturmaktadır. Ülkemizde ise bu kapasite 42,8 MWt (Mertoğlu ve diğ., 2015) dir ve henüz istenen düzeyde değildir. Ancak sıcaklığı 5 ile 30C arasında değişen yüzey ve yeraltı suyunu kullanan, ısıtma ve soğutmayı bir arada sağlayan ısı pompalarının önemi son yıllarda daha iyi anlaşıldığından, kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Avrupa’nın en büyük ısı pompası uygulamalarından biri İstanbul’daki bir alışveriş merkezindedir. Diğer büyük uygulama Ankara’daki alışveriş merkezinde bulunmaktadır. Bunun yanında ülkenin değişik yörelerinde alışveriş merkezi, show-room, villa vb mekanların ısıtma ve soğutma ihtiyacı ısı pompası uygulamasıyla karşılanmaktadır.

4.2.8. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Değerlendirilme Durumu

Tablo 4-11. Jeotermal kaynakların değerlendirilmesi (Kaynak:MTA, Mertoğlu ve diğ., 2015, TJD)

Elektrik Üretimi	635,148	MWe
Merkezi Isıtma (Şehir, Konut)	115.000	Konut Eşdeğeri(1033 MWt)
Kaplıca Tesisleri, Termal Oteller, Devre Mülk Tesislerinin Isıtılması	46.000	Konut Eşdeğeri(420 MWt)
Sera Isıtması	4249	Dönüm (770 MWt)
Jeotermal Isı Pompası	42,8	MWt
Tarımsal Kurutma	1,5	MWt
Toplam jeotermal ısı kullanımı	2267,3	MWt (252.000 konut eşdeğeri)
Kaplıca, termal tesis ve spada balneolojik kullanım	400	Adet (1005 MWt)(Yılda 18,5 Milyon Kişi)
Karbondioksit Üretimi	240.000	Ton/Yıl



4.2.9. Jeotermal Kaynaklara İlişkin Mevzuat

4.2.9.1 Kanun Kapsamında İşlem Yapılan Bakanlıklar, Kurum ve Kuruluşlar

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sularla İlgili 5686 sayılı kanun ve uygulama yönetmeliği kapsamında işlem yapılan ve görüş oluşturulan çok sayıda bakanlık, genel müdürlük ve kurum bulunmaktadır. Bunlar:

- İçişleri Bakanlığı
 - İl Özel İdareleri
 - Yatırım İzleme Koordinasyon Başkanlığı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
 - Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
 - Maden İşleri Genel Müdürlüğü
 - Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
 - Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
- Sağlık Bakanlığı
- Kalkınma Bakanlığı
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı
- Kültür ve Turizm Bakanlığı
- Diğer ilgili bakanlık
- EPDK dır.

4.2.9.2 Kaynaklara İlişkin 5686 Sayılı Yasanın Uygulama Esasları

Bu bölüm, JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Komisyonu üyesi Nusret Güngör tarafından hazırlanan metinden özetlenerek alınmıştır. 13.06.2007 tarihinde yürürlüğe giren “5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu”, doğal sermaye olarak nitelendirilen jeotermal kaynakları (JK), doğal mineralli suları (DMS) ve doğal karbondioksit, radon, metan gibi jeotermal kökenli gazları (JKG) kapsamaktadır. Yeraltı kaynaklarının; bilimsel ve teknik esaslara göre ve yeni teknolojilere uygun olarak sürekli ve etkin şekilde aranması, geliştirilmesi, üretilmesi ve kurulacak modern tesislerle, yararlanılabilecek tüm alanlarda kullanılmasını hedefleyen kanunla, uzun bir süre yasal zeminden yoksun kalan kaynaklara yönelik mevzuata ilişkin kanun normunda önemli bir



adım atılmıştır. Bu kanunun yürürlüğe girmesinden sonra 01.03.2014 tarihinde 6527 sayılı Kanunla 5686 sayılı kanuna ek tanım-madde eklenmiş ve kanunun 11.12.2007 tarihinde çıkarılan uygulama yönetmeliğinde, 24.09.2013 ve 30.05.2014 tarihlerinde değişiklikler yapılmıştır.

Mer'î mevzuat, arama ve işletme ruhsatı olmak üzere iki ruhsat dönemi benimsemiştir. Arama dönemi için ruhsat talep müracaatı, doğrudan elli bir (51) ilde ilgili il özel idaresi genel sekreterliğine, büyükşehir statülü otuz (30) ilde ise Valiliğin Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığına (YİKOB) yapılır. İlgili İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği veya YİKOB, bu müracaatı değerlendirerek MİGEM'e bildirir. MİGEM tarafından arama ruhsatı almaya hak kazanılıp-kazanılmadığı değerlendirilir. Talep sahibi arama ruhsatı almaya hak kazandı ise, on beş (15) gün içinde kaynağın cinsine göre (JK, DMS, JKG) harç ile teminat, talep sahibi tarafından ilgili hesaba yatırıldıktan sonra ruhsat talep başvurusunun yapıldığı İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından talep sahibine arama ruhsatı verilir. Ruhsat, MİGEM'e bildirilerek gerekli kayıt ve bilgiler sisteme işlenir. Hak sağlayan talep alanı ruhsat taleplerine kapatılır.

Arama ruhsatı, doğrudan ilk müracaat ile alınabildiği gibi, başkasının uhdesindeki arama ruhsatını devir alarak veya ihale yolu ile de alınabilir.

Arama ruhsat süresi boyunca arama projesinde belirtilen termin planına göre projeye konu olan kaynağın cinsine göre jeolojik prospeksiyon, jeoloji haritası yapımı, jeotermal/doğal mineralli su jeolojisi çalışması, jeofizik araştırmalar, hidrokimyasal çalışmalar, sondaj vb. tüm faaliyetlerin yürütülmesi gerekir. Yapılacak ve/veya sonradan yapılması gerektiği anlaşılan faaliyetler için her zaman revize proje yapılarak aramaya dair tüm detaylar/etkinlikler ruhsat süresi içinde yürütülebilir.

Arama ruhsatı süresi boyunca, aranan kaynağın yönetimi, izlenmesi, fiziksel ve kimyasal parametrelerin tespiti için zorunlu olan bilimsel ve teknik test çalışmaları ve benzeri tüm faaliyetler yapılabilir, ancak ticari amaçlı üretim yapılamaz.

Arama ruhsatı süresince projesine göre yapılacak arama faaliyetleri için bazı özel durumlar dışında çoğunlukla mülkiyet izni alınmaz. Arama ruhsatı alınmasını müteakip hiçbir faaliyet yapılmadan önce, yürürlükteki Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Yönetmeliğine göre EK-2 listesi kapsamında tarafından jeofizik yöntemler dışındaki jeotermal kaynak araştırmaları (DMS ve JKG hariç) için ilgili Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden ÇED olumlu belgesi (ÇED Gerekli Değildir kararı) alınması zorunludur. ÇED işlemlerinin olumlu sonuçlanması halinde, gerekli ise mülkiyet (orman, mera, tarım toprağı, şahıs arazisi vb.) izinleri de alındıktan sonra projedeki termin planına göre faaliyetler yürütülür.



Arama ruhsatı süresi, üç (3) yıldır. Bu üç yıl zarfında faaliyetlerin olumlu gelişmesi ve ilave etütlere ihtiyaç duyulması halinde, süre bitiminden önce revize projesi verilerek bir (1) yıl daha arama ruhsat süresi uzatılır ve MİGEM’e bildirilerek kayıtlar güncelleştirilir.

İşletme ruhsatı alabilmek için, arama ruhsatı süresi son günün mesai bitimine kadar yönetmelik ekindeki EK-1 formuna göre işletme projesi hazırlanarak ilgili İl Özel İdaresi-ne veya YİKOB’a verilir. Gerekli değerlendirme yapılarak işletme ruhsatı verildikten sonra MİGEM, ilgili evraklarla bilgilendirilerek kayıtlar güncellenir. İşletme ruhsat alanı, en fazla arama ruhsat alanı kadar veya daha dar/küçük bir alan kadar olabilir.

İşletme ruhsatının alınmasından sonra işletme ruhsat sahibinin işletme faaliyetine geçebilmesi için, hiçbir faaliyet yapılmadan önce işletme ruhsatı döneminde yürütülecek faaliyetler ve/veya kurulacak tesislerle ilgili, “ÇED’ten Muafır”, “ÇED Gerekli Değildir” veya “ÇED Olumlu Kararı”na ilişkin belge alır. Akabinde ruhsatın bulunduğu alan için ilgili kurumlardan (Orman Genel Müdürlüğü, Orman Bölge Müdürlükleri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü vb.) mülkiyet izinleri alınır.

İşletme ruhsatı alındıktan sonra ve ÇED işlemleri ve mülkiyet izinleri alınırken bunun yanında Kaynak ve Rezervuarının Korunmasına Yönelik Kaynak Koruma Alanı Etüt Raporunun, yönetmelik ekindeki EK-13 formatına göre jeoloji mühendisi tarafından hazırlanır. Bu raporun, ilgili İl Özel İdaresine veya YİKOB’a sunulması, İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından MTA görüşünün alınmasını müteakip İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından onayladıktan sonra işletme ruhsat sahibine bildirilmesi müteakip projesindeki termin planına göre işletme faaliyetinde bulunulur.

İşletme ruhsatı süresi 30 yıldır. Bu süre, ruhsat süresinin bitiminden önce verilen revize temdit işletme projesi ile 10 ‘ar yıllık süreler halinde uzatılır. Süre uzatımları, on beş (15) gün içinde İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından MİGEM’e bildirilir. MİGEM, gerekli kayıt ve kontrolleri yapar, bilgileri güncelleştirir. Ruhsat alanının ruhsat taleplerine kapılığını devam ettirir.

İşletme ruhsatı döneminde; arama ruhsatı döneminde yürütülen faaliyetler sonucunda değerlendirilebilir/yararlanılabilir nitelikteki ve miktardaki kaynak (JK, DMS ve/veya JKG) geliştirilebilir, debi ve sıcaklık artırılabilir, yeni rezervuarlar bulunabilir. Bu kapsamda sondaj faaliyetleri ve kaynağın değerlendirilmesi/ kullanılmasına yönelik tesislerin kurulması, yenilenmesi gibi faaliyetler, ÇED ile ilgili işlemlerin olumlu sonuçlanması ve mülkiyet ile ilgili izinlerin alınması ve kaynak koruma alanı etüdü raporunun onaylanmasından sonra yerine getirilir. Başka bir deyişle, işletme ruhsatı döneminde; üretim, kaynak



geliştirme çalışmaları, rezervuara yönelik çalışmalar, yeni rezervuar bulma çalışmaları ile reenjeksiyon ve enjeksiyon, potansiyel/ kapasite artırma çalışmalarına yönelik sondajlar kaynağın değerlendirilmesi için zorunlu olan tesisler gibi faaliyetler bu ruhsat döneminde işletme revize projesi ile her zaman yapılabilir. Ayrıca, kaynağın yeryüzünden itibaren kirlenmesinin önlenerek ve korunarak daha sağlıklı şekilde değerlendirilebilmesi için özel teknikle yapılan kaptaj (özellikle DMS için) da bu ruhsat döneminde gerçekleştirilir. Yine bu ruhsat döneminde kaynağın (JK, DMS ve/veya JKG) kullanımı/yararlanılması söz konusu olduğundan, idare payının İl Özel İdaresi veya YİKOB'un ilgili hesabına ödenmesi gerekir.

İşletme ruhsatı, arama ruhsatı üzerinden doğrudan ilgili proje ve format ile alınabildiği gibi, başkalarına ait işletme ruhsatı devir alınarak veya değişik nedenlerle hükümden düşen işletme ruhsatları, ilgili İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından açılan ihaleden de alınabilir.

5686 sayılı kanun ve ilgili yönetmelik, rezervuar parametrelerinin ve çevrenin korunması için reenjeksiyon uygulamasını, bunun mümkün olmaması ve bu hususun ilgili kurum tarafından teyidinin yapılması/doğrulanması halinde, mevcut çevre limitleri dikkate alınarak arıtma sonrası deşarjı zorunlu kılar.

Arama ruhsatı ve işletme ruhsatı döneminde faaliyetler, ilgili projeye göre yürütülür. Projesinde yer almayan, ilgili İl Özel İdaresinin veya YİKOB'un bilgisi dışında olan faaliyetler yapılamaz. Mevcut projede belirtilmeyen faaliyetler, revize proje hazırlanarak yürütülür. Aksi takdirde faaliyetler durdurulur ve teminat üç katına çıkarılarak bir ay içinde tamamlattırılır. İşletme ruhsat sahibinin projesinde belirtilmeyen konularda veya İl Özel İdaresi veya YİKOB'un bilgisi dışında faaliyette bulunulduğu belirlenirse teminat irat kaydedilerek faaliyetler durdurulur ve teminat üç (3) katına çıkarılarak bir (1) ay içerisinde tamamlattırılır. Aynı fiilin tekrarı halinde teminat irat kaydedilerek ruhsat iptal edilir.

Ruhsatlar; sicile işlendiği tarihte yürürlüğe girer, geçerlilik kazanır ve sicile tescil tarihi ruhsat süresinin başlama tarihidir.

