

AHİLER KALKINMA AJANSI
TR71 BÖLGESİ ENERJİ
ARAŞTIRMA VE ANALİZ RAPORU

İçindekiler

<i>İçindekiler</i>	I
<i>Tablolar</i>	III
<i>Grafikler</i>	V
<i>Şekiller</i>	VI
1. YÖNETİCİ ÖZETİ.....	1
2. GİRİŞ	2
3. AMAÇ VE KAPSAM	5
4. RAPOR HAZIRLIK SÜRECİ, KATILIMCILIK VE ÇALIŞMA YÖNTEMİ.....	6
5. BÖLGEYE GENEL BAKIŞ	6
5.1. Enerji Sektörü.....	6
5.2. Enerji Mevzuatı, Lisanslama ve Teşvikler	7
5.3. Birincil Enerji Kaynakları	10
5.3.1. Kömür.....	11
5.3.2. Petrol	25
5.3.3. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)	28
5.3.4. Su.....	31
5.3.5. Doğalgaz.....	34
5.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	44
5.4.1. Güneş Enerjisi	45
5.4.2. Rüzgar Enerjisi	50
5.4.3. Jeotermal Enerji.....	60
5.4.4. Hidrojen.....	67
5.5. Enerji Potansiyelleri	71
5.5.1. Hidroelektrik (HES)	71
5.5.2. Biyoyakıt, Biyokütle ve Çöpgazı	75
5.5.3. Nükleer Enerji	80
5.5.4. Kaya Gazı (Şeyl Gazı).....	88
6. ENERJİ ÜRETİM, TÜKETİM VE DAĞITIM VERİLERİ.....	94
6.1. Kayıp Kaçak Oranları.....	94

6.2.	Enerji Maliyetlerinin Yıllara Göre Değişimi	95
7.	ENERJİ ALTYAPISI	96
8.	BÖLGEDEKİ MEVCUT VE PLANLANAN ENERJİ YATIRIMLARI	98
9.	ENERJİ VERİMLİLİĞİ	100
10.	GZFT ANALİZİ	103
11.	2014- 2023 YILLARI VE SONRASINA YÖNELİK HEDEF VE STRATEJİLER	105
12.	EYLEM VE YATIRIM ÖNERİLERİ	107
13.	DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	107

Tablolar

Tablo 2.1. Yıllara Göre Enerji İthalatının Toplam İthalattaki Payı	3
Tablo 2.2. Türkiye'nin 2012 Yılı İtibarı ile Toplam Elektrik Üretim Kapasitesi ve Kaynaklara Göre Dağılımı.....	4
Tablo 5.1. 2011 Yılı Dünya Enerji Tüketiminin Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (MTEP)	6
Tablo 5.2. 2011 Yılı Ülkemizin Enerji Tüketiminin Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (MTEP).....	7
Tablo 5.3. I Sayılı Cetvel	9
Tablo 5.4. II Sayılı Cetvel	10
Tablo 5.5. Uluslararası Genel Kömür Sınıflandırması.....	11
Tablo 5.6. Genel Sınıflandırmada Yer Alan Kömürlerin Tanıtıcı Özellikleri	12
Tablo 5.7. En Fazla Kömür Rezervine Sahip Ülkeler ve Rezervlerinin Tükenme Ömürleri ..	13
Tablo 5.8. Dünya Kömür Rezervinin Bölgelere Göre Dağılımı ve Tükenme Ömürler	13
Tablo 5.9. Türkiye'deki Taşkömürü Rezervleri (Bin Ton).....	14
Tablo 5.10. 2012 İtibarıyla Kurumlara Ait Linyit Rezervleri (Milyon Ton)	14
Tablo 5.11. 2012 Yılı Türkiye, Kamu Sektörü (EÜAŞ, TKİ, MTA) Linyit Rezervleri	15
Tablo 5.12. 2011 Yılı Türkiye Özel Sektör Linyit Rezervleri	16
Tablo 5.13. Dünya Kömür Üretimi (Bin Ton)	18
Tablo 5.14. Yıllara Göre En Fazla Kömür Üreten Ülkeler	19
Tablo 5.15. Yıllık Dünya Kömür Üretiminin Bölgelere Göre Dağılımı	19
Tablo 5.16. 2001-2011 Yılları Türkiye Taşkömürü ve Linyit Üretimi	20
Tablo 5.17. 2012-2020 Yılları Türkiye Taşkömürü ve Linyit Üretimi Projeksiyonu.....	20
Tablo 5.18. Yıllara Göre En Fazla Kömür Tüketen Ülkeler	21
Tablo 5.19. Yıllık Dünya Kömür Tüketiminin Bölgelere Göre Dağılımı.....	21
Tablo 5.20. 2001-2011 Yılları Arası Türkiye Kömür Tüketimi (Bin Ton).....	22
Tablo 5.21. 2012-2020 Yılları Türkiye Taşkömürü ve Linyit Talep Projeksiyonu	22
Tablo 5.22. Havzalara Göre 2012 Yılı Türkiye Üretilbilir Kömür Rezervleri ve Santral Potansiyeli	24
Tablo 5.23. 2011 Yılı Türkiye Kömür Rezervleriyle Yapılabilecek İlave Santrallar, Yaratılacak İstihdam, Net Yakıt Maliyeti, Üretilecek Elektrik ve D.Gaz Eşdeğeri.....	25
Tablo 5.24. Dünyadaki Toplam Petrol Rezervi ve Bölgelere Dağılımı	26
Tablo 5.25. Dünyadaki Toplam Petrol Üretimi ve Bölgelere Dağılımı	26
Tablo 5.26. Dünyadaki Toplam Petrol Tüketimi ve Bölgelere Dağılımı.....	27
Tablo 5.27. Türkiye'nin Petrol Rezervi	27
Tablo 5.28. Türkiye'nin 2011 Yılı Petrol Ürünleri İthalat Kalemleri.....	27
Tablo 5.29. Türkiye'nin Yıllara Göre Ham Petrol Üretimi, İthalatı ve Tüketimi	28
Tablo 5.30. Dünya da (ilk 10) ve Türkiye' de LPG Üretimi (2010 Yılı)	29
Tablo 5.31. Dünya da (ilk 10) ve Türkiye' de LPG Tüketimi (2010 Yılı)	29
Tablo 5.32. Türkiye 2012 Yılı LPG Üretiminin Rafinerilere Göre Dağılımı	30
Tablo 5.33. Türkiye'de Yıllara ve Sektörlere Göre LPG Tüketimi	30
Tablo 5.34. LPG Satışlarının İllere Göre Dağılımı (2012)	30
Tablo 5.35. Bölgelere Göre Dünya Doğalgaz Rezerv Dağılımı (2011 Sonu).....	36
Tablo 5.36. Yıllara ve Bölgelere Göre Dünya Doğalgaz Üretimi (MTEP)	36
Tablo 5.37. Yıllara ve Bölgelere Göre Dünya Doğalgaz Tüketimi (MTEP)	37
Tablo 5.38. Yıllara Göre Türkiye'nin Doğalgaz Satın Aldığı Ülkeler ve Satın Alınan Miktarlar (Milyar Metreküp).....	39