İlgili projedeki termin planına göre hem arama ruhsatı dönemi hem de işletme ruhsatı döneminde yürütülen faaliyetlerin, bir yıl boyunca ilgili teknik sorumlu tarafından izlenmesi, bilgilerini mahallinde not etmesi ve değerlendirilmesini müteakip ilgili formata göre faaliyet raporunun hazırlanarak Mart ayı sonuna kadar ilgili İl Özel İdaresi veya YİKOB'a verilmesi zorunludur. Verilmemesi halinde teminat gelir kaydedilerek iki aylık ek süre verilir ve teminat iki ay içerisinde iki katına tamamlattırılır. Bu ek süre içinde arama



faaliyet raporlarının verilmemesi durumunda ilgili faaliyet raporuna ilişkin arama ruhsatı iptal edilir ve MİGEM'e bildirilir. İşletme faaliyet raporlarının verilmemesi durumunda ise faaliyet raporu verilene kadar işletme faaliyetlerine izin verilmez.

Ruhsat sahası, Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri ile Turizm Merkez ve Alanlarına tekabül etmesi halinde, ruhsat alanına dair mülkiyet izinlerinden başka Kültür ve Turizm Bakanlığından da ayrıca görüş alınarak faaliyetler yürütülür.

Faaliyetler, her yıl ilgili İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından denetlenir. İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından talep edilmesi halinde, MTA tarafından da bilimsel ve teknik esasa dayalı mahallinde denetim yapılabilir. İl Özel İdaresi veya YİKOB, bu denetim sonucuna göre işlem tesis (eksiklik, yaptırım vb.) eder veya etmez.

İşletme ruhsatı döneminde, idare payı her yıl Haziran ayı içerisinde ilgili hesaba ödenir. Ödenmemesi halinde, teminat irat kaydedilerek iki aylık süre verilir. Bu ilave iki aylık süre içinde idare payı yatırılmaz ve teminat tamamlanmaz ise faaliyet durdurulur. Bu iki aylık sürede ödeme yapılmadığı/tamamlanmadığı sürece faaliyetler yürütülemez.

İşletme ruhsatı alındıktan sonra ruhsat alanı ile ilgili gerekli işlem ve mülkiyete dair izinlerin alınması için ilgili bakanlıklar, kamu kurum ve kuruluşlarına üç (3) ay içinde girişimde bulunulur. Ruhsat sahibi tarafından ilgili mercilerden gerekli işlem ve izinlerin üç (3) yıl içerisinde alınamaması halinde ruhsat iptal edilerek teminat iade edilir.

İşletme ruhsat sahibi, işletme projesinde belirtilen termin planına (veya revize termin planına) göre kaynağı geçerli mücbir sebepler ve/veya beklenmeyen haller dışında işletmeye almak zorundadır. Termin planında belirtilen süre içinde kaynak işletmeye alınmaz ise sebepleri ile birlikte ilgili İl Özel İdaresinden veya YİKOB'tan ek süre talebinde bulunur. Ek süre talebi incelenerek en fazla altı ay ek süre verilir. Bu sürede de kaynak işletmeye alınmaz ise teminat irat kaydedilerek ruhsat iptal edilir.

Mer-i mevzuat gereği ruhsat alınarak ilgili projeye göre faaliyetler yürütülür. Ruhsatsız bir faaliyette bulunduğu tespit edildiğinde faaliyetler İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından durdurulur. Ayrıca ilgili diğer mevzuata göre idari para cezası da tahakkuk ettirilir. Kaynak aramak ve işletmek isteyen herhangi bir yatırımcının ruhsatı yok ise (ki ruhsat zorunludur) ya doğrudan müracaat ile ya da arama ve/veya işletme yapacağı alanda/bölgede bir ruhsatı devir alabilir veya bir ruhsata (gerçek ve tüzel kişi) ortak olabilir veyahut da İl Özel İdaresinden veya YİKOB'tan ihale ile ruhsat alabilir ise amacına yönelik yatırım yapabilir. Aksi takdirde hiç faaliyet ve girişimde bulunamaz.



Ruhsat sahibi, mücbir sebep (sel, yangın, deprem, heyelan vs.) ve beklenmeyen halin (mevzuat gereği izin alınmaması, kaynak şartlarında fiziksel ve kimyasal değişiklikler vs.) ortaya çıkması halinde, gerekçe ve süre belirterek on (10) gün içinde ilgili İl Özel İdaresi veya YİKOB'a müracaat ederek ruhsatın süresinin dondurulmasını talep eder. İdarenin uygun bulması halinde mücbir sebep ve/veya beklenmeyen hale dayalı olarak geçecek süresinin dondurularak yeniden faaliyete başlarken geçen bu sürenin (faaliyet yapılmayan sürenin) daha sonra ruhsat süresine eklenmesini talep eder ve uygun bulunursa eklenir. Ruhsat sahibi, mücbir sebep ve/veya beklenmeyen halin ortadan kalkmasından itibaren en geç üç ay içinde faaliyete geçmek zorundadır. Geçmediği takdirde teminat irat kaydedilerek, faaliyete geçmesi için üç aylık süre verilir. Bu süre sonuna kadar teminat yatırılmaz ve faaliyete geçilmez ise ruhsat iptal edilir.

Ruhsatlar, ruhsat sahibinin müracaatta bulunması halinde birleştirilebilir. Birleştirme sonucunda ortaya çıkan alan, Kanunda belirtilen alan sınırlamasını (5000 hektarı) geçemez. Ancak, işletme ruhsatı aşamasında birleştirilmesi talep edilen mücavir/bitişik ruhsatların kaynak rezervuarının bir bütünlük teşkil ettiğinin MTA'nın uygun görüşü ile kesinleşmesi halinde alan kısıtlaması aranmaz.

Hem arama hem de işletme ruhsatı dönemindeki faaliyetler, ilgili mühendisin teknik sorumluluğunda yürütülür. Teknik sorumlu olmaksızın hiç bir faaliyette bulunulamaz. Bulunulması halinde teminat irat kaydedilir ve faaliyetler durdurulur. Durdurulan faaliyetler, teknik sorumlunun ruhsat sahibi tarafından önerilmediği ve İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından atanmadığı sürece devam ettirilemez.

Buraya kadar özetlenen hususlar, ruhsat alanının başka mevzuata dayalı bir yatırıma/faaliyete tekabül etmediği, hiçbir faaliyet alanı ile çakışmadığı/örtüşmediği durumda geçerlidir. Bu kanuna tabi kaynak ruhsat alanlarının; maden ruhsatları, karayollarının sorumluluğundaki yollar, demir yolları, havalimanı, baraj, enerji tesisleri, doğal gaz, petrol, su isale hatları gibi kamu yararı niteliği taşıyan faaliyetler/yatırımlarla çakışması, aynı planda iki ayrı mevzuata göre ayrı faaliyetlerin yürütülemeyeceğinin belirlenmesi, faaliyetlerin birbirini engellemesinin tespiti halinde, hangi yatırımın kamu yararı açısından öncelikli ve önemli olduğu tesbit edilerek karar verilir. Bunun için Kalkınma Bakanı'nın başkanlığında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı ve diğer yatırımdan sorumlu bakanlarından oluşan bir üç kişilik kurul marifeti ile nihai bir karar verilir. Bu üç bakanın örtüşen yatırımlarla ilgili verdiği karar, kamu yararı yerine geçer ve nihai karardır. Yukarıda açıklanan mevzuatın uygulanmaya ilişkin ruhsatlandırma prosedürü özetle şöyle açıklanabilir: 5686 sayılı kanun ve uygulama yönetmeliği, yapılan değişikliklerle merkezde Maden İşleri Genel Müdürlüğü, yerelde/taşrada ise İl Özel İdareleri ile YİKOB'u ruhsatlandırma işlemleri başta olmak üzere bu mevzuatın uygulanmasında görevli, yetkili ve sorumlu kılınmıştır.



5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununa göre üç kaynağa yönelik ruhsatlandırma yapılmaktadır. Bu kaynaklar;

- **Jeotermal Kaynaklar** (ağırlık olarak 20 derece ve daha yüksek sıcaklıktaki tüm jeotermal kaynaklar)
- **Doğal Mineralli Sular** (çözünmüş katı madde içeriği en az 1000 mg/l ve üzerinde olan doğal mineralli sular)
- **Jeotermal kökenli gazlar** (kökeni jeotermal kaynak olan; doğal karbondioksit, radon, metan vb. gazlar)

Ruhsatlandırma işlemleri ise kısaca şu şekilde yapılmaktadır.

- Ruhsat talep sahibi tarafından ilgili İl Özel İdaresine veya YİKOB'a ruhsat almak için gerekli evraklarla (müracaat formu, proje) müracaat edilir.
- Müracaat formu bilgileri, İl Özel İdaresine veya YİKOB'a verilen şifre ile internet ortamından MİGEM internet sayfasına girilir.
- İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından bilgi girişi yapılan müracaatlar, MİGEM tarafından değerlendirilir.
- MİGEM tarafından bu bilgilerin kontrolleri yapıldıktan sonra ilgili İl Özel İdaresi veya YİKOB'un görebileceği internet ortamında değerlendirme sonucu yayımlanır.
- İlgili İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından değerlendirme sonucu talep sahibine resmi olarak tebliğ edilir.
- Tebliğ edildiği tarihten itibaren talep edilen alana eğer ruhsat almaya hak kazanılmış ise yatırılmış harç-teminat ve diğer belgeler ile birlikte ilgili İl Özel İdaresine veya YİKOB'a ruhsat almak üzere başvurulur.
- İlgili İl Özel İdaresi veya YİKOB gerekli bilgi ve belgeleri eksiksiz aldıktan sonra ruhsatlandırma işlemini yaparak sicil kütüğüne işler ve bir nüshasını da kayıtlara işlenmek üzere MİGEM'e gönderir.
- MİGEM, İl Özel İdaresi veya YİKOB tarafından bir nüshası gönderilmiş olan ruhsat bilgilerinin-belgelerinin kontrollerini yaparak veri tabanına işler. Böylece ilgili kurumlar (merkezde MİGEM, taşrada İl Özel İdaresi veya YİKOB) arasında koordinasyon sağlanmış, birlikte karar vermiş ve talep sahibi de arama ruhsatını almış olur. İlgili format ve projeye göre yürütülür.
- İşletme ruhsatı talep işlemleri de arama ruhsatı alımı işlemlerine benzer bir şekilde önceki bilgi ve belgeler ışığında yürütülür.



4.2.10 Jeotermal Kaynakların Çevresel Etki Değerlendirme Süreci

Bu bölümdeki bilgiler, Jeoloji Mühendisleri Odası'nın düzenlediği Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Eğitim Semineri'nde, Erdal Saraçoğlu'nun sunduğu Seminer Notlarından özetlenerek alınmıştır. Çevresel Etki Değerlendirmesinin amacı, ekonomik ve sosyal gelişmeyi önlemeden, çevre değerlerini ekonomik politikalar karşısında korumak, planlanan bir faaliyetin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkilerinin önceden tespit edilip, gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır. Çevresel Etki Değerlendirmesi'nin en önemli amaçlarından biri de; kirlenme sonrası temizleme yerine, günümüzde kabul gören çağdaş yöntemlerle, kirlenmeden önce araştırma ve inceleme yaparak gerekli tedbirleri almak, aldırarak ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasıdır().

ÇED, Yönetmeliğin Ek-I ve Ek-II listesinde adı geçen faaliyetlere uygulanır. Bu listelerdeki faaliyetlerden yapmak isteyenler (kişi/kurum/kuruluş) hiçbir izin, ruhsat, onay almadan, inşaatı başlamadan önce, daha proje aşamasında ÇED Yönetmeliği hükümlerine tabidirler.

ÇED Yönetmeliğine tabi olup da inşaatına başlamış ya da uygulamaya geçen faaliyetlere, Proje Bedelinin %2 si oranında para cezası uygulanır. Tesis yıkılarak arazinin eski haline getirilmesi sağlanır.

Ek-I Listesi; kirleticilik özellikleri fazla olan ve ayrıntılı çalışma gerektiren faaliyetleri kapsar ve ÇED Raporu hazırlama zorunluluğu vardır.

- Hazırlanan her bir ÇED raporu, faaliyetin yeri, türü ve özelliği dikkate alınarak Bakanlıkça kurulan "İnceleme Değerlendirme Komisyonu" tarafından incelenir ve rapor hakkında görüş oluşturulur.
- Bu komisyonda, Tarım Bak., Kültür-Turizm Bak., DSİ, İlgili Belediye vb. gibi diğer kurum-kuruluş temsilcileri de yer alır.

Komisyon üyeleri öncelikle bağlı buldukları kurum/kuruluşun mevzuatı çerçevesinde görüşlerini bildirir. Daha sonra varsa teknik olarak yapılması gerekenleri belirtir. Bu çerçevede komisyon çalışmalarını tamamlayarak ÇED Raporu Nihai haline getirilir. Nihai hale gelen rapor için Bakanlık "ÇED Olumlu Kararı" ya da "ÇED Olumsuz Kararı" verir.

Ek-II Listesi; kirleticilik özellikleri az olan ve çok ayrıntılı çalışma gerektirmeyen faaliyetleri kapsar ve yine yönetmeliğin Ek-IV'ünde bulunan formata göre Proje Tanıtım Dosyası hazırlanması zorunluluğu vardır.