Tablo 5.39. 2012 Yılı İtibariyle Kırşehir İlinde Doğalgaz Abone Sayılarının Sektörel Dağılımı.....	41
Tablo 5.40. 2012 Yılı İtibariyle Kırşehir İlinde Doğalgaz Tüketim Miktarı	41
Tablo 5.41. 2012 Yılı İtibariyle Kırıkkale İlinde Doğalgaz Abone Sayılarının Sektörel Dağılımı.....	41
Tablo 5.42. 2012 Yılı İtibariyle Kırıkkale İli Abone Sayısı ve Tüketim Miktarı	42
Tablo 5.43. Nevşehir İlinde Doğal Gaz Abone Sayısı, BBS, 2008-2012	42
Tablo 5.44. Nevşehir İlinde Kullanım Yerlerine Göre Doğalgaz Tüketimi (m ³) (2008-2012)	42
Tablo 5.45. Niğde İlinde Doğal Gaz Abone Sayısı, BBS (2006-2012)	43
Tablo 5.46. Niğde İlinde Kullanım Yerlerine Göre Doğalgaz Tüketimi (m ³) (2006-2012)	43
Tablo 5.47. TR71 Bölge İlleri ve Türkiye'ye Ait Günlük Ortalama Global Radyasyon ve Günlük Ortalama Güneşlenme Süreleri	47
Tablo 5.48. TR71 Bölgesi Sınırları İçerisinde Güneş Tarlası Kurulumu İçin Lisans Verilecek Bölgeler ve Öngörülen Toplam Kurulu Güç	50
Tablo 5.49. Ülkelerin Rüzgar Kurulu Gücü ve Toplama Göre Yüzdeleri	53
Tablo 5.50. Türkiye'de İşletme Halindeki Rüzgar Enerjisi Santralleri.....	56
Tablo 5.51. TR71 İllerine Kurulabilecek Rüzgar Enerjisi Santrali Güç Kapasitesi.....	57
Tablo 5.52. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları ve Kullanım Sıcaklık Değerleri	61
Tablo 5.53. Türkiye'de Elektrik Üretimi Yapılan Jeotermal Saha Sıcaklıkları (Mart 2012) ...	65
Tablo 5.54. Jeotermal Enerji ile Bölgesel Isıtma Yapılan Yerler	65
Tablo 5.55. Kırşehir'deki Jeotermal Alanlarda Açılan Kuyular ve Özellikleri	67
Tablo 5.56. Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	71
Tablo 5.57. Dünya Hidroelektrik Enerji Tüketimi	72
Tablo 5.58. Türkiye Hidroelektrik Enerji Tüketimi	72
Tablo 5.59. TR71 Bölgesindeki Hidroelektrik Santraller	74
Tablo 5.60. Dünya Biyoyakıt Üretimi (Milyon TEP)	76
Tablo 5.61. Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimleri ve Biyogazdaki Metan Miktarları.....	79
Tablo 5.62. 2012 ve 2013 Yılı İlk Dört Ayı İtibariyle Kurulan Biyokütle Enerji Santralleri..	80
Tablo 5.63. Dünyada Kurulum Aşamasındaki Nükleer Reaktör Sayıları ve Kurulu Güç Miktarları.....	84
Tablo 5.64. Nükleer Enerji Kullanan Ülkelerdeki Kullanımdaki, Kurulum Aşamasındaki, Kurulması Planlanan ve Kurulması Hedeflenen Reaktör Sayıları	85
Tablo 5.65. Ülkelerin Toryum Rezervleri	88
Tablo 5.66. Kaya Gazı, Doğalgaz Rezervleri ile Rezerve Sahip Ülkelerin Yıllık Doğalgaz Üretim ve Tüketim Oranları (2009)	90
Tablo 5.67. Ereğli-Bor Havzası Petrollü Şeyl Potansiyel Rezervinin Dünya Petrollü Şeyl Rezervleri ile Karşılaştırılması.....	93

Grafikler

Grafik 2.1. Yıllara Göre Türkiye'nin Enerji İthalatı	2
Grafik 2.2. Yıllara Göre Türkiye'nin Cari Açığı	2
Grafik 2.3. Yıllara Göre Türkiye'nin İthalat Rakamları	3
Grafik 2.4. Türkiye'de Elektrik Üretiminde Kullanılan Enerji Kaynakları	4
Grafik 5.1. Yıllara Göre Enerjide Dışa Bağımlılık Oranı	23
Grafik 5.2. Dünyada Doğalgazın Sektörel Kullanım Oranları	38
Grafik 5.3. Türkiye'nin Yıllara Göre Doğalgaz Üretimi	39
Grafik 5.4. Türkiye'nin Doğalgaz Satın Aldığı Ülkeler ve Oranları	39
Grafik 5.5. Türkiye'nin Sektörel Doğalgaz Tüketim Oranları	40
Grafik 5.6. Yıllara Göre Atmosferdeki Karbondioksit Oranları	44
Grafik 5.7. Yıllara Göre Global Kümülatif Güneş Paneli Kurulu Gücü ve Kurulu Olduğu Ülkeler	45
Grafik 5.8. Küresel Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü (1996-2012)	52
Grafik 5.9. Aralık-2012 İtibariyle Dünyada Kümülatif Kapasite Açısından İlk On Ülke	52
Grafik 5.10. Türkiye Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Kurulu Güç Bakımından Toplam Dağılımı	54
Grafik 5.11. İşletmedeki Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Bölgelere Göre Dağılımı	54
Grafik 5.15. Yıllara Göre Dünyada Jeotermal Kurulu Güç Kapasiteleri	62
Grafik 5.13. Türkiye'de Jeotermal Enerji Kurulu Gücünün Yıllara Göre Dağılımı	64
Grafik 5.14. Açılan Jeotermal Kaynak Arama Sondajlarının Yıllara Göre Dağılımı	64
Grafik 5.15. 2020 Yılına Kadar Bazı Araçlarda Kullanılmak Üzere Tahmin Edilen Hidrojen Talebi	68
Grafik 5.16. Yıllara Göre Hidrojen ile Çalışan Araç Sayısı ve Buna Bağlı Olarak Oluşacak Hidrojen İhtiyacı	69
Grafik 5.17. ABD'de Bölgelere Göre Hidrojen Talebinin 2050 Yılına Kadar Tahmini	69
Grafik 5.18. Nükleer Enerjiye Sahip Olan Ülkelerin 2012 Yılında Ürettikleri Enerji Miktarı	83
Grafik 5.19. Nükleer Teknolojiye Sahip Olan Ülkelerdeki Reaktör Sayısı	83
Grafik 5.20. Dünyadaki Bazı Ülkelerdeki Kurulum Aşamasındaki ve Kurulumu Planlanan Reaktör Sayıları	85
Grafik 5.21. Nükleer Teknolojiye Sahip Ülkelerin Tükettikleri Enerjideki Nükleer Enerji Payı	87
Grafik 5.22. ABD Doğalgaz İhtiyacının Kaynaklara Göre Karşılanma Oranı (1990-2040 İzdüşümü)	89

Şekiller

Şekil 5.1. Önemli Kömür Sahaları ve Potansiyel Kullanım Alanları.....	17
Şekil 5.2. Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Tarafından 2005 Yılından Sonra İlave Edilen Kömür Rezervleri ve Sahaları.....	18
Şekil 5.3. Enerji-Su-Gıda İlişkisi	31
Şekil 5.4. (a) Dünya Su Durumu (b) Tatlı Su Kaynaklarının Kullanımının Dağılımı	32
Şekil 5.5. Dünya Tatlı Su Miktarının Dağılımı	32
Şekil 5.6. Kıtalar Göre Yağış Miktarı	33
Şekil 5.7. Türkiye’de Irmaklar ve Diğer Su Kaynakları	34
Şekil 5.8. Doğalgaz Rezerv, Üretim ve Tüketiminin Kıtalar Göre Dağılımı	35
Şekil 5.9. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası	46
Şekil 5.10. EPDK Tarafından Belirlenen Güneş Tarlaları Kurulabilecek Muhtemel Bölgeler (Güneş Radyasyonu Değeri 1.650 kWh/m ² -yıl’dan büyük alanlar seçilmiştir).....	47
Şekil 5.11. Nevşehir İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası.....	48
Şekil 5.12. Niğde İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası	48
Şekil 5.13. Aksaray İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası	49
Şekil 5.14. Kırşehir İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası	49
Şekil 5.15. Kırıkkale İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası	50
Şekil 5.16. Türkiye’de 30 m Yükseklikte Rüzgar Hızı Dağılımları.....	55
Şekil 5.17. Türkiye’de 30 m Yükseklikte Rüzgar Hızı Dağılımları.....	55
Şekil 5.18. TR71 İllerinde 50 m Yükseklikte Ortalama Rüzgar Hızları	59
Şekil 5.19. TR71 İllerinde Rüzgar Enerjisi Santrali Kurulabilecek Alanlar (Gri Bölgeler Santral Kurulamaz Alanlar)	59
Şekil 5.20. Dünyadaki Jeotermal Enerji Bakımından Zengin Ülkeler	60
Şekil 5.21. Dünyada Jeotermal Enerjiyi En Çok Kullanan Ülkeler ve Bu Ülkelerin Sahip Oldukları Kurulu Güçler	62
Şekil 5.22. Dünyada Jeotermal Enerjiyi En Çok Kullanan Ülkeler ve Bu Ülkelerin Sahip Oldukları Kurulu Güçler	63
Şekil 5.23. Hidrojen Enerjisinin Yıllara Göre Tahmin Edilen Gelişme Senaryosu	68
Şekil 5.24. Almanya’da hidrojen yakıt istasyonlarının yıllara göre yer ve sayı tahminleri.....	70
Şekil 5.25. TR71 Bölgesini Kapsayan Havzalar	73
Şekil 5.26. Biyokütle Kaynakları	75
Şekil 5.27. Odundan Elektrik Üreten Jeneratör.....	77
Şekil 5.28. İlci Çiçekdağı Biyogaz Üretim Tesisi (Kırşehir)	78
Şekil 5.29. Bazı Biyokütle Santralleri	79
Şekil 5.30. Dünyadaki Ülkelerin Nükleer Enerjiye Olan Pozisyonları.....	82
Şekil 5.31. Türkiye Mevcut Kaya Gazı Rezerv Haritası	91
Şekil 5.32. Dünya Kaya Gazı Rezervine Sahip 48 Ana Ülke	91
Şekil 5.33. Türkiye Kaya Gazı Havzalarının Detaylı Görünümü	92
Şekil 5.34. Konya-Niğde Neojen Havzası Uydu Görüntüsü ve Jeoloji Haritası.....	93
Şekil 5.35. Konya-Niğde Neojen havzasında yapılan çalışmalarda a) sondaj çamuru ile birlikte çıkan petrol, b) petrolü karot örneği, c) kimyasal eritici ile çözündürülmüş petrol ...	94

1. YÖNETİCİ ÖZETİ

Rapor kapsamında yapılan çalışmalarda dünyada, ülkemizde ve TR71 bölgesinde enerji konusunda yaşanan gelişmeler incelenmiş, yaşanan sorunlar irdelenerek ülkemize ve bölgemize olan yansımaları üzerinde durulmuştur. Hızla artan dünya nüfusu, enerji ihtiyacı katlanarak büyüyen yeni küresel aktörler (Çin, Hindistan, Rusya, Brezilya vb.) ayrıca bölgesel çatışmalar ve istikrarsızlıklar petrol fiyatlarını sürekli olarak yüksek seviyelerde tutmuştur. Bu durum hızla gelişmekte olan ancak enerjisinin % 70'den fazlasını ithal etmek zorunda kalan ülkemizin enerji politikalarını zorlaştırmıştır. Enerji tasarrufu, enerji verimliliği, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, mevcut yerli kaynakların bir an önce kullanıma alınması, enerji planlaması ve yönetiminin etkinleştirilmesi, enerji alanında Ar-Ge çalışmalarının daha fazla desteklenmesi ve enerji sektörü ile ilgili bilgilerin bilimsel metotlarla güncellenmesi ülkemizin enerji alanındaki en önemli öncelikleri olarak ön plana çıkmaktadır.

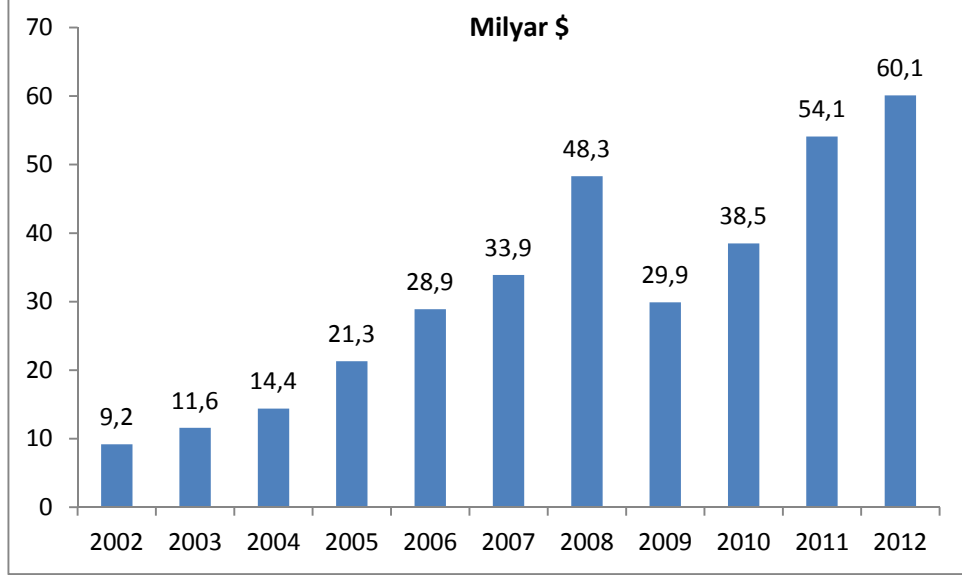
Ülke genelinden bölgemize odaklanılarak yapılan araştırmalardan ve illerde (Niğde, Nevşehir, Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir) yapılan çalıştaylardan, bölgemizde enerji konusunda yeterli duyarlılığın mevcut olduğu ancak kaynakların işletilmesi konusunda sıkıntılar yaşandığı anlaşılmıştır. Bu sıkıntıların temel nedeni olarak enerji kaynaklarına ve özellikle de yenilenebilir enerji kaynaklarına (güneş, rüzgar, jeotermal) ilişkin mevcut potansiyelin gerçek manada bilinmemesi, mevcut destek ve lisanslama mekanizmasına ilişkin bilgi eksikliği ve mevzuatın işletilmesi konusunda yaşanan sıkıntılar göze çarpmaktadır.

Çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler ışığında bölgemizde ve ülkemizde enerji konusunda dikkate alınması ve çözüm üretilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:

- i. Enerji altyapısının geliştirilmesi, bu bağlamda iletim hatlarının, hidroelektrik, kömür ve doğalgaz santrallerinin iyileştirilmesi ve modernize edilmesi
- ii. Elektrik üretiminde, doğalgaz payının azaltılması için acil olarak yerli kömür kaynaklarına yönelilmesi
- iii. Nükleer santral kurulumunda hızlı ve kararlı olunması
- iv. Yerli enerji kaynaklarına ilişkin detaylı fizibilite çalışmaları yapılması
- v. Yenilenebilir enerji konusunda daha istekli ve kararlı olunması ve teşvik kapsamının genişletilerek içeriğinin iyileştirilmesi
- vi. Güneş, rüzgar ve jeotermal enerjisi gibi yenilenebilir enerji potansiyellerinin doğru ve etkin bir şekilde belirlenmesi
- vii. Enerji yatırımları ile ilgili mevzuatların ve prosedürlerin kolay ve anlaşılır bir hale getirilmesi
- viii. Her ilin enerji kaynakları (kömür, petrol, doğalgaz, güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal ve biyoyakıt) ve yatırım potansiyeli ile ilgili detaylı çalışmaların yapılarak raporlar ve yatırımcı el kitapçıklarının Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanması
- ix. Enerji verimliliği ve tasarrufu konusunda mevcut mevzuatın titizlikle ve hassasiyetle uygulanması ve geliştirilmesi
- x. Enerji ile ilgili Ar-Ge çalışmalarının yaygınlaştırılıp, üniversite-sanayi işbirliğinin etkin hale getirilerek ülkemize özgü çözüm ve teknolojilerin geliştirilmesi

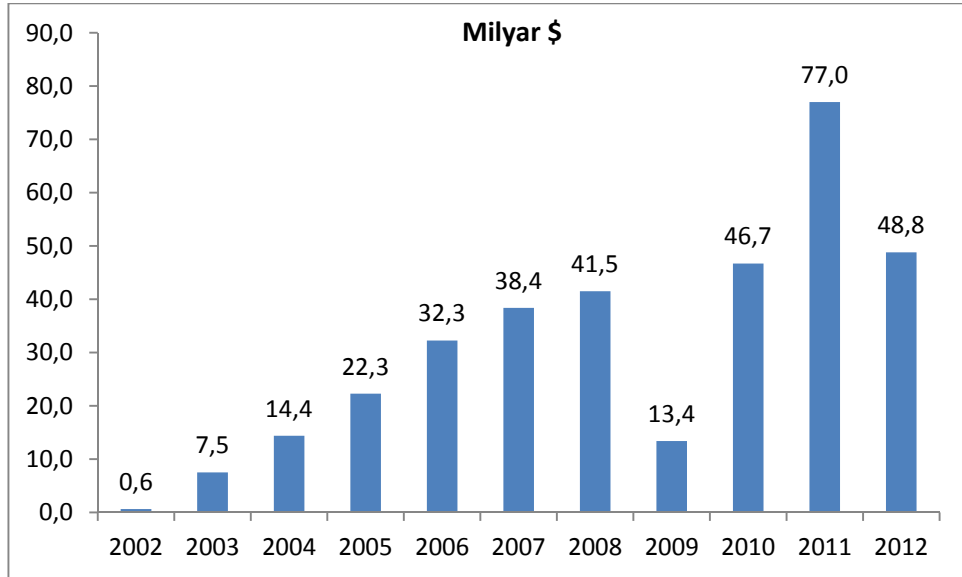
2. GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizin gösterdiği baş döndürücü büyümeye bağlı olarak enerji talebi de hızla artmaktadır. Türkiye OECD ülkeleri arasında enerji talep artışındaki performansı ile ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'nin yıllara göre enerji ithalatı Grafik 2.1'de verilmiştir.



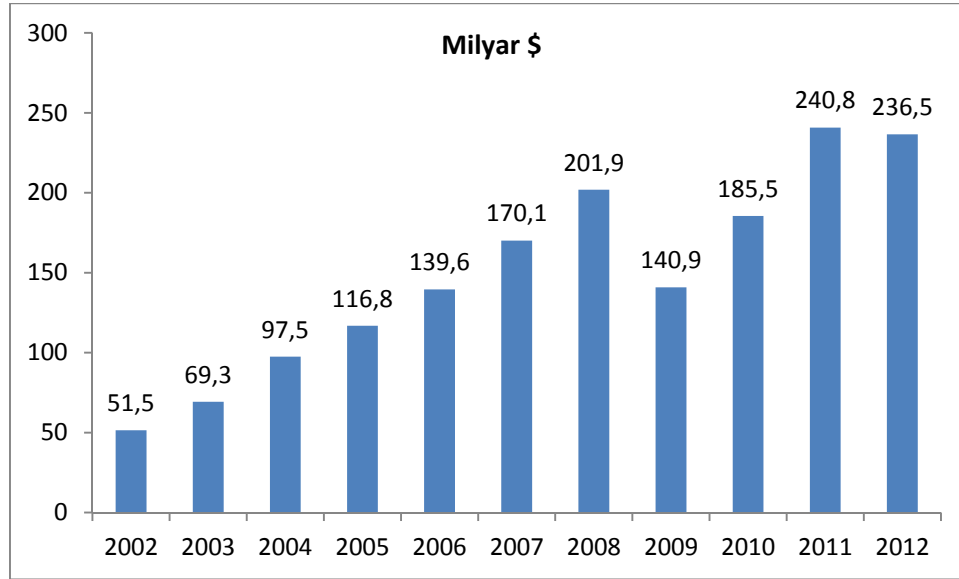
Grafik 2.1. Yıllara Göre Türkiye'nin Enerji İthalatı
Kaynak: TÜİK

Ne yazık ki talepteki bu artışı yerli kaynaklardan sağlama imkânı olmadığı için ihracatın yaklaşık olarak % 40'ı enerji ithalatını karşılamada kullanılmaktadır. Enerji alanındaki bu dışa bağımlılık sürdürülebilir enerji politikaları geliştirmeyi oldukça güçleştirmekte ve ekonomimizin yumuşak karnı olan cari açığın en önemli sebeplerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizin son on yıllık cari açık verileri Grafik 2.2'de verilmiştir.