- Hazırlanan Proje Tanıtım Dosyası Bakanlığa ya da İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüklerine sunulur. Hazırlanan Proje Tanıtım Dosyası incelendikten sonra eğer uygunsa “ÇED Gerekli Değildir” kararı verilir.
- Eğer Proje Tanıtım Dosyasının incelenmesinde çok önemli bir bulguya rastlanırsa ya da daha ayrıntılı bir çalışma yapılması gerekiyorsa (Örn. Milli Park, Özel Çevre, Sulak Alan vb. duyarlı alanlarda ise) “ÇED Gereklidir” kararı verilerek ÇED Raporu hazırlamak ve daha ayrıntılı bir çalışma yapılmak üzere Bakanlığa gönderilir.

ÇED yönetmeliğinde jeotermal; yönetmeliğin Ek-I listesi 44 inci maddesinde “Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması (Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri)”, Ek-II listesi 43 üncü maddesinde ise “Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması (Isıl gücü 5 MWe ve üzeri)”olarak belirtilmektedir.

ÇED yönetmeliğinin duyarlı yöreler listesinde ise jeotermal, Onaylı Çevre Düzeni Planlarında, mevcut özellikleri korunacak alan olarak tespit edilen ve yapılaşma yasağı getirilen tabii karakteri korunacak alan, biogenetik rezerv alanları gibi korunması gereken alanlar kapsamındadır.

EK-IV: Proje Tanıtım Dosyasının Hazırlanması Kriterleri

- Başlık Sayfası:
- Proje sahibinin adı, adresi, telefon ve faks numaraları:
- Projenin adı:
- Proje için seçilen yerin adı, mevki:
- Projenin tanımı ve amacı:
- Dosyayı hazırlayan çalışma grubunun / kuruluşun adı, adresi, telefon ve faks numaraları:
- Dosyanın hazırlanış tarihi:
- 1.Projenin özellikleri
- Projenin özelliklerinde aşağıda verilen hususlar göz önüne alınmalıdır
- Projenin iş akım şeması, kapasitesi, kapladığı alan, teknolojisi, çalışacak personel sayısı,
- Doğal kaynakların kullanımı (arazi kullanımı, su kullanımı, kullanılan enerji türü vb.)
- Atık üretimi miktarı(katı, sıvı, gaz vb.) ve atıkların kimyasal fiziksel ve biyolojik özellikleri



- Kullanılan teknoloji ve malzemelerden kaynaklanabilecek kaza riski
- Projenin muhtemel çevresel etkilerine karşı alınacak tedbirler.

2. Projenin yeri

Projeden etkilenmesi muhtemel alanın hassasiyeti değerlendirilirken aşağıda verilen hususlar göz önünde bulundurulur.

a) Mevcut arazi kullanımı ve kalitesi (tarım alanı, orman alanı, planlı alan, su yüzeyi vb.)

b) EK-V deki Duyarlı Yörelere listesi dikkate alınarak; sulak alanlar, kıyı kesimleri, dağlık ve ormanlık alanlar, tarım alanları, milli parklar, özel koruma alanları, nüfusça yoğun alanlar, tarihsel, kültürel, arkeolojik, ve benzeri önemi olan alanlar, erozyon alanları, heyelan alanları, ağaçlandırılmış alanlar, potansiyel erozyon ve ağaçlandırma alanları ile 167 sayılı Yer altı Suları Hakkında Kanun gereğince korunması gereken akiferler.

3. Projenin ve yerin alternatifleri (proje teknolojisinin ve proje alanının seçilme nedenleri)

- Sonuçlar

Burada yapılan tüm açıklamaların özeti ile projenin önemli çevresel etkilerinin sıralandığı ve alternatiflerin karşılaştırıldığı genel değerlendirme yapılır.

EKLER:

- Proje için belirlenen yerin varsa; çevre düzeni, nazım, uygulama imar planı, vaziyet planı veya plan değişikliği teklifleri,
- Proje alanı ve yakın çevresinin mevcut arazi kullanımını değerlendirmek için; yerleşim alanlarının, ulaşım ağlarının, enerji nakil hatlarının, mevcut tesislerin ve yönetmeliğin Ek:V listesinde yer alan Duyarlı Yörelere Listesinde belirtilen diğer alanların (proje alanı ve yakın çevresinde bulunması halinde) yerlerine ilişkin verileri gösterir bilgiler 1/25000 ölçekli halihazır harita (varsa çevre düzeni planı, yoksa topografik harita) üzerine işlenerek kısaca açıklanması,

Proje alanının ölçekli jeoloji haritası bu harita üzerinde yer altı ve yerüstü sularının gösterimi ve alanın depremsellik durumunun açıklanması.

- Notlar ve Kaynaklar:
- Yeterlik Belgesi Tebliği kapsamında Proje Tanıtım Dosyasını Hazırlayanların Tanıtımı



- Adı soyadı, mesleği, özgeçmiş, referansları ve dosyadan sorumlu olduğunu belirten imzası.

Yapılan izleme kontrollerde eğer ÇED Raporunda ya da PTD da belirtilen hususlara (taahhütlere) uyulmadığı tespit edilirse, yerine getirilmeyen her bir taahhüt için 18.705 TL. Para cezası uygulanır ve taahhüdün yerine getirilmesi sağlanır.

4.2.11 Jeotermal Kaynak Aramalarında AR-GE Faaliyetleri, Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler

4.2.11.1 AR-GE Faaliyetleri

Dünyada teknolojiyi elinde bulunduran ülkeler, teknolojik olarak geri kalmış ülkeleri giderek kendilerine daha fazla bağımlı hale getirmektedir. Ülkemizin bu gelişmiş ülkeler sınıfında yer alabilmesi, rekabet edebilmesi ve ekonomik olarak tam bağımsız olabilmesi için teknoloji geliştirmek, yenilikçi ürünler üretmek zorundadır. Sadece tüketen değil, aynı zamanda üreten bir toplum olabilmek ve bu anlamda farklılaşabilmek için AR-GE'ye dayalı ekonomi politikaları uygulamalıdır. Bu nedenle AR-GE, yönetim stratejimizin bir parçası değil, bizzat stratejimiz olmalıdır(DEKTMK, 2007).

Tanım olarak AR-GE (Araştırma ve Geliştirme), insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi birikiminin artırılması ve bu birikimin yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır (OECD,2002). Başka bir anlatımla AR-GE faaliyetleri, bilimsel veya teknolojik belirsizliğin olduğu durumlarla ilgili faaliyetlerdir. Bazı AR-GE faaliyetlerinde hedef yeni bir ürün geliştirmek veya geliştirilmesine bilimsel altyapı sağlamaktır. AR-GE, mevcut bir ürünün daha etkin ve ucuz üretilmesi ya da hiç üretilmemiş ama ileride üretilmesi planlanan, pazarda öncü olmak amacıyla herhangi bir alanda araştırmaya kaynak ayırmaktır. AR-GE, adından da tam olarak anlaşıldığı gibi önce bir araştırma, henüz bulunmamış bulma ve sonra da bilgiyi veya bir ürünü geliştirme veya yenilemeyi içerir(DEKTMK, 2007).

Ülkelerin ekonomik ve sosyal yapıları, AR-GE bütçelerinin belirlenmesinde önemli bir etkidir. Ayrıca, enerji AR-GE faaliyetlerine ayrılan bütçenin toplam büyüklüğü ve bileşenler ayrımında dağılımı ile bunların uzun vadedeki istikrarı, kamunun ekonomik ve siyasi desteğini ortaya koyması açısından önem taşımakta, hatta özel sektörün yatırım önceliklerini saptayabilmesi yönünde büyük katkılar sağlamaktadır(IEA, Paris, 2007).

Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik AR-GE faaliyetleri, ilgili bileşenin teknolojik gelişmişlik seviyesine, kaynak potansiyeline, enerji piyasalarındaki konumuna ve özellik-



le kamunun ekonomik ve siyasi desteğine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu ölçütler esas alındığında jeotermal teknolojisi üç grup halinde sınıflandırılan yenilenebilir enerji teknolojilerinin birinci grubunda yer almaktadır (IEA, 2006).

Ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji AR-GE faaliyetlerine olan yatırımlar artmıştır. Ekonomik büyümeyle birlikte artan enerji talebini karşılamak, enerji arz güvenliğini sağlamak, Kalkınma Planında belirlenen hedefleri gerçekleştirebilmek için enerji teknolojilerine yönelik AR-GE harcamalarına özel önem verilmiştir.

Onuncu Kalkınma Planı'na göre Dokuzuncu Kalkınma Planı döneminde bilim, teknoloji ve yenilik kapasitesini artırmaya yönelik politikalar çerçevesinde, AR-GE'ye ayrılan kaynak miktarı ve bilim insanı sayısı ile özel sektörün AR-GE faaliyetleri, harcaması ve araştırmacı istihdamı artmış; üniversiteler, kamu kurumları ve özel sektörde araştırma altyapıları yaygınlaştırılmıştır.

Kaydedilen gelişmelere rağmen AR-GE ve yenilik için ayrılan kaynakların hem miktarının hem de istenilen faydaya dönüşmek üzere etkinliğinin artırılması ihtiyacı devam etmektedir. Özellikle teknolojik ürün üretme sürecinin ticarileştirme aşamasının güçlendirilmesi, yenilikçi girişimciliğin geliştirilmesi, kamu alımlarının yerli teknolojilerin geliştirilmesini destekler yapıya kavuşturulması, üretim süreçlerinde verimliliği artıran ve sürdürülebilir üretimi destekleyen teknolojilerin geliştirilmesi, imalat sanayi üretiminde ve ihracat içinde yüksek teknoloji sektörlerinin payının artırılması ihtiyacı önemini korumaktadır.

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesinin 2007 yılı raporunda;

1. Borulu ve plakalı eşanjörlerin ülkemizde imal edilmesi,
2. Merkezi ısıtma sistemleri için otomasyon,
3. Hava soğutmalı kondansörlerin ülkemizde imali ve bunların sıcak havalarda sprey sistemleriyle soğutulması, deşarj ısısının düşürülmesi yoluyla santral güç üretiminin artırılması,
4. Jeotermal sistemlerimizde bol miktarda bulunan karbon dioksitin jeotermal rezervuara enjeksiyonu, CO reenjeksiyonu,
5. CO enjeksiyonu ile EGS sistemlerinden ısı üretimi,
6. Karbonat ve silika çökmesi ve bunların önlenmesi için inhibitörler,
7. Saklı jeotermal sistemlerin ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilecek yerbilimi teknikleri,



8. Rezervuarlarda jeofizik izleme yöntemleriyle elde edilen bilgilerin akış modellerine entegrasyonu ile performans analizlerinin iyileştirilmesi,
9. İzleyici testleri ve modelleme çalışmalarında bunların kullanılması,
10. İnhibitör kullanımının kaplıcaların sağlık alanındaki kullanımına etkisi konuları AR-GE faaliyeti olarak önerilmiştir (DEKTMK, 2007).

Onuncu Plan dönemine gelindiğinde(2014-2018) bu önerilerin neredeyse tamamı gerçekleşmediği gibi AR-GE faaliyetlerinin çok da fazla ilgi görmediği, AR-GE’nin en önemli ayağı olan Üniversitelerimizde de jeotermal enerji konusunda çok yoğun çalışmalar yapıldığı söylenemez. Bununla beraber İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Müh. Bölümü’nde rezervuar modelleme konusunda iki model üretilmiş, laboratuvar çalışması olarak, jeotermal kuyular için yüksek sıcaklığa dayanıklı sepiolit çamuru ve özel katkılı çimento geliştirilmiştir. Bunun yanında, Türkiye’nin ısı akısı haritası oluşturulmuş, Türkiye’nin atmosfere ısı deşarjı tahmin edilmiş ve ısı akılarından giderek bir Türkiye jeotermal potansiyeli tahmini yapılmış, Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli konusunda yeni bir yaklaşımla önemli bir proje, Üniversite’nin kendi kaynaklarıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Balçova ve Ömer-Gecek gibi iki önemli jeotermal sahada rezervuar-üretim performans analizi gerçekleştirilmiş ve bundan sonraki sahalarda bu işin nasıl yapılacağı konusunda ülkemize bir örnek oluşturmuştur. Diğer taraftan, İYTE kendi bünyesindeki GEOCEN vasıtasıyla, merkezi ısıtma sistemleriyle ilgili olarak Balçova ve Bergama’da önemli projeler ve bilimsel çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu iki Üniversite dışında bazı üniversitelerimizde yerbilimi ile ilgili olarak bazı çalışmaların yapıldığı da bilinmektedir (DEKTMK, 2007). Öte yandan günümüz jeotermal aramacılığında git gide daha yaygın şekilde kullanılan jeotermalde karotlu sondaj yöntemi ilk olarak BM tarafından geliştirilmiştir. Karotlu maden sondaj kuleleri üzerinde gerçekleştirilen modifikasyon çalışmaları neticesinde, jeotermal sahalarda (yüksek sıcaklık ve basınçta) çalışabilecek sondaj kuleleri üretilerek ilk defa BM’nin arama çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır.

Dünya’da her konuda hızlı yenilikler olurken, jeotermal enerjinin kullanılmasında da araştırmalar ve yenilikler çok hızlı ilerlemektedir. Bu bakımdan gerek diğer üniversitelerin, gerekse büyük ölçekli ve sektör lideri firmaların bu sektörde hizmet vermesi, gelişmeleri yakından takip ederek, kendi kaynaklarımızın özelliklerine uygun değerlendirmeleri gerçekleştirmesi, yenilikleri uygulaması ve bilgi alışverişini sağlamanın getireceği faydalar büyüktür.

AR-GE ve yenilik alanında uluslararası düzeyde akreditasyon ve standart oluşturma kapasitesinin artırılması, araştırma altyapılarının çeşitlendirilerek etkin ve sürdürülebilir



kullanımlarının sağlanması, kamu ve özel sektördeki altyapılar arasındaki işbirliğinin daha da geliştirilmesi gerekmektedir(DEKTMK, 2007).

4.2.11.2 Bilimsel ve Teknolojik Gelişmeler

Bu bölümdeki bilgiler, “Jeotermal Enerji Teknolojisinde Yeni Gelişmeler” adlı bildiri(Serpen, 2003) özetlenerek alınmıştır.

Jeotermal enerjinin son yıllardaki gelişimi, enerji dönüşüm teknolojileri ve alışlagelmiş sistemlerin dışında kalan geliştirilmiş jeotermal sistemlerde (EGS) yoğunlaşmıştır. Jeotermal enerjinin kullanımına yönelik olarak geliştirilen jeotermal elektrik santralleri ve kuyu içi pompaları gibi yeni teknolojiler yanında, sıcak kuru kaya çalışmaları, rezervuar mühendisliğinin sağlıklı yapılabilmesi için geliştirilen teknikler, son dönemdeki gelişmeler olarak kaydedilmektedir. Sıcak kuru kayaların (HDR) veya alışlagelmiş geleneksel sistemlerin dışında kalan sistemlerin (EGS), ticarileştirilmesindeki en önemli engeller, kuyulardan üretim yapmak için kullanılan pompalar ve santral için su tedarikidir. Hava soğutmalı kondensörlerin kullanımına imkan tanıyan yeni “binary1” temelli “ORC” sistemleri, soğutma suyu tüketilmesinin önüne geçmekte, su tedariki sorunu bu gelişme sonunda çözümlenmiş olmaktadır. Bu tür kapalı devre santraller 95C’tan 315C’a kadar, su kaybetmeksizin ve korozyona neden olmaksızın elektrik üretimi yapmaktadır.

Türkiye’nin sahip olduğu jeotermal kaynakların orta entalpi sınıfındaki önemli bir bölümünden, dönüştürülerek kullanımda elektrik enerjisi üretiminde yararlanılabilir. Bu bakımdan genellikle 176 C altındaki jeotermal sistemler ve/veya kuru sıcak kaya sistemlerinin akışkanları için en verimli çevrimler olarak kabul edilmekte olan temel “binary” santraller, ülkemiz için son derece önemlidirler. Öte yandan, bilinen “binary” sistemler iki fazlı, kombine ve modüler olarak geliştirilmiş ve dönüşüm verimliliğinde kazanımlar elde edilmiştir.

Kalina çevrimi santraller özellikle çok düşük sıcaklıklı jeotermal kaynaklar için tasarlanmıştır. Bu çevrimin jeotermal akışkan buharlaştırıcısı, %70 kalitede buhar üretmekte ve amonyak/su absorpsiyon tekniğiyle türbin çıkış basıncını düşürmektedir. Bu da ORC sistemlerine göre %25’lik bir verim avantajı sağlamaktadır.

Radyal iç akışlı türbinler, klasik eksenel türbinlere göre mekanik avantajları olan, daha yüksek verimli, yüksek basınç oranlarını tek kademedede ve geniş akış aralığını verimli olarak sağlayan tribünler olarak geliştirilmişlerdir.

Ülkemizdeki jeotermal kaynakların çoğunluğunun orta entalpi grubunda olmasından dolayı, bu jeotermal sistemlerden elektrik enerjisi elde etmek için binary çevrimlerinin



kullanılması esastır. Bu sistemlerden (çeşitli ORC veya Kalina) hangisinin seçileceği konusu, önce kaynağa uygunluk ve daha sonra da yapılacak ekonomik çalışmalarla belirlenecektir. Öte yandan, yüksek entalpili jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi elde edilmesi söz konusu olduğunda, verimi daha yüksek olan radyal iç akışlı türbinlerin tercih edilmesi, kaynak kullanma verimini de artıracaktır.

Ülkemizde ve Dünyadaki jeotermal uygulamalarda, maliyetinin görece olarak düşük olması ve elektrik motorunun kuyu başında bulunması nedeniyle, şaftlı yeraltı pompalar tercih edilmektedir. Ancak, bu pompalar indirilebilecekleri derinlik, kuyu başlarında ki olası kaçaklar ve akış boruları içinde sürtünme basınç kayıplarının artması nedeniyle elektrikli dalgıç pompalara göre yetersizdirler. Elektrikli dalgıç pompalar, yüksek sıcaklığa dayanıklı yeni motor tasarımları, özel güç kablosu, yeni pompa ve yeni epoksi koruyucu yapılarla geliştirilerek, belli sıcaklıklara kadar (maksimum 288 C) kullanılabilir hale getirilmişlerdir. Bunun yanında, bu pompaların çalışmasını engelleyebilecek gazların ayrılmasını sağlayan gaz separatörleri ve pompanın değişken hızlarda çalışmasını sağlayan SCR (Silicon Controlled Rectifier) sistemleri yerine, "Intelligent Pulse Width Modulation" transistör tasarımları da geliştirilmiştir. Ülkemizdeki jeotermal sahalarda akışkan üretimi için, eğer su seviyeleri çok düşük değilse, 130 C'a kadar yerli imalat şaftlı pompalar kullanılabilir. Ancak, su seviyelerinin üretimle çok düşmesi ve yüksek sıcaklıkların bulunması durumunda, elektrikli dalgıç pompalar kullanılmalıdır.

Geliştirilmiş jeotermal sistemlerdeki gelişmeler, temel kaynak büyüklüğü hidrotermal kaynaklara göre çok büyük olan ve Ülkemizde de var olan sıcak kuru kayalara yönelmiştir. Bu bağlamda, saha geliştirme için üretim verimliliğinin tahmini ile rezervuar değerlendirme ve çatlak gelişimi modelleme teknikleri de son yıllarda çok önem kazanmıştır.

EGS sistemleri çatlak akışı tarafından kontrol edilmektedir. Bu özellik EGS similatörlerini diğer hidrotermal kaynaklar için kullanılan similatörlerden ayırmaktadır. Son yıllarda EGS sistemleri için GEOCRACK, FRACTURE, GEOTH3D and FRACSIM-3D gibi simülasyonlar geliştirilmiştir. Ülkemizde EGS tipi kaynak bulunma olasılığı vardır. EGS tipi jeotermal kaynaklar gelecekte kendi kaynaklarımıza öncelik verdiğimiz zaman mutlaka keşfedileceklerdir.

Jeotermal rezervuar mühendisliğinde ve reenjeksiyon teknolojisinde diğer bir gelişme, jeotermal rezervuarların ve reenjeksiyon işlemlerinin izlenmesinin jeofizik yöntemlerle sağlanmasıdır. Bu da, rezervuar ve reenjeksiyon işlemlerinin değerlendirilmesini sağlıklı bir konuma getirmektedir.



4.2.12 Jeotermal Enerji Çalışmalarında Hedefler, Beklentiler

Ülkemizin enerji ihtiyacı ve çevreyi korumaya yönelik önlemler göz önüne alındığında, alışlagelmiş enerji kaynakları yanı sıra, yenilenebilir nitelikte, çevreye zararlı etkisi çok az olan kaynakların aranması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Jeotermal enerji de bunlardan biri olup Türkiye'nin hemen tamamında değişik aşamaları içeren jeotermal enerji aramaları yapılmış, değişik amaçlı kullanımlara uygun çok sayıda jeotermal sahanın varlığı ortaya konulmuştur. Ancak Ülkemizde keşfedilen sahaların çoğunda rezervuara ilişkin parametreleri belirleyecek, elektrik üretimi, konut ve sera ısıtması, endüstriyel uygulamalar ve diğer kullanımlar için kapasiteyi ortaya koyabilecek ve ekonomik kullanıma yönelik görüşler oluşturabilecek yeterlikte kuyu açılmamıştır. Türkiye'de 346 jeotermal alan bulunmasına karşılık 292 sahada, 1559 kuyu açılmıştır. MTA kuyu sayısını 2069 olarak ifade etmektedir. Dünyada jeotermal amaçlı açılan 70.000 adet kuyu bulunduğu literatürden bilinmektedir. Bunun 30.000 adedi jeotermal enerji arama-araştırmalarında ileri teknolojiyi kullanan 1000 civarında sahaya sahip Japonya'da açılmış olup saha başına ortalama kuyu adedi 30 dur. Ülkemizde ise arama/üretim amaçlı açılan 2069 adet sondaja göre yapılan oranlamada saha başına 7 sondaj düşmektedir. Görülüyor ki ülkemizde rezervuar parametrelerinin belirlenmesi ve dolayısıyla potansiyel kavramını doğrudan etkileyen sondaj sayısı, sahaların kapasitesini ortaya koymak için oldukça yetersizdir. Yatırımını güvenli görmeyen girişimcileri ürküten ve/veya yanlış yönlendirilmesine neden olan, uygulamaların önünü tıkayan bu olumsuzluğu gidermek için mevcut çalışmalarını geliştirmeye dönük çalışmaların yapılması halinde Ülkemizin sahip olduğu bu enerji kaynağının potansiyeli ortaya konulacak, sahaların işletilebilir potansiyeli belirlenecek, bu sahalarda yapılacak yatırımlar ve kullanım seçenekleri belirlenebilecektir. Öte yandan jeotermal enerji kaynağı durağan yapıdaki maden veya kömür gibi boyutları belli olan, rezervi işletildikten sonra bitirilen bir kaynak olmadığı için, keşfi yapıldıktan sonra gelişen teknolojiyle potansiyeli arttırılabilecek bir kaynaktır. Bu olgu geliştirme çalışmalarının gerekliliğini başka bir şekilde ifade eder. Jeotermal enerji sahalarında yapılacak yatırımlarda bu enerji kaynağından ekonomik olarak yararlanabilmek için yatırıma başlanmadan önce sahanın işletilebilir potansiyelinin belirlenmesi yatırımın riskini en aza indirilebilir. Bu bakımdan keşfedilmiş olan alanların geliştirilmesi ve potansiyel belirleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Kaynağın yasal zemine kavuşmuş olması, bazı teknik, idari ve hukuki sorunlar yaşanmakla birlikte sektörün önünü açmış, artık arama-araştırma ve geliştirme çalışmalarının kaynaktan daha fazla yararlanma temeline oturtulacağı, kaynağa yatırımların hızla artacağı sürece girilmiştir. Sürecin sonunda, jeotermal kaynağa dayalı kullanımların enerji so-



rununa ve ekonomiye katkısının hak ettiği düzeye ulaşması beklenmektedir. Aynı öngörü, 10. Beş Yıllık Kalkınma Planında Türkiye’nin 2018 yılı hedefinin; jeotermal elektrikte 800 MW, ısıtmada 500.000 konut eşdeğeri 4000 MWt, sera ısıtmasında 6000 dönüm eşdeğeri 1700 MWt, kurutmada 500.000 ton/yıl, termal turizmde 400 kaplıca eşdeğeri, soğutmada 50.000 konut eşdeğeri kullanım olarak dile getirilmektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarla ortaya konulan potansiyelin artırılabilmesi ve yukarıda belirlenen hedeflere ulaşmak ve beklentiyi karşılayabilmek için; bulunmuş olan jeotermal kaynakların geliştirilmesini ve yeni kaynakların bulunmasını sağlayacak bilimsel ve teknik nitelikleri taşıyan en üst düzeyde bilgilerin üretilmesine yönelik, geniş perspektifli ve uzun vadeli projeler üretilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda öncelikle aramacılık faaliyetlerinde yaşanan sorunlara çözüm üretilmesi, parasal kaynaklarla desteklenmesi, güçlendirilmesi yanında, başta elektrik üretimi ve merkezi sistem ısıtma yapılabilirliği olan önemli sahalar olmak üzere bilinen ve bulunacak yeni potansiyel alanlarda yatırımlardan önceki fizibilite aşamasına kadar;

- a- Geliştirme Çalışmaları
- b- Sondajlı Çalışmalar
- c- Potansiyel Belirleme Çalışmalarının yapılması, bu çalışmalara ilave olarak
 - a- Yeni Sahaların Keşfedilmesi
 - b- Kızgın Kuru Kaya Araştırma Çalışmalarına gereken önemin verilmesi gerekmektedir.

Bununla birlikte, jeotermal kaynaklardan daha fazla toplumsal fayda türetebilmek için; bütüncül bir yaklaşımla arama, araştırma, geliştirme, üretim süreçleri ile üretimde verimliliğin sağlanmasına yönelik yapılması gereken AR-GE çalışmaları, yeni teknolojilerin kullanımı ve yurt içi gelişiminin sağlanması, idari yapılanma, ruhsat hukuku, teşvik ve eğitim süreçlerinin birlikte değerlendirilerek ulusal mevzuatın yenilenmesi ve geliştirilmesi beklentisi önemle vurgulanması gereken diğer bir husustur.