Grafik 2.2. Yıllara Göre Türkiye'nin Cari Açığı
Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB)

Grafik 2.3'de Türkiye'nin yıllara göre ithalat rakamları görülmektedir. Tablo 2.1'de ise enerji ithalatının, toplam ithalattaki payı son on yıl için sıralanmıştır. Bu tablo incelendiğinde 2012 yılında yapılan enerji ithalatının, toplam ithalatın % 25'ine tekabül ettiği görülmektedir.



Grafik 2.3. Yıllara Göre Türkiye'nin İthalat Rakamları

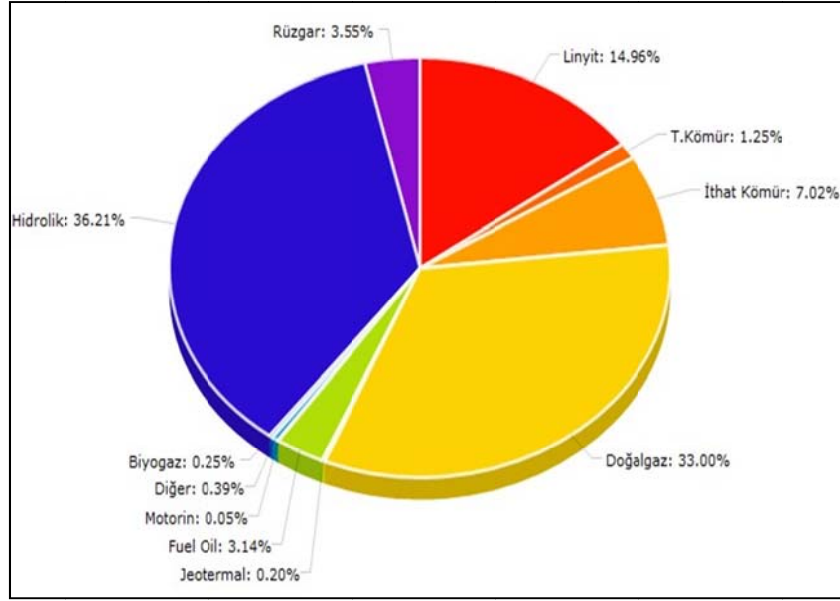
Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

Tablo 2.1. Yıllara Göre Enerji İthalatının Toplam İthalattaki Payı

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Toplam İthalat (Milyar \$)	69,3	97,54	116,8	139,6	170,1	201,9	140,9	185,5	240,8	236,5
Enerji İthalatı (Milyar \$)	11,6	14,4	21,3	28,9	33,9	48,3	29,9	38,5	54,1	60,1
Pay	%17	%15	%18	%21	%20	%24	%21	%21	%23	%25

Kaynak: TÜİK

Enerjideki bu dışa bağımlılık hiç şüphesiz ki stratejik ve ekonomik bir zafiyettir. Bu durumun giderilmesi için yerli enerji kaynaklarına ilişkin potansiyelin belirlenerek bir an önce kullanıma sokulması oldukça büyük önem arz etmektedir. Türkiye'de elektrik üretiminde kullanılan enerji kaynaklarına ilişkin istatistik Grafik 2.4'de verilmiştir.



Grafik 2.4. Türkiye'de Elektrik Üretiminde Kullanılan Enerji Kaynakları

Kaynak: <http://enerjiensitüsü.com/>

2012 yılı itibarı ile toplam elektrik üretim kapasitesi ve enerji kaynaklarına göre dağılımı Tablo 2.2'de verilmiştir. Toplam 55.315 MW'lık kurulu gücün yaklaşık % 36'sını hidroelektrik santralleri (HES) oluşturmaktadır. Termik santrallerde yakıt olarak kullanılan ve elektrik üretimi açısından önemli bir yere sahip olduğu görülen doğalgaz % 33 ile hidrolik enerji takip etmektedir. Bu üretim yelpazesi içinde yenilenebilir enerji olarak adlandırılan rüzgar, biyogaz ve jeotermal kaynaklarının yok denecek kadar az katkısı olduğu açıkça görülmektedir.

Tablo 2.2. Türkiye'nin 2012 Yılı İtibarı ile Toplam Elektrik Üretim Kapasitesi ve Kaynaklara Göre Dağılımı

Kaynak	Doğalgaz	Hidrolik	Kömür	Rüzgar	Fuel Oil	Jeotermal	Motorin	Biyogaz	Diğer	TOPLAM
Üretim Miktarı (MW)	18.252	20.027	12.847	1.965	1.737	109	26	138	214	55.315

Kaynak: <http://enerjiensitüsü.com/>

On yıl içerisinde ülkemizin elektrik üretim ve tüketim kapasitesi yaklaşık olarak ikiye katlanmıştır.¹ Yukarıdaki verilerden de görüleceği gibi ülkemizde elektrik üretimi için en çok kullanılan ikinci kaynak tamamen dışa bağımlı olduğumuz doğalgazdır. Dünyadaki enerji talep artışının % 71'ini gerçekleştiren Çin'de ise doğalgazın elektrik üretimindeki payı sadece % 3 civarındadır. Çin'de elektrik üretiminde % 65 gibi bir payla çoğunu yerli kaynaklardan sağladığı kömür ilk sırada gelmektedir.² Ülkemizin de mevcut yerli kaynakları en verimli şekilde kullanarak dışa bağımlılığını azaltması, ülke kalkınması ve sürdürülebilir enerji politikaları açısından büyük önem arz etmektedir.

¹ Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı

² BP Statistical Review of World Energy, June 2012

3. AMAÇ VE KAPSAM

Bu raporla 2014-2018 yıllarına ait TR71 Bölge Planına temel oluşturmak amacıyla TR71 Düzey 2 bölgesinde (Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir ve Niğde illeri) enerji kaynaklarının mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri, yapılan çalışmalar ile 2014-2018 yıllarına ait hedefler ve stratejilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Raporda dünyada ve Türkiye'de enerji sektörünün genel durumu, gelişimi ve sorunları ele alınmıştır. TR71 bölgesine ilişkin ise üretim, tüketim ve kaynak analizleri yapılarak bölgede enerji sektörünün geleceği ve hangi kaynaklara odaklanması gerektiği sorularına cevap aranmıştır.

4. RAPOR HAZIRLIK SÜRECİ, KATILIMCILIK VE ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Rapor hazırlık sürecine dünyada enerji üretimi, tüketimi ve ülkemizin yeri konusunda bilgilere ulaşabilmek için OECD, Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği ve özel sektördeki firmalar (BP, Shell vb.) tarafından hazırlanmış raporların incelenmesi ile başlanmıştır. Daha sonra TR71 Düzey 2 Bölgesine ilişkin birincil kaynaktan verilere ulaşılması için DPT, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Türkiye Elektrik İletim A.Ş., yerel elektrik ve doğalgaz dağıtım şirketlerinin yayınladıkları raporlara, değerlendirmelere ve istatistiksel verilere ulaşılarak bölgenin enerji kaynakları ve enerji tüketim karakteristikleri konusunda detaylı bilgi elde edilmiştir. TR71 bölgesindeki illerin her birisinde çalıştaylar düzenlenmiş ve bu çalıştaylara illerdeki konu ile ilgili akademisyenler, firmalar, sanayi ve ticaret odaları, yerel elektrik ve doğalgaz dağıtım firmaları çağırılmış ve bu kurumlarda mevcut istatistiksel bilgilerin, raporların ve incelemelerin paylaşılması sağlanmıştır. Yukarıda bahsedilen çalışmalardan sonra elde edilen veriler değerlendirilmiş, yorumlanmış ve çıktılara göre bir strateji ve eylem planı önerilmiştir. Raporun hazırlanması sırasında bölgedeki tüm tarafların katkı ve desteği alınarak katılımcı bir yaklaşım izlenmiştir.