4.2.13 Sektörün Sorunları

Jeotermal sektörü, jeotermal kaynakların arama ve geliştirme süreçlerinde yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkarılan potansiyelin yatırımcıları özendirilmesi ve kaynağın 5686 sayılı kanuni düzenlemeyle yasal zemine kavuşmasıyla, son zamanlarda yatırımların hızlandığı ve yeni işletmelerin devreye sokulduğu bir dönemi yaşamaktadır. Aynı zamanda bu dönem, kaynağın görece kanuni altyapıya kavuşmuş olmasıyla birlikte, yıllarca yasal zeminden yoksun olduğundan dolayı aranması, araştırılması, geliştirilmesi, işletilmesi, hak



sahibi olunması konularında birikmiş ve hala devam eden sorunların yaşandığı bir dönem olmuştur.

İdari ve teknik işleyişte mevzuat karmaşası, kurumlar arası eşgüdüm eksikliği, çok başlı bir mekanizmanın varlığı, ruhsat süresinin metodolojiye etkisi, rezervuar sınırlarının belirsizliğine karşılık, aynı rezervuar üzerinde birden fazla yatırımcıya ruhsat verilmesinin işletme aşamasında teknik ve hukuki sorunlara yol açması, mülkiyet hakkı, idare payı, entegre kullanım gibi sorunlar bu dönemde sektörün dile getirdiği problemlerdir.

4.2.13.1 Sektörün Sorunları Yasal Sorunlar

Jeotermal kaynakların aranması ve geliştirilmesine ilişkin yasal boşluğun doldurulmasıyla, kaynaklarla ilgili çalışmalar ve uygulamalar ivme kazanmış olmakla birlikte, ülke genelinde yaygın bulunan bu kaynaklardan yeteri kadar toplumsal faydanın türetilmediği değerlendirilmektedir. Bunun önemli nedenlerinden biri de, kaynakların uzun süre yasal zemininin olmamasından kaynaklanan birikmiş, çeşitlenmiş ve uygulamada karşılaşılan sorunlarının çözümünde mevcut yasanın yetersiz kalmasıdır. Ortaya çıkan sorunlar, uygulama yönetmeliğinde sıkça yapılan ve sorunun özünü kapsamayan değişikliklerle çözümlenmeye çalışılmakta, ancak bu düzenlemeler kısa vadeli ve yüzeysel olmaktan öteye geçmemektedir. Karşılaşılan sorunların çözümü ve yetersizliklerin giderilmesi doğrultusunda, jeotermal kaynaklardan daha fazla toplumsal faydanın sağlanması için bütüncül bir yaklaşımla arama, araştırma, geliştirme, üretim süreçleri ile üretimde verimliliğin sağlanması için yapılması gereken AR-GE çalışmaları, yeni teknolojilerin kullanımı ve yurt içi gelişiminin sağlanması, idari yapılanma, ruhsat hukuku, teşvik ve eğitim süreçlerinin birlikte değerlendirilerek ulusal mevzuatın yenilenmesi, gerekli düzenleme ve iyileştirme çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

4.2.13.2 Arama İle İlgili Riskler

Jeotermal kaynaklara yönelik arama geliştirme çalışmaları kapsamında jeoloji, hidrojeoloji, hidrojeokimya, jeofizik vb. gibi arama sistematiğindeki yöntemler, yerli ve yabancı firmalar ile kuruluşlar tarafından ülkemizde de kullanılmaktadır. Bununla beraber, ruhsat süresi ve maliyet kaygısıyla jeotermal kaynak araştırma metodolojisindeki arama tekniği göz ardı edilerek, dar zamana sıkıştırılmış çalışmalarla sonuç alınmaya çalışılması da bilinen bir gerçektir ve bu durum, aramacılığın doğasında var olan riski büsbütün artırmaktadır.

Öte yandan jeotermal kaynak oluşumuna uygun jeolojik koşulları taşıyıp taşımadığına bakılmaksızın, çok sayıda arama müracaatının ruhsata bağlanmasıdır. Ancak ne yazık



ki jeotermal konusunda herhangi bir birikimi olmayan elemanlar/disiplinler tarafından önerilen bazı ruhsatlara büyük bir beklentiyle yatırım yapan girişimciler, yapılan çalışmalar sonunda beklentilerini karşılayacak sonuca ulaşamayınca ruhsatlarını devir çabası içerisine girmişlerdir.

Sektörün yaşadığı bu sorunlara çözüm üretici ortak aklın ürünü düzenlemeler beklenirken, hiç önceliği olmadığı halde, 5686 sayılı kanunun uygulama yönetmeliğinin “teknik sorumluluk ve faaliyet raporlarını” düzenleyen 10. maddesinde değişiklik yapılmıştır. Jeotermal kaynaklara ilişkin süreçler kuşkusuz çok fazla meslek ve uzmanlık alanı katkısını gerektirmektedir. Burada önemli olan, jeodinamik süreçler sonucu oluşan, diğer yer altı kaynaklarından farklı olarak aranıp işletilen dinamik özellikteki kaynağa dönük faaliyetlerin, kullanılması gereken mühendislik yöntemlerini uygulayabilecek eğitim formasyonuna sahip meslek disiplinleri tarafından yürütülmesidir. Hal böyle iken çalışmaların sistematığı, metodolojisi, arama ve işletme faaliyetlerinin bütünsel niteliği, disiplinlerin eğitim formasyonu, ilgi alanı, yetki ve sorumlulukları göz ardı edilerek yönetmelikte yapılan bu değişikliklerle, konuya ilişkin yürüteceği hizmet ve ehliyetine bakılmaksızın jeotermal çalışmalarda görev alan her meslek disiplininin faaliyetlerin tümünü kapsayacak biçimde teknik sorumluluk üstlenmesinin yolu açılmıştır. Öte yandan teknik sorumluluk kavramı “İlgili Mühendis” boyutuna indirgenerek belirsizleştirilmiş, arama ve işletme süreçlerinde yapılacak mühendislik hizmetlerinin gerektirdiği bilimsel ve teknik gereklerle çelişir hale getirilmiştir. Yönetmelik bu haliyle, kendi içinde tutarsız bir şekilde dönüşmesinin de ötesinde, jeoloji mühendisleri tarafından üretilen hizmetlerin, ilgili mühendis kavramı içine alınarak diğer mühendislik disiplinleri tarafından da üretilebilmesine(!) ortam yaratmıştır. Yasaya uygun hale getirildiği gerekçesi inandırıcı bulunmayan değişikliklerle, ilgisi çalışmanın bir bölümüyle sınırlı olan, uzmanlık alanlarını ilgilendirmedikleri halde salt yönetmelikteki “İlgili Mühendis” tanımı dayanak yapılarak faaliyetlerin tümünde teknik sorumluluk üstlenen disiplinler, yasa ve yönetmelikteki tanımıyla jeoloji mühendisliği ilgi ve sorumluluk alanındaki **“jeolojik prospeksiyon, jeolojik harita ve kesitler, jeokimya, hidrojeokimya, sondajlar, kuyu içi loglar, test ve ölçümler, koruma alan raporu gibi”** raporlar hazırlayacak, arama ve işletme faaliyet raporu düzenleyebilecek konuma(!) getirilmişlerdir. Bu haliyle, bazı meslek disiplinlerine alan yaratma amacı güdüldüğü anlaşılan düzenlemenin, “ilgili mühendis” kavramı içinde teknik anlamda sorumlu olacak kişinin konunun uzmanı olmaktan uzak olması halinde, kamu malı olan kaynakların zarar görmesi, disiplinler arası yetki ve sorumluluk karmaşası yaratması, yasanın öngördüğü kamusal faydanın sağlanamaması sonucunu doğurması kaçınılmaz görülmektedir. Ortaya çıkacak karmaşayı önlemenin ve çok disiplinin katkısını gerektiren faaliyetlerin ülke menfaatleri doğrultusunda yürütülebilmesinin yolu, çalışmanın niteliği gözetilerek disiplinlerin yetki ve sorumluluklarının belirlenip yönetmeliğin ilgili maddelerinde tanımlanmasıdır.



4.2.13.3 Teknik sorunlar

Rezervuar sınırlarının belirsizliği ve sahaların kapasitesinin bilinmemesinin yarattığı sorunlar öncelikle üzerinde durulması gereken bir husustur. Hemen belirtmek gerekir ki Ülke genelinde araştırma yapılan sahaların büyük bir bölümünde yatırım öncesi alt yapıya yönelik önemli bir teknik bilgi ve birikim vardır. Ancak, yüksek sıcaklığa sahip birkaçının dışında sahaların çoğunda, açılan kuyu sayısının yetersizliği nedeniyle rezervuara ilişkin parametreler, kapasite bilinmemekte, bu durumun teknik ve hukuki sorunlar yaratması ve yatırımlar için risk oluşturması kaçınılmaz görünmektedir. Jeodinamik süreçler sonucu oluşan kaynaklardan daha etkin ve verimli olarak yararlanılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için kaynağın özellikleri ve rezervuar bütünlüğü gözetilerek ruhsatlandırılması gerekirken, rezervuar sınırlarının belirsizliğine karşılık, aynı rezervuar üzerinde birden fazla yatırımcıya ruhsat verilmiştir. İşletme aşamasında çok amaçlı, çok mülkiyetli faaliyetlerin tümü için aynı rezervuarı kullanan yatırımcılar, ruhsat hukukundan kaynaklanan sorunlar yaşamakta, kaynağın sürdürülebilirliği de ciddi bir riskle karşı karşıya kalmaktadır. Nitekim bazı sahalardaki rezervuarların sıcaklık, basınç ve debilerinde önemli değişimler olmaya başlamıştır.

Mevcut yasada bloke alan kavramı yeterli bilimsel verilere dayalı olarak tanımlanmamış, uygulamada ise sahaların bloke alanları, rezervuar yayılımları ve karakteristikleri yeterli sayıda sondajlar ile belirlenmeden tespit edilmiştir. Bazı sahalarda da işletme alanı çevresinde bloke alanlar çok geniş tutulduğundan bu alanların işletilememesi gibi olumsuz sonuçlar yaratmaktadır. İşletmeye kapatılan bloke alanların, kaynak üretim sahaları geliştirildikçe bir bölümünün, işletme sahası ile birleştirilmesi suretiyle atıl kalması önlenerek ekonomiye kazandırıldığı gibi jeotermal kaynak rezervuarlarından ve potansiyelinden optimum yararlanma da sağlanmış olacaktır.

Yasada koruma kriterleri bulunmakla beraber, alan veya kuyular için verilen ruhsat alanı sınırları baz alınarak yapılan koruma alanı etütleri ile belirlenen zonlarda belirtilen tedbirler, uygulamalarda yetersiz kalmaktadır. Koruma alanları etütleri rezervuar sınırları gözetilerek yapılmalı ve kaynak koruma alanları sınırları belirlenirken kaynağı ve rezervuarı kirleticilerden koruma ve rezervuarın sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla her iki konuda da koruma kriterleri getirilmelidir.

Sektörde teknik işleyişte yaşanan ve hukuki sonuçlara yol açan sorunlardan birine çözüm üretmek(!) amacıyla, uygulama yönetmeliğinde 23.09.2013 tarihinde yapılan değişiklikle; *“Birbirine mücavir arama ve/veya işletme ruhsatlı sahalarda gradyan, reenjeksiyon kuyusu, üretim amacıyla kuyu açılması”*na izin verilmesi için mesafe sınırlama-



sı getirilmiştir. Düzenlemeyle, kuyu açılmayacak mesafe, izin verilmeden önce uzman kuruluşlar ve/veya üniversitelerden görüş alınarak, onlara mahallinde etüt ve gerektiği takdirde diğer ek çalışmalar yaptırılarak belirlenmesi öngörülmüştür. Mahallinde inceleme ve etüt yapılarak kuyular arası girişim konusunda görüş oluşturulabilir, ancak, girişim olduğuna ilişkin kesin bilgi ise kuyu açılıp bazen aylara yayılan süreyi gerektiren test yapıldıktan sonra elde edilebilir. Nitekim 30.05.2014 tarihinde yapılan değişiklikle bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Ancak, yönetmelikte belirlenen mesafelerden çok daha fazla uzaklıktaki işletmelerin etkilendiği, bunun sonucunda yargı kararlarıyla faaliyetlerin durdurulduğu bilinmesine karşılık, son değişiklikte de yine teknik ve bilimsel gerekçelere dayanmayan mesafe tanımlamasındaki ısrar sürdürülmüştür. Yapılan düzenlemede her sahanın jeolojik ve yapısal dinamiklerinin farklılığı gözötilmediği gibi, kuyular arasındaki mesafenin hangi teknik ölçüt ve bilimsel gerekçelerle belirlendiği de anlaşılammakta, pratikte nasıl işleyeceği kestirilememektedir. Esasen bu durum, geçmişte çokça dile getirilen rezervuarın tek ruhsat sahibi tarafından işletilmesi önerisinin görmezden gelinerek yerine, yüzeyde birden fazla ruhsatlara bölünerek işletmeye açılmasının bir sonucudur.

4.2.13.4 İdari Sorunlar

Mevzuat bölümünde değinildiği gibi kanun ve yönetmelik kapsamında işlem yapılan ve görüş oluşturulan çok sayıda bakanlık, genel müdürlük ve kurum bulunmaktadır. Bu çok başlılık, kurumlar arası eşgüdüm eksikliği, mevzuat karmaşası, bürokratik işlemlerdeki görüş oluşturma, karar verme ve işlemi sonuçlandırma sürecinin uzamasına neden olmakta, bu durum bazen yatırımcı üzerinde bezginlik ve caydırıcı etkisi yaratmaktadır.

Dile getirilen olumsuzluklar, Ülkemizde jeotermal kaynakların planlanması, aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretimi süreçleri ile bu kaynaklardan daha fazla faydanın sağlanması, yatırımcı ve kamuoyunun yönlendirilmesi için alınan stratejik kararların uygulama, izleme ve denetimini sağlayan, çok başlı bir mekanizmayı ortadan kaldıran merkezi idare bünyesinde kurumsal idari bir yapının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Diğer yandan koruma alanı etütleri ile ilgili MTA Genel Müdürlüğü'nün hem Kaynak Koruma Alanı Etüt hizmeti veren, hem de mevzuat gereği Özel İdare tarafından incelenmek üzere gönderilen Koruma Alan raporlarına görüş oluşturan kurum olmasına yönelik çekinceler, sektörçe çeşitli vesilelerle dile getirilmektedir. Benzer durum kanunun uygulayıcısı bir kurum olan İl özel İdareleri için de geçerlidir. İl özel İdareleri ruhsat verdiği için denetleyen konumda olması gerekirken ruhsat alarak faaliyet gösteren bir kurum konumundadır.



4.2.13.5 Jeotermal Bilgi Bankası ve Bilgiye Erişim

Jeotermal kaynak araştırılmasında üretilen bilgiler dağınıktır. Bu bakımdan bilgilerin toplanması, arşivlenmesi, erişim kolaylığının sağlanması, Coğrafi Bilgi Sistemlerine aktarılması ve ulusal bir veri tabanının oluşturulması için jeotermal kaynak araştırmalarında üretilen bilgilerin görevlendirilecek bir kamu otoritesi eliyle Jeotermal Bilgi Bankası'nda toplanmasını sağlayacak bir düzenlemeye ihtiyaç vardır. Jeotermal arama çalışmaları sırasında yapılan çalışmalardan elde edilen tüm veriler ile her faaliyet döneminin denetlenmesiyle elde edilecek bilgilerin bir merkezde toplanması, ülke jeotermal kaynaklarından etkin ve verimli bir şekilde yararlanmada planlama yapılması, strateji ve politika oluşturulması açısından da gereklidir. Oluşturulacak arşiv, aynı alan için yapılacak mükerrer çalışmaları önleyeceği gibi bir saha için ne tür çalışmaların yapıldığı, eksiklerin ne olduğu, başka bir çalışma yapılmasına gerek olup olmadığı gibi birçok bilgiye kısa sürede ulaşılarak sonuca gidilmesine yardımcı olacaktır. Böylece, ülkenin olanaklarının israf edilmemesi, emek, zaman ve paranın boşa harcanmaması açısından da büyük bir yarar sağlayacaktır. Öte yandan yüzeyde herhangi bir belirti vermeyen, ancak açılan kuyularda yüksek taban sıcaklıkları belirlenen sahalardaki özellikle petrol ve kömür amaçlı açılmış kuyu verilerinin Bilgi Bankasına aktararak jeotermal enerji sektörünün hizmetine sunulması, sektörün gelişmesine önemli katkı sağlayacaktır.

4.2.13.6 Teşviklerin Yetersizliği

Jeotermal konusunda ileri ülkelerde teşvik uygulaması bulunmaktadır. Bu uygulamanın kaynakları geliştirmedeki katkısı tartışılmazdır. Aramalarda teşvik uygulamasının olmasından dolayı kaynaklara yönelmede yatırımcılar çekinceli davranmaktadır. Öte yandan aramacılığın en riskli aşaması sondaj çalışmasıdır. Bazı ülkelerde devlet riskin yarısını, bazıları tamamını üstlenmektedirler. Ülkemizde bu tür bir uygulama olmadığından bazı ruhsat sahipleri sondaj aşamasına getirdikleri ruhsatlarını kuyu maliyetleri nedeniyle devir yoluna gitmekte veya aramadaki 3 yıllık sürenin yetersiz oluşundan dolayı üretim sondajı yerine yasanın öngördüğü işletme ruhsatına dönüşürecek akışkan üretiminin sağlandığı kuyuları tercih etmektedirler.

Türkiye, uygulanan teşviklerle bugün, 3130 dönüm seraya ulaşmıştır. Buna karşılık, çok sayıda ısıtma uygulamasına uygun saha bulunmakla beraber jeotermal kaynaklara dayalı merkezi ısıtma projelerine destek verilmemektedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi konusundaki teşvikler de yetersizdir. Teşviklerin olmaması veya yetersiz oluşu sektörün gelişmesini önemli ölçüde sınırlamaktadır.



4.2.13.7 İdare Payı Hesabı

İdare payının Gayri Safi Hasılaya bağlanarak işletmenin toplam hasılatının % 1’inin idareye ödenmesi şeklindeki kanuni düzenleme, jeotermal kaynak ve doğal mineralli su üreticileri üzerinde olumsuz etki yaratmıştır. Ayrıca termal turizm tesislerinde idare payı ile birlikte “jeotermal su kullanım bedeli” altında ikinci bir bedelin alınması mükerrerliklere neden olmuştur. İşletmecileri zor durumda bırakan bu maddenin uygulanabilir hale getirilmesi, hem mükerrerliklerin önlenmesi, hem de jeotermal kaynak kullanan yatırımcıların ödedikleri idare payının kaynağın direk kullanımına bağlı bir ücret haline dönüştürülmesi için 5686 sayılı yasada gerekli düzenleme yapılmalıdır.

4.2.14 Yapılması Gereken Çalışmalar

Ülkemiz enerji stratejisinde yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik, rüzgar ve güneş enerjisinin kullanımıyla ilgili bazı önemli düzenlemeler bulunmasına rağmen jeotermal kaynaklara ilişkin süreçlerin doğru yönetilmesi ve toplumsal faydanın artırılmasına yönelik herhangi bir stratejik hedefimiz bulunmamaktadır. Bu bakımdan kaynaklara ilişkin süreçlerin doğru yönetilmesi ve toplumsal faydanın artırılması için öncelikli olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca katılımcı bir anlayışla; **“Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Ulusal Stratejisi”** hazırlanmalıdır. Söz konusu strateji, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulundan da değerlendirildikten sonra toplumla paylaşılmalı, gerek kamu, gerekse de özel sektörün yapacağı orta ve uzun dönem projeksiyonların bu strateji ve yapılanma çerçevesinde yürütülmesi sağlanmalıdır.

4.2.14.1 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Ulusal Stratejisi

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Stratejisinin aşağıda belirtilen hedeflerin sağlanmasına önem ve öncelik verilmesi yönünde yapılan değerlendirmede;

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun 2007 yılında yürürlüğe girmesinden sonra bu kaynaklara ilişkin önemli bir gelişme kaydedilmiştir. Bununla beraber, özellikle 6360 sayılı Büyükşehir Belediyeleri kanunu ile bazı kanunlarda değişiklik yapılması öngören yasanın yürürlüğe girmesinden sonra, ülkenin önemli jeotermal kaynaklarını kendi sınırları içerisinde barındıran il özel idareleri, belde belediyeleri ile köylerin tüzel kişiliklerini yitirmeleri, bu tüzel kişiliklerin sahip olduğu önemli kaynakların işletilmesi ile kaynakların aranması geliştirilmesi, izlenmesi ve denetim süreçleri konusunda önemli bir belirsizliğin ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından hazırlanan Su kanun tasarısı ile yine aynı Bakanlık tarafından yayınlanan çeşit-



li yönetmeliklerde jeotermal kaynaklar, bir enerji kaynağından ziyade su kaynağı olarak değerlendirilerek bazı düzenlemeler yapılmıştır. Jeotermal kaynakların, su kaynağı olarak değerlendirilerek yapılan veya yapılması planlanan düzenlemelerin bu kaynakların arama ve işleme süreçlerinde önemli sorun ve sıkıntılara neden olacağı değerlendirilmekte, jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sulara ilişkin düzenlemelerin bu mevzuat içerisinden çıkarılması gerektiği düşünülmektedir. Asıl önemlisi, yetersizliği uygulamalarda ortaya çıkan sorunlarla iyice pekişen 5686 sayılı yasada, gerekli düzenlemelerin zaman geçirilmeden yapılması ve yapılacak yasal düzenlemenin de aşağıda belirtilen sorunlara çözüm getirecek yapıda olmasıdır.

4.2.14.2 Arama, araştırma, geliştirme süreçleri

Jeotermal kaynakların arama, geliştirme ve işletme süreçlerinde çalışmış deneyimli jeoloji mühendislerinin önderliğinde, ülkemiz genelinde bilinen tüm jeotermal kaynakların potansiyeli, özellikleri, kullanım alanlarına yönelik çalışmalar ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile birlikte koordineli çalışılarak, kaynağın bulunduğu bölgenin coğrafi özellikleri de (iklim, yağış vb) dikkate alınarak ön fizibilite çalışmaları yapılmalı ve yatırımcılara alternatifler sunulmalıdır.

Türkiye'deki jeotermal kaynaklara yönelik arama geliştirme çalışmalarında (jeolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimya, jeofizik vb.) dünyadaki arama sistematiğine uygun yöntemler ülkemizde de kullanılmaktadır. Ancak standart arama tekniğindeki bazı çalışmaların zaman ve maliyet kaygısıyla eksik yapılması nedeniyle arama risklerinin arttığı görülmektedir. Bunu önlemek için arama geliştirme standartları, uluslararası norm ve standartlar göz önüne alınarak yeniden belirlenmelidir.

Jeotermal arama ve araştırma süreçlerinde gelişen teknoloji takip edilmeli knowhow yöntemi ile uluslararası bilgi ve teknolojik gelişmeler ülkemize aktarılmalıdır. Yeraltı yapısını daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyan arama metodolojilerinin kullanılması ve uygulanması gerekli olup ayrıca rezervuarların geliştirilmesine yönelik olarak hidrolik çatlatma, havalı sondaj, asitleme gibi yöntemlerin uygulanmasının teşvik edilmesi, yaygınlaştırılmasının desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye'de jeotermal kaynak arama-geliştirme çalışmalarının standart haline getirilmesine yönelik, jeotermal kaynak arama-geliştirme çalışmalarının nasıl yapılacağına ilişkin süreç analizini ve çalışmaların aşamalarının detaylı olarak açıklanmasını içeren bir kılavuza ihtiyaç vardır ve bunun hazırlanması gerekmektedir.



Jeotermal rezervuarın karakterini belirleyecek yeterli veri elde etmek için gereken sayıda ve derinlikte arama/geliştirme kuyularının açılması sahanın potansiyel bilgilerini berraklaştırması açısından gerekli olduğu gibi yatırımcıyı da özendirerek ve cesaretlendirecektir.

Arama ve işletme faaliyetlerinin, yasa ve yönetmelikte yer alan hükümler paralelinde detaylı olarak aşama aşama belirtilmesi, denetlemelerde gerekli yaptırımların uygulanmasında hassasiyet göstererek sahadaki faaliyetlerin düzenli takip edilmesi, aynı rezervuarı paylaşarak yapılan faaliyetlerde birbirini olumsuz etkilemeden kontrolünün yapılması ve İdarelerin bu konuda hassasiyet göstermesi, çözüm için tarafların görüşlerinin birlikte değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

4.2.14.3 Ruhsat Hukukuna İlişkin Değerlendirmeler

Jeotermal kaynaklar; bölgenin jeolojik özelliklerine, beslenme ve boşalım koşullarına ve bölgenin jeodinamik süreçlerine bağlı olarak gelişmektedir. Bu süreçlerin etkisi sonucu oluşan kaynakların ruhsatlandırılması hukukunun, statik maden kaynaklarının oluşum modeli ve maden kanununun baz alınarak gerçekleştirildiği bilinmektedir. 5686 sayılı yasa göre ruhsat alan birçok yatırımcı bugün aynı rezervuarı kullanmaktadır ve ruhsat hukukundan kaynaklı olarak ciddi risklerle karşı karşıya kalmış bulunmaktadır. Yanlış ruhsatlandırma hukuku ve işletme teknikleri nedeniyle jeotermal kaynak rezervuarında sıcaklık, basınç ve debilerinde önemli değişiklikler olmaya başlamıştır. Ruhsat hukukundan kaynaklı sorunların giderilmesi için yeni süreç ve yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda;

- Jeodinamik süreçler sonucu oluşan jeotermal kaynaklardan daha etkin ve verimli olarak yararlanılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için ruhsatlandırmanın, kaynağın özellikleri ve rezervuar bütünlüğü gözetilerek yapılmasının uygun olacağı,
- Mevcut yasal mevzuata göre ruhsatlandırılan ve aynı rezervuardan ya da bitişik ruhsatlarda üretim durumundaki alanlarda, üretimin birbirini etkilemesi sorununun çözümlenememesi nedeniyle, yapılacak düzenleme ile arama ya da işletme ruhsatlarında; küçük ruhsatların büyük ruhsatlara anlaşmalı olarak devri veya ortak olarak işletilmesi, büyük ruhsatlarda ise öncelik hakkı gözetilerek hak sahipleri arasında ortaklık veya anlaşmalı devir çözümleri sağlanmasının desteklemesi, veya kaynağın etkin, verimli, sürdürülebilir kullanımı ve yatırım önceliği göz önüne alınarak, aynı kullanım amacına yönelik (elektrik, ısıtma, termal) konsorsiyum, ortaklık ya da ortak işletme şirketi aracılığıyla çözüm sağlanabileceği,