5. BÖLGEYE GENEL BAKIŞ

5.1. Enerji Sektörü

Ülkelerin kalkınmasında önemli bir yere sahip olan enerji, dünyanın en önemli sektörlerinden biri ve dünyada yaşanan birçok bölgesel çatışmanın en önemli sebeplerindendir. Dünyada enerji talebi 2011 yılında % 2,5 artmışken bu artış 2010 yılında % 5,1 olarak gerçekleşmiştir.³ Talep artışındaki azalmanın en önemli sebebi Avrupa'da devam etmekte olan ekonomik krizdir. Enerji talebindeki artışın tamamı ise gelişmekte olan ülkelere kaynaklanmaktadır. Enerji talebinde OECD ülkelerinde yaşanan daralma son dört yıldır devam etmektedir. Arap baharı ile birlikte yaşanan kaos dolayısıyla Libya'daki üretimin durmasından kaynaklanan azalış, Körfez ülkelerinin sağladığı ekstra üretimle karşılanmaya çalışılmıştır. Bu nedenle Suudi Arabistan'ın petrol üretimi 2012 yılında rekor seviyelere ulaşmıştır. 2011 yılı itibarı ile dünyanın birincil enerji tüketimi 12.274,6 MTEP (milyon ton eşdeğer petrol)'e ulaşmıştır. Dünya'daki enerji kaynağı çeşitlerine göre tüketim değerleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. 2011 Yılı Dünya Enerji Tüketiminin Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (MTEP)

Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer	Hidroelektrik	Yenilenebilir	Toplam
4.059,1	2.905,6	3.724,3	599,3	791,5	194,8	12.274,6
% 33,07	% 23,67	% 30,34	% 4,88	% 6,45	% 1,59	% 100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Enerji sektöründe son yıllarda yaşanan en önemli gelişmelerden biri dünya enerji tüketimine ilişkin ağırlık merkezinin OECD ülkelerinden, gelişmekte olan ülkelere ve özellikle Asya'ya kaymasıdır. Fosil yakıtların enerji sektöründeki ağırlığı % 87 gibi bir oran ile devam etmektedir. Fosil yakıtlar arasında petrolün tartışmasız üstünlüğü devam etmekle birlikte son 12 yıldır toplam kullanımdaki payı sürekli azalmaktadır. 2011 yılı itibarı ile küresel enerji

³ BP Statistical Review of World Energy, June 2012

tüketiminde petrolün payı % 33,1'dir. Petrol fiyatlarında yaşanan yükseliş, başka bir fosil yakıt türü olan kömüre olan talebi arttırmıştır.

Enerji sektörü ile ilgili tahminlere göre hâlihazırda tükettiği enerjinin % 20'sini ithal eden Amerika Birleşik Devletleri'nin, 2020 yılında dünyanın en büyük petrol üreticisi konumuna yükselmesi beklenmektedir. Bu durum petrole ilişkin bütün stratejik ve ekonomik projeksiyonları etkileyecek niteliktedir. 2035 yılına kadar olan dönemde dünya enerji talebinin % 33 oranında artış göstereceği tahmin edilmektedir. Bu artışın % 60'dan fazlasının Çin, Hindistan ve Ortadoğu ülkelerinden kaynaklanacağı ön görülmektedir.⁴

Ülkemizin 2011 yılı itibarı ile toplam enerji tüketimi 118,8 MTEP olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam bir önceki yıla göre % 9,2'lik bir artışa tekabül etmektedir. Aynı dönemde OECD tüketim payı % 0,8, Avrupa Birliği ortalaması ise % 3,1 gerilemiştir. 2011 yılında ülkemizin enerji tüketiminin enerji kaynağı çeşitlerine göre dağılımı Tablo 5.2'de verilmiştir.⁵ Ülkemiz üretilen toplam küresel birincil enerjinin yaklaşık % 1'ini tüketmektedir. Ülkemiz bu pay ile dünyada birincil enerji kaynakları tüketiminde 21. sıradadır.

Tablo 5.2. 2011 Yılı Ülkemizin Enerji Tüketiminin Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (MTEP)

Petrol	Doğal Gaz	Kömür	Nükleer	Hidroelektrik	Yenilenebilir	Toplam
32	41,20	32,40	-	11,80	1,30	118,80
% 26,94	% 34,68	% 27,27	%0	% 9,93	% 1,18	%100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

2023 yılında Ülkemizin toplam elektrik tüketiminin 500 milyar kWh olacağı tahmin edilmektedir. Talebin karşılanabilmesi için 2023 yılı itibarı ile ülkemizin toplam kurulu gücünün 100 GW olması ve bu kurulu güce ulaşmak için her yıl ortalama 5 milyar dolarlık yatırım yapılması gerekmektedir.⁶

5.2. Enerji Mevzuatı, Lisanslama ve Teşvikler

Günümüzde enerjinin sürdürülebilir, etkin, ucuz ve çevreye uyumlu bir şekilde üretimi önemli bir konu olup, gerek dünya gerekse Avrupa Birliği perspektifinde ülkemiz için bu konuyla ilgili politikalarının oluşturulması ayrı bir önem taşımaktadır. Ülkemizde enerji konusunda oluşturulan kanunlar, Elektrik Piyasası Kanunu, Doğal Gaz Piyasası Kanunu, Petrol Piyasası Kanunu, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları Kanunu, Enerji Verimliliği Kanunu, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun şeklinde sıralanabilir.⁷

6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu; elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel

⁴ IEA, World Energy Outlook 2012, Executive Summary

⁵ BP Statistical Review of World Energy, June 2012

⁶ Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı

⁷ <http://www.epdk.gov.tr/>

hukuk hükümlerine göre faaliyet gösteren, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin yapılmasının sağlanmasını amaçlamaktadır. Bu Kanun; elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, toptan veya perakende satışı, ithalat ve ihracatı, piyasa işletimi ile bu faaliyetlerle ilişkili tüm gerçek ve tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerini kapsamaktadır.

5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir. Bu kanun yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır.

4646 Sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu; doğal gazın kaliteli, sürekli, ucuz, rekabete dayalı esaslar çerçevesinde çevreye zarar vermeyecek şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, doğal gaz piyasasının serbestleştirilerek mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir doğal gaz piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasını amaçlamaktadır. Bu Kanun; doğal gazın ithali, iletimi, dağıtımı, depolanması, pazarlanması, ticareti ve ihracatı ile bu faaliyetlere ilişkin tüm gerçek ve tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerini kapsamaktadır.