- 5686 sayılı kanun kapsamındaki kaynaklar için alınan teminat tutarı yüksek olup teminat tutarının en az % 50 oranında azaltılması gerektiği,
- Ruhsat süresinin özellikle kızgın kuru kaya aramacılığı için yetersiz olduğu, faaliyetin gelişim süreci baz alınarak 3+2 şeklinde değiştirilmesi gerektiği,
- Bina ve bina türü yapılarda ısı pompası vasıtasıyla kullanılan sığ veya çok sığ jeotermal kaynak kullanımının ruhsat hukuku dışında tutulması gerektiği,
- Yüksek sıcaklığa sahip (elektrik ve ısıtma amaçlı) sahalarda üç yıllık ruhsat süresinin yetersiz olduğu, bu sahalara ilişkin ayrıntılı çalışmalar yürütülebilmesi için ruhsat süresinin uzatılması gerektiği düşünülmektedir. Bu sahalara için geçerli teknik gerekçelerle zaman kaygısını ortadan kaldırılarak detaylı arama ve araştırma süreçlerinin işletilmesi ve ruhsat süresinin 3+1+1 olarak uzatılması gerektiği,
- Mevcut yasal düzenlemede bloke alan kavramı, yeterli bilimsel verilere dayalı olarak tanımlanmamıştır. Uygulamada sahada yeterli sondajlar ile rezervuar yayılımları ve karakteristikleri belirlenmeden bloke alanlar tespit edilmekte, bazı sahalarda işletme alanı çevresinde bloke alanlar çok geniş tutulmaktadır. Bu durum mevcut uygulamalarda olumsuz sonuçlar yaratmaktadır. Yaşanan bu olumsuzlukların önlenmesi için jeotermal kaynak üretim sahaları geliştirildikçe, bloke alanların bir bölümünün işletme sahası ile birleştirilmesi suretiyle, kaynak rezervuarlarından ve potansiyelinden optimum yararlanma sağlanacak ve kaynak sahalalarının işletilmeyen ve atıl kalan bölümleri de ekonomiye kazandırılmış olacaktır. Sahanın işletme ruhsatını alan kişinin yaptığı arama ve geliştirme çalışmaları sonucunda rezervuar sınırlarının bloke alana doğru geliştiğini görür ise bu alanlarında ilgili ruhsat sahibine İdarenin izni ile verilmesi ve ruhsata eklemesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir.

4.2.14.4 İdari Yapılanma

5686 sayılı kanuna göre, jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli su kaynaklarının ruhsatlandırılması, izlenmesi ve denetlenmesi konusu il özel idareleri tarafından yapılmaktadır. 6360 sayılı Kanuni düzenleme ile kanun kapsamı içinde yer alan ve ülkemiz jeotermal kaynaklarının önemli bir bölümünü içeren illerimizin il özel idarelerinin tüzel kişilikleri sonlandırılmış, ruhsat verme işlemleri ise Valilikler bünyesinde kurulan Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı tarafından yürütülmesi kararlaştırılmıştır. İl özel idarelerin, personel ve donanımları ise oluşturulacak büyükşehir belediyelerine devredilmesine karar verilmiştir.



Bu durum, ülke jeotermal kaynaklarının önemli bir kısmını sınırları içinde barındıran ve 6360 sayılı yasaya ile İl Özel İdareleri kapatılan olan illerimizde; jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli suların araması, araştırması, geliştirilmesi, izlenmesi ve denetlenmesinin hangi idari birimler tarafından yürütüleceğini belirsiz hale getirmiştir.

Gerek mevzuattaki karmaşa, gerekse de idari yapılanmadaki dağınıklık ve yetersizlikler ülkemizin jeotermal kaynakları ve doğal mineralli sularından etkin ve verimli bir şekilde yararlanılması ile sürdürülebilirliklerinin sağlanmasını engellemekte, yatırımcı güveni üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Personel ve donanımı yetersiz birimler tarafından yapılacak ruhsatlandırma, izleme ve denetim hizmetleri ile bu kaynakların etkin ve verimli kullanılması ile sürdürülebilirliklerinin sağlanmasının mümkün olmadığı değerlendirilmekte olup, bunun giderilmesi ve jeotermal kaynaklardan daha etkin ve verimli yararlanılması için;

- Jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli suların araması, araştırılması, geliştirilmesi, planlanması, ruhsatlandırılması, üretimi süreçleri ile bu kaynaklardan daha etkin ve verimli bir şekilde yararlanılmasının sağlanması için idari, teknik, stratejik, izleme ve denetimde görülen eksikliklerinin giderilmesi, strateji planlarının hazırlanması, yurt içi-yurt dışı projelerin geliştirilmesi, öncelikli projelerin belirlenmesi, takip edilecek yöntemlerin, teşviklerin tespiti ve güncellenmesini sağlamak amacıyla merkezi kurumsal idari bir yapı ve mekanizma ya ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde müstakil veya Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğüne bağlı bir daire başkanlığının **“Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı”**nin oluşturularak bütüncül bir yaklaşımla bu kaynakların yönetiminin sağlanması gerekmektedir.
- Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı bünyesinde oluşturulacak bu idari birim; kaynakların ruhsatlandırma, arama, araştırma, geliştirme, planlama, izleme ve denetim hizmetlerini tek elden yürütmesi ile teknolojik gelişmelerin takibi, bu teknolojinin yurt içi üretimin sağlanması, AR-GE çalışmaları, teşvik sisteminin geliştirilmesi ve eğitim süreçlerini geliştirmesi konusunda önemli katkıları olacaktır.
- EPDK’ya yapılan lisans başvurularında sahaların teknik kapasitesine ilişkin yeterli değerlendirme yapılmadan lisans dağıtımları yapılmaktadır. Bunun önlenmesi amacıyla yukarıda kuruluş amacı belirtilen Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde kurulması önerilen söz konusu biriminin teknik onayının alınması daha doğru olacaktır.
- İl özel idareleri 5686 sayılı kanuna göre hem ruhsat alarak işletme yapmakta hem de ruhsat veren bir kurum olması nedeniyle, izleme, kontrol ve denetim hizmeti



yürütmektedirler. Hem işletmeci, hem de denetleyici konumdaki bu idarelerin denetim faaliyeti dışına çıkarılarak işletmeci vasıfları geliştirilmelidir.

- Jeotermal kaynaklara ilişkin idari iş ve işlemler özel idareler tarafından yürütülmektedir. Ancak birçok özel idarenin altyapı, personel ve teknik donanımı yetersizdir. Kurumsal idari yapılanmanın yeterliliğinin sağlanması ve yaşanan sorunların asgari düzeye indirilmesi amacıyla, ilgili kamu biriminin eğitimli ve yeterli idari ve jeoloji mühendisi ile desteklenmesi, ya da Jeoloji Mühendisleri Odası, ilgili kurum ve üniversitelerle işbirliğine gidilerek hizmet içi eğitime tabi tutulması uygun olacaktır.
- Ülkede bugüne kadar jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sulara yönelik yapılan çalışmalara ilişkin bilgiler dağınık ve kolay erişilebilir durumda değildir. Bu durum ülkemizde jeotermal kaynaklardan etkin ve verimli bir şekilde yararlanmada, strateji ve politika oluşturmada yetersizliklere neden olmaktadır. Ülkede jeotermal kaynaklara yönelik bilgilerin toplanması, arşivlenmesi, erişim kolaylığı ve dolayısıyla kaynak israfının önlenmesi amacıyla Jeotermal Veri Bankasının kurulması, mevcut verilerin (kuyu, derinlik, sıcaklık, debi, yer altı suyu seviyesi, vb.) coğrafi bilgi sistemlerine aktarılması ve ulusal bir veri tabanının oluşturulması işlemlerinin sağlanması, 5686 sayılı Kanun kapsamında düzenlenecek bir yönetmelikle görevlendirilecek bir kamu otoritesi eliyle yapılmalıdır.

4.2.14.5 İdare Payının Değerlendirilmesi

5686 sayılı kanundaki, idare payının gayri safi hasılaya bağlanması ve termal turizm tesislerinde idare payı ile birlikte "jeotermal su kullanım bedeli" altında ikinci bir bedelin alınması işletmecileri zor durumda bırakmaktadır. İşletmecilerin içine itildikleri bu durumdan kurtarılması için 5686 sayılı yasada gerekli düzenleme yapılarak idare payının; doğal mineralli su işletmelerinde mineralli sular için ambalaj malzemelerinin düşürülmesinden sonra belirlenen gayri safi hasılanın % 1'i, termal tesislerde ise "jeotermal akışkanın kullanımından elde edilen gelirin % 1'i alınır" şeklinde yeniden düzenlenmesi yerinde olacaktır.

İdare Payı 2634 sayılı Turizmi Teşvik Kanunu kapsamında kalan "Termal Turizm Merkezleri ile Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri" kapsamında kalan sağlık ve termal turizm tesislerinden, 5686 sayılı kanun ve uygulama yönetmeliği kapsamında idare payı ile birlikte "Jeotermal su kullanım bedeli" alınması ve ruhsat sahibi olmayanlar için su kiralama bedeli ile ayrıca aynı su için "idare payı alınması mükerrer ödemelere ve turizm yatırımcılarının mağduriyetine neden olmaktadır. Bunun önlenmesi için 5686 sayılı kanun ve yönetmeliğinde ki "jeotermal su kullanım bedeli kaldırılmalı ve kanunun 17. maddesi ve yönetmeliğin 25. maddesi bu doğrultuda düzenlenmelidir.



Kanunda jeotermal kaynaklar için birim fiyat belirlenmeli, jeotermal kaynağın birim satış fiyatı, o yerin bağlı olduğu Belediyenin içme suyu satış fiyatının altında olmamalıdır. Bu şekilde asgari tarife ile idare payı jeotermal üretim ve dağıtım şirketinden alınmalıdır.

4.2.14.6 Kaynakların teşviki ve kullanımına ilişkin düzenlemeler

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yeni ve yenilenebilir kaynak kullanımına yönelmesi ancak ve ancak bu kaynakların kullanımın kolaylaştırılması, kamusal destek ve teşviklerin artırılması ile mümkündür. Toplumsal olarak ülke öz kaynaklarından birini oluşturan jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli suların arama süreçlerinden işletmeye, teknoloji geliştirmeden çevreye olan etkilerinin tespitine kadar olan her süreçte bu kaynaklara yatırım yapanların teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda;

- Isıtmaya uygun sahaların bulunduğu bölgelerinde doğalgaz ile ısıtıcılık yapılması yerine, jeotermal kaynakların ısıtmada (konut, sera vb) kullanılması, Belediyelerin özel sektöre idari ve alt yapı dağıtım (dağıtım izni, imar planı vb.) desteği vermesi.
- İşletme ruhsatlarına, ruhsat sahibi tarafından talep edilmesi halinde yatırım belgesi verilerek KDV desteği sağlanmalı ve KDV oranı % 1’in altına düşürülmelidir.
- Elektrik üretimi, ısıtma, termal turizm ve seracılık vb çalışmalara yönelik alanlarda, jeotermal kaynak arama maliyetlerinin çok yüksek olması nedeniyle bu maliyetlerin bir bölümünün devlet tarafından karşılanması veya teşvik edilmesi, petrol kanununda olduğu üzere, petrol aramaları ve sondajlar için yatırımcı menfaatine olan bütün teşvik ve muafiyetlerin (yakıttan KDV, ÖTV alınmaması vb) jeotermal kaynak arama çalışmalarında yapılacak sondajlar için de verilmelidir.
- Sağlık amaçlı jeotermal tesisleri, yılın tüm aylarında hizmet vermesi ve yıpranma payının yüksek olması nedeniyle, bölgesi gözetilmeksizin yatırımların 5. bölge teşvik uygulama kapsamına alınmalıdır.
- Kızgın Kuru Kaya (Hot Dry Rock) teknolojisi ile elektrik üretiminin ilk yatırım maliyetlerinin Kalkınma, Ekonomi gibi Bakanlıkların verdiği teşviklerle desteklenmesi gerekmektedir.
- Jeotermal kaynakların entegre kullanımının elektrik alım garantisine alınması ve seracılık, konut ısıtma, termal turizm alanlarına ne kadar ek teşvik verileceği hakkında ilgili kurumlardan görüş alınmalıdır.

4.2.14.7 Denetim Süreçleri ve Yapılması Gerekenler

Mevcut yasal mevzuata göre denetim faaliyetlerinin il özel idareler tarafından yürütüleceği, düzenlenmiş olmasına rağmen, bazı İl özel idarelerinin yetersiz ve deneyimsiz perso-



nel yapısı nedeniyle etkin bir denetim sağlanamamakta, çoğunlukla MTA Genel Müdürlüğünden teknik destek olarak denetimler sürdürülmektedir.