5015 Petrol Piyasası Kanunu; yurtiçi ve yurtdışı kaynaklardan temin olunan petrolün doğrudan veya işlenerek güvenli ve ekonomik olarak rekabet ortamı içerisinde kullanıcılara sunumuna ilişkin piyasa faaliyetlerinin şeffaf, eşitlikçi ve istikrarlı biçimde sürdürülmesi için yönlendirme, gözetim ve denetim faaliyetlerinin düzenlenmesini amaçlamaktadır. Bu Kanun; petrole ilişkin piyasaların sağlıklı ve düzenli işlemelerinin sağlanmasına ve geliştirilmesine yönelik; düzenleme, yönlendirme, gözetim ve denetim işlemlerini kapsamaktadır.

5307 Sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları Kanunun amacı, yurtiçi ve yurtdışı kaynaklardan temin edilen sıvılaştırılmış petrol gazlarının güvenli ve ekonomik olarak rekabet ortamı içerisinde kullanıcılara sunumuna ilişkin piyasa faaliyetlerinin şeffaf, eşitlikçi ve istikrarlı biçimde sürdürülmesi için gerekli düzenleme, yönlendirme, gözetim ve denetim faaliyetlerinin yapılmasını sağlamaktır. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları Kanunu sıvılaştırılmış petrol gazlarının yurt içi ve yurt dışından temini, dağıtımı, taşınması, depolanması ve ticareti ile bu faaliyetlere ilişkin gerçek ve tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerini kapsamaktadır.

Yukarıdaki verilen kanunlar paralelinde Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik, Aydınlatma Yönetmeliği, Dağıtım Yönetmeliği gibi ilgili konularda yönetmelikler de yayımlanmıştır.

Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği'ne göre Lisans, bir tüzel kişinin piyasada faaliyet gösterebilmek için Kurumdan almak zorunda olduğu bir yetki belgesi olarak tanımlanmaktadır. Faaliyet konularına göre Enerji Piyasası Denetleme Kurumundan alınabilecek lisanslar; Üretim lisansı, Otoprodüktör lisansı, Otoprodüktör grubu lisansı, İletim lisansı, Dağıtım lisansı, Toptan satış lisansı, Perakende satış lisansıdır. Lisanslama prosedürü 04.08.2002 tarihli ve 24836 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği'nde verilmiştir.

Dünyada çoğu ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmak ve bu konuda yatırımları teşvik etmek amacıyla çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Bu mekanizmalar üç başlık altında toplanabilir. Bunlar,

- Fiyat belirleyici ve miktar yükümlülüğü getiren teşvikler,
- Maliyet düşürücü yatırım politikaları ve kamu yatırımları,
- Yenilenebilir enerji pazarının gelişmesini sağlayacak teşviklerdir.

Ülkemizde 2023 yılına kadar yenilenebilir kaynaklarının elektrik üretimindeki payının % 30'a çıkarılması hedeflenmektedir⁸. Bu nedenle, Yenilenebilir Enerji Kanunu'nda yenilenebilir kaynaklarından üretilen elektrik için devlet desteği ve alım garantisi verilmiştir. 5346 sayılı kanunda değişiklik öngören 6094 sayılı kanun 29.12.2010 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasına göre kanunun yürürlüğe girdiği 18.05.2005 tarihinden 31.12.2015 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süre ile uygulanacaktır.

Tablo 5.3. I Sayılı Cetvel

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (A.B.D Doları cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Kaynak: <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k6094.html>

Ancak, bu kanunda arz güvenliği başta olmak üzere diğer gelişmeler doğrultusunda 31.12.2015 tarihinden sonra işletmeye girecek olan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Belgeli üretim tesisleri için bu Kanuna göre uygulanacak miktar, fiyat ve süreler ile kaynaklar Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere, Bakanlar Kurulu tarafından belirlenecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler; ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, I Sayılı Cetveldeki fiyatlardan on yıl süre ile faydalanabileceklerdir. Bu kapsamda dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisinin perakende satış lisansını haiz ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunlu hale getirilmiştir.

Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31.12.2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I Sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu kanuna ekli II Sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilecektir.

⁸ http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf

Tablo 5.4. II Sayılı Cetvel

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (A.B.D Doları cent/kWh)
A-Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B-Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvertör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışığını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5-Kulede güneş ışığını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Kaynak: <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k6094.html>

5.3. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji doğada direkt olarak bulunan ve hiç bir çevirme ya da işleme tabi tutulmamış enerjidir. Bu enerjiyi bünyesinde bulunduran doğal kaynaklara ise birincil enerji kaynakları denir. Birincil enerji kaynakları yenilenemez ve yenilenebilir olmak üzere iki gruba

ayrılabilir. Örneğin petrol, doğalgaz, kömür yenilenemez, su ise yenilenebilir birincil enerji kaynağıdır. Birincil enerji kaynaklarının % 87'sini fosil yakıtlar oluşturmaktadır.

5.3.1. Kömür

Birincil enerji kaynağı olarak tanımlanan ve yanabilen sedimanter kaya ve maden olan kömür fosil bir yakıttır. Siyah, koyu gri, kahverengi-siyah renkli parlak veya mat renklere sahip kömürün içeriğinde karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan az miktarda kükürt ve azot vardır. Ayrıca az miktarda inorganik bileşikler ve mineraller de içermektedir. Bazı kömürler ergitilerek plastik hale getirilir ve bu işlem sonucunda katran, likör ve çeşitli gazlar elde etmek mümkün olabilir.

Kömür, bitki veya bitki parçalarının uygun bataklık ortamında birikmesi, daha sonra çökerek toprak altında yüksek basınç ve sıcaklık ile fiziksel ve kimyasal değişime uğraması ile oluşmaktadır. Deltalar ve göller kalın; lagünler ve akarsu taşma ovaları ise ince kömür damarlarının olduğu ortamlardır.

Kömürleşme sürecinin gerçekleşmesi için 15 ile 400 milyon yıl arasında bir zaman dilimine ihtiyaç vardır. Kömür kalitesi ve kalorisi kömürün yaşı ile doğrudan orantılıdır. Bununla birlikte genellikle yağlı kömürler daha kaliteli ve yüksek kalorilidirler.

Kömürlerin içerikleri ve oluşum süreçleri göz önünde bulundurulduğunda kömürlerin oldukça fazla çeşide sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kömürlerin ekonomik değer olarak işlem görebilmesi için sınıflandırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Sınıflandırma ilk olarak 1957 yılında “Uluslararası Kömür Kurulu” tarafından yapılmış ve uluslararası genel standartlar belirlenmiştir. Buna göre kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma özellikleri temel alınarak sert ve kahverengi kömürler olarak iki ayrı sınıfa ayrılmıştır.

Tablo 5.5. Uluslararası Genel Kömür Sınıflandırması

TAŞKÖMÜRÜ	KAHVERENGİ KÖMÜRLER
KOKLAŞABİLİR KÖMÜRLER Yüksek fırınlarda kullanıma uygun kok üretimine izin veren kalitede	ALT BİTÜMLÜ KÖMÜRLER 4.165-5.700 kcal/kg arasında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermez
KOKLAŞMAYAN KÖMÜRLER a. Bitümlü Kömürler b. Antrasit	LİNYİT 4.165 kcal/kg'ın altında ısı değerinde olup topaklaşma özelliği göstermez

Kaynak: IEA/OECD Coal Information Report, 1983

Yukarıda belirtilen sınıflamalardan farklı olarak geçerliliği olan bir diğer sınıflama işlemi ise karbon içeriği temel değişken olan Kömürleşme Derecesi Sınıflamasıdır. Kömürleşme derecesi yüksek kömürlerde uçucu madde içeriği, kömürleşme derecesi düşük kömürlerde ise kalori değeri temel alınarak sınıflandırılmıştır. Farklı ülkelerde değişik kömür sınıflandırmalarına rastlamak da mümkündür.