Denetim olmaksızın uzun süre bu kaynaklardan etkin verimli şekilde yararlanılması mümkün görülmemekte olup Ulusal düzeyde kaynakların planlanması, izlenmesi, kontrol edilmesi, gerektiğinde il özel idareleri ile ortaklaşa denetim faaliyetleri yürütülmesi, ulusal bilgi envanterinin bir merkezde sağlıklı bir şekilde toplanması, kurumlar ile ilgili gerekli izin ve görüşlerin alınması konusunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde bir daire başkanlığının teşkili ile koordinasyonun yurt genelinde yetkili bir merkezden yürütülmesi sağlanmalıdır.

4.2.14.8 Faaliyet Raporları

Faaliyet raporlarında, özellikle teknik sorumlu imzası aranmakta olup eksik olduğu durumlarda ilgili idareler tarafından rapor kabul edilmemektedir. Bununla birlikte faaliyet raporlarının formata uygun olarak hazırlanmasına ve denetlenmesinden sorumlu idarelerin ilgili birimince önem verilmelidir. Hazırlanan faaliyet raporlarının dijital ortamda düzenlenerek Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde yeni kurulacak birime, bu birim oluşturuluncaya kadar MTA Genel Müdürlüğü'ne iletiminin sağlanması arşivleme ve erişiminin hızlandırılması açısından gerekli görülmektedir.

4.2.14.9 Kamu Yararı

Jeotermal enerjinin kullanım esaslarını belirlemek amacıyla teknik çalışma grubu tarafından bir yönetmelik hazırlanmalı, bu yönetmelikte kaynağın özelliklerine göre kullanım önceliği, standartları ve yetki düzenlenmesi gibi bilgiler yer almalıdır.

Elektrik enerjisi üretimine uygun olan jeotermal alanlarda, kaynağın özellikleri ve kamu yararı dikkate alınarak ilk sırada elektrik enerjisi üretimi ve ısıtma sistemleri (konut, sera) olmalıdır. Bu alanlar, "kültür turizm koruma ve gelişim bölgeleri ile turizm merkezleri" ile çakışması durumunda da öncelikli olmalıdır.

4.2.14.10 Teknik Sorumlu

Jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli suların aranması, araştırılması, geliştirilmesi ve işletilmesi süreçlerinde kamuya karşı sorumluluk üstlenen teknik sorumlu sisteminden yeterince yararlanılamamaktadır. Teknik sorumlunun görev yetki, sorumluluk, hizmet sınırlaması, ücret ve atama sistemi yönetmelik içerisinde tanımlanmadığı için teknik sorumlu sistemi atıl durumda bırakılmaktadır. Yasal düzenleme içerisinde teknik sorumlu tanımlan-



nın yapılması, jeoloji mühendisi olması, görev yetki sorumluluk atama ve ücret sistematığı, Jeoloji Mühendisleri Odası ile düzenleyici kurum tarafından ortaklaşa yapılmalıdır.

4.2.14.11 Teknoloji

- Jeotermal Enerji konusu, Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu toplantılarında gündeme getirilerek elektrik üretim santrali projelerinin yerli kaynaklarla yapılma projesi (MİLJES) çalışması başlatılmalıdır.
- Yerli, yenilenebilir, sürdürülebilir ve entegre yararlanılabilen Jeotermal kaynakların kullanımında; elektrik teknolojisinde yeni teknikler veya geliştirilmiş yeni teknolojilerin kullanılması ve geliştirilmesi, projelerde uygun olduğu durumda entegre kullanımlara yönlendirmeler yapılması, düşük kapasiteli elektrik santralleri (JES) kurulması ve tüm bu uygulamalara devlet tarafından uygulanan teşviklerin artırılması, jeotermal kullanımlarda açığa çıkan CO ve diğer gazların değerlendirilmesi teşvik edilmelidir.
- Jeotermal sistem bazında ortak çalışmalar kurumsal yapı kurularak başlatılmalıdır. Kamu kurum ve kuruluşları ve şirketler kendi bünyelerinde oluşturdukları AR-GE birimleri ile teknik alt yapıyı güçlendirebilir. Teknokentlerdeki şirketler aracılığıyla var olan teşvik ve indirimlerden, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde oluşturulan SANTEZ – KOSGEB - TÜBİTAK, Üniversiteler, ENAR (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı birim) projelerinden de yararlanılması sağlanmalıdır. Petrol Kanununa eklenen AR-GE ve teşvikler ile ilgili maddeler jeotermal uygulamalarda da kullanılması araştırma ve yatırımları hızlandıracak ve teşvik edecektir.
- Bütün dünyada kullanılan jeotermal kaynakların %70’inden fazlası sığ jeotermal kaynaklar diye tanımlanan jeotermal ısı pompaları kullanılarak sağlanmaktadır. Amerika’da üç milyon, Almanya’da dört yüz bin konutun jeotermal ısı pompasıyla ısıtma ve soğutma sistemlerini sağladığı bilinmektedir. Ülkemizde jeotermal ısı pompasının üretimi, kullanımı ve geliştirilmesine ilişkin yasal düzenlemelere ve özellikle tümüyle yerli malzeme ve sanayii ürünlerinin kullanılması nedeniyle teşvik kapsamına alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır.
- Kızgın kuru kaya çalışmaları, TÜBİTAK projeleri çerçevesinde ve kurumlarla şirketlerin AR-GE birimleri tarafından geliştirilmeli ve teşvik edilmelidir.



4.2.14.12 Eğitim

a. Jeoloji mühendisliği bölümlerinin jeotermal kaynak ve doğal mineralli sular konusundaki eğitim süreçlerinin irdelenmesi, termodinamik, rezervuar modellemesi gibi dersler de dahil olmak üzere eğitim süreçlerinde yapılması gerekenler:

- Mevcut eğitim programlarındaki ders içeriklerine jeotermal ile ilgili konuların eklenmesi,
- Jeotermal adı geçen seçmeli derslerin üniversitelerde yaygınlaştırılması,
- Sondaj tekniği, jeofizik yöntemler, hidrojeoloji, yapısal jeoloji, çevre jeolojisi vb. derslerde jeotermal ile ilgili konulara (en az 1 hafta) yer verilmesi,
- Jeotermal ile yakından ilişkili olan “hidrojeokimya, kuyu hidroliği, akışkanlar mekaniği, nümerik analiz, termodinamik vb.” konuların seçmeli ders olarak açılması,
- Jeotermal enerji yüksek lisans programlarının yaygınlaştırılarak “jeotermal hidrojeolojisi, jeotermal jeokimyası, jeotermal jeofiziği, rezervuar modellemesi, jeotermal ve çevre, jeotermal sondaj tekniği, jeotermal pompa teknolojileri, ısı pompaları, jeotermal kaynaklar ve kullanımı, jeotermal prospeksiyon, hidrotermal alterasyon, çatlaklı kaya hidroliği, peloid jeokimyası, havadan termal görüntüleme ve coğrafi bilgi sistemleri, gaz jeokimyası, kaynak yönetimi vb. derslerin bu programlara eklenmesi,

b. Meslek İçi Eğitimlerin Değerlendirilmesi, Eğitim İçerik, Model ve Yaklaşımların Belirlenmesi, Değerlendirilmesi

Jeotermal Kaynakların aranması, işletilmesi, izlenmesi, korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında görev alan teknik personelin büyük bir bölümünün yeterli donanıma sahip olmadığı ve bu nitelikteki personelin kaynaklar ile yatırımcı güveni üzerine olumsuz etkileri gözlenmiştir. Bunun giderilmesi için üniversitelerdeki Jeoloji Mühendisliği eğitiminin jeotermal konularında ders programlarının zenginleştirilmesi, JMO tarafından düzenlenen seminerlerin artırılması, meslek içi eğitimlerin düzenlenmesi, yurt içi-yurt dışı deneyim kazandırma çalışmaları yapılması, sempozyum ve kongrelerin düzenlenmesi ve katılımın sağlanması önemli katkı sağlayacaktır. Bunun için Kamu Kurum ve Kuruluşları ile özel sektör çalışanlarının bu etkinliklere katılımı sağlanmalıdır. Ayrıca;

- Meslek içi eğitim seminerlerinin; “rezervuar modellemesi, jeokimya, alterasyon, sondaj, vb. özel konular için yeterli sürede yapılması ve uygulamalı örnek raporlarla desteklenmesi,
- Denetleyici kurumlarda çalışan personelin eğitimlerinin sağlanması,



- Denetleyici kurumlarda jeoloji mühendislerinin istihdam edilmesinin teşvik edilmesi,
- Meslek içi eğitim seminerlerinin, konusunda uzman ve uygulama süreçleri içerisinde yer alan kişiler tarafından verilmesi,
- Jeotermal ısı pompalarının uygulamasında sertifikasyon eğitiminin sağlanması

yararlı olacaktır.

c. Kaynakların etkin ve verimli kullanımının sağlanması konusunda toplumsal eğitim ve bilgi düzeyinin geliştirilmesi

- Halkın jeotermal konusunda (ısı pompaları da dahil olmak üzere) bilinçlendirilmesine yönelik çalışmalar kapsamında, her türlü tanıtım olanaklarının değerlendirilmesi (Bilgilendirme toplantılarının yapılması, reklam tanıtım broşürleri ve kamu spotlarının oluşturulması, sosyal medyada tanıtım yapılması),
- Toplumsal bilincin artırılması amacıyla jeotermal enerji tanıtımının yapıldığı parkların oluşturulması için belediyelerin, jeotermal şirketlerin ve özel idarelerin teşvik edilmesi,
- Kaynakların ortak kullanılması için su birliklerinde (Örn.Nevşehir altyapı birliği) olduğu gibi jeotermal kaynak kullanım birliklerinin oluşturulması ve denetimlerinin zorunlu hale getirilmesi,

Kaynakların geliştirilmesinde yararlı olacaktır.

d. Kullanılan Kimyasallar ve Araçların Yurt İçinde Üretiminin Sağlanması, Deneysel Çalışmalar İçin Ülke Laboratuvar Altyapısının Geliştirilmesine Yönelik Yapılması Gerekenler.

- Kabuklaşma inhibitörü ve benzeri kimyasalları üreten firmalarla bağlantıya geçilerek uygulamalı eğitimlerle meslek içi eğitim seminerlerine katkı vermelerinin sağlanması,
- Kimyasal analiz laboratuvarına yatırım yapmak isteyen özel sektör yatırımcılarına teknik destek sağlanması; üreticilere ve araştırmacılara uygun fırsat ve olanakların oluşturulması,
- Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından üretici firmalar ile laboratuvar ve danışmanlar arasında koordinasyon desteğinin sağlanması,
- Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından jeotermal araştırmalar için (üretici ve araştırmacılara yönelik) yapılacak çalışmalar, analizler, standartlar ve ilgili yönetmeliklerin toplandığı bir rehber hazırlanması önerilir.

5. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AKKUŞ, İ. ,2015. Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Güncel Durumu / Yaşanan Sorunlar. JMO Haber Bülteni. Sayı:2015/1. S 55-66 Ankara
- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü Envanter Serisi-201. 2005, Ankara
- Akkuş, İ. Enerji Kullanımında Jeotermal Kaynaklar Seçeneği. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni. Sayı:2008/2-3. S.81-85. 2008, Ankara
- Akkuş, İ., Aydoğdu, Ö., Akıllı, H., Gökmenoğlu, O., Sarp, S. Geothermal Energy and Its Economic Dimension in Turkey. World Geothermal Congress 2005. 24-29 April 2005 Antalya-Turkey.
- Akkuş, İ., Aydoğdu, Ö., Türkiye’nin Jeotermal Kaynaklarının Potansiyeli ve Önemi. Jeotermal Enerji ve Yasal Düzenlemeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı. S 48-57, 12-15 Ekim 2006 Ankara.
- Akkuş, İ., Söyleşi. Jeotermal Kaynak Zenginliğimiz. Enerji Dünyası Dergisi. Sayı:48
- Bertani, R., Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report Proceedings World Geothermal Congress 2015
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Enerji Raporu-2013
- EPDK ([epdk.org.tr/elektrik piyasası/lisans](http://epdk.org.tr/elektrik/piyasasi/lisans))
- JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Çalıştay Oturum Notları. 28-29 Haziran 2013. Denizli
- JMO Jeotermal Enerji ve Doğal Mineralli Sular Yasa Tasarısı Hakkında Görüş Oluşturma” Çalıştay. 28-30 Nisan 2006 Bigadiç, Balıkesir
- JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Çalıştay Oturum Notları. 05-06 Aralık 2009, Kızılcahamam
- Lund J. W. and Boyd T. L., 2015. Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review. Proceedings World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia, 19-25 April 2015
- Mertoglu, O., Şimşek, Ş., Başarır, N., Geothermal Country Update Report of Turkey (2010-2015) Proceedings World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia, 19-25 April 2015



- Özbek T., 2015. JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Eğitim Semineri-12 Seminer Notları, 2015, Ankara
- Saraçoğlu E., JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Eğitim Semineri-12 Seminer Notları, 2015, Ankara
- Serpen Ü., VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Jeotermal Enerji Semineri, 8-10 Ekim 2003, İzmir
- T.C Başbakanlık DPT Sekizinci Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu-Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Çalışma Grubu Raporu. Ankara
- TC Başbakanlık DPT Dokuzuncu Kalkınma Planı(2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu-Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Çalışma Grubu Raporu. Ankara
- T.C Başbakanlık DPT Onuncu Kalkınma Planı (2013-2018) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu-Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Çalışma Grubu Raporu. Ankara