Kömür, fosil yakıtlar arasında dünyada en eski bilinen kaynaklardan birisi olmasının yanında yaygın olarak bulunan ve kullanılan bir enerji kaynağıdır. Diğer fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında kömür kullanımının artacağı ve uzun bir süre enerji ihtiyacını karşılayacağı öngörülmektedir.

Tablo 5.6. Genel Sınıflandırmada Yer Alan Kömürlerin Tanıtıcı Özellikleri

TAŞKÖMÜRÜ		KAHVERENGİ KÖMÜRLER	
BİTÜMLÜ	ANTRASİT	LİNYİT	SUBBİTÜMLÜ
Koyu siyah	Parlak Siyah	Kahverengi	Siyah
Blok şeklinde kırılma	Merceksi kırılma	Kırılğan, çabuk toz halinde ufalanma	Oksidasyonla veya kurutma sonucunda ince parçalar ve toz halinde ufalanma
Bantlı ve kompakt	Sert ve dayanıklı	Masif, odunsu veya uniform kilsli doku	Masif
Isıl Değer: 5390-7.700 kcal/kg arasında	Isıl Değer: 7.000 kcal/kg'ın üstünde	Isıl Değer: 4.610 kcal/kg'ın altında	Isıl Değer: 4.610-6.390 kcal/kg arasında
Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşük	Uçucu madde miktarı ve nem içeriği yüksek	Uçucu madde ve nem içerikleri bitümlü kömürlerden daha yüksek
Sabit karbon içeriği yüksek	Sabit karbon içeriği yüksek	Düşük karbon içeriği	Sabit karbon içeriği bitümlü kömürlerden düşük

Kaynak: Mervit RD., Coal Exploration, Mine Planning and Development (DPT 2001, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kömür ÖİK Raporundan alınmıştır.)

5.3.1.1. Dünya Kömür Rezervleri

Dünya kömür rezervleri diğer kaynaklarla kıyaslandığında miktar olarak fazla olmasının yanında bütün bölgelere yayılmış olması nedeniyle önem arz etmektedir. Yaklaşık 100 ülkede çıkartılan kömür, 50'den fazla ülkede de üretilmesine rağmen tüm rezervlerin % 75'ine sadece beş ülke sahiptir. Tablo 5.7. incelendiğinde ABD % 27,6 payla en fazla rezerve sahip olan ülke olup onu % 18,2 payla Rusya, % 13,3 ile Çin, % 8,9 ile Avustralya ve % 7,0 payla Hindistan'ın izlemektedir. Aynı tabloya göre Türkiye yaklaşık 30 yıllık bir rezerv ömrü ile toplam dünya rezervlerinin sadece % 0,3'üne sahip görünmektedir.

Aynı tablodan dünya toplam antrasit-bitümlü, alt-bitümlü kömürler ve linyit rezervlerinin 861 milyar ton olduğu ve bu rezerv toplamının 405 milyar tonunun antrasit-bitümlü kömür (taşkömürü) rezervleri olduğu anlaşılmaktadır.

Dünya'da tüm rezervlerinin bölgelere göre dağılımına bakıldığında ise Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya Pasifik ülkelerindeki tespit edilmiş rezervlerin toplam rezervlerin neredeyse % 95'i olduğu, buna karşın Güney ve Orta Amerika ile Ortadoğu ve Afrika'da henüz ciddi bir rezerv bulunamadığı anlaşılmaktadır (Tablo 5.8).

Dünya'da kömür rezervleri hesaplanırken ekonomik olarak üretilebilir kategorisinde yer alan miktarlar dikkate alınmaktadır. Ülkemizde ise kömür rezervleri hesaplanırken görünür, muhtemel ve mümkün olmak üzere kategorilere ayrılmakta ve mevcut tablolarda sadece bir bölümü yer almaktadır. Birçok ülkeye bakıldığında ise ülkemizden farklı olarak görünür, muhtemel ve mümkün kategorileri tek bir rezerv başlığı altında ülkenin potansiyelini ifade etmek için kullanılmaktadır.

Örneğin Dünya Enerji Konseyi (World Energy Council) raporunda 2011 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin rezervi 2,34 milyar ton olarak görünmesine rağmen aslında ülkemizin 2012 yılında yeni bulunan rezervler ile birlikte ekonomik değer olarak kanıtlanmış yaklaşık 14,2 milyar ton linyit rezervi olduğu raporlara yansımıştır.⁹ Yapılan bu tahmin ve çalışmalara göre ülkemizin rezerv bakımından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde olduğu değerlendirilebilir.

Tablo 5.7. En Fazla Kömür Rezervine Sahip Ülkeler ve Rezervlerinin Tükenme Ömürleri

Milyon TON	Antrasit ve bitümlü	Subbitümlü ve linyit	Toplam	Toplam (%)	R/Ü oranı*
ABD	108.501	128.794	237.295	27,6	239
Rusya Federasyonu	49.088	107.922	157.010	18,2	471
Çin	62.200	52.300	114.500	13,3	33
Avustralya	37.100	39.300	76.400	8,9	184
Hindistan	56.100	4.500	60.600	7,0	103
Almanya	99	40.600	40.699	4,7	216
Ukrayna	15.351	18.522	33.873	3,9	390
Kazakistan	21.500	12.100	33.600	3,9	290
Güney Afrika	30.156	-	30.156	3,5	118
TÜRKİYE	529	1.814	2.343	0,3	30
Diğer	24.138	50.324	74.462	8,6	
Toplam Dünya	404.762	456.176	860.938	100,0	112

*Rezerv / üretim (R/Ü) oranı -Yılsonunda kalan rezervler bu yıla ait üretime bölünürse, sonuç üretimin bu hızla sürmesi halinde rezervlerin ne kadar süreceğini yıl olarak göstermektedir.

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Tablo 5.8. Dünya Kömür Rezervinin Bölgelere Göre Dağılımı ve Tükenme Ömürleri

Milyon TON	Antrasit ve Bitümlü	Subbitümlü ve linyit	Toplam	Toplam (%)	R/Ü oranı
Kuzey Amerika	112.835	132.253	245.088	28,5	228
Güney ve Orta Amerika	6.890	5.618	12.508	1,5	124
Avrupa ve Euroasya	92.990	211.614	304.604	35,4	242
Ortadoğu ve Afrika	32.721	174	32.895	3,8	126
Asya Pasifik	159.326	106.517	265.843	30,9	53
Toplam Dünya	404.762	456.176	860.938	100,0	112

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

⁹ MTA Genel Müdürlüğü, Faaliyet Raporu 2011

5.3.1.2. Türkiye Kömür Rezervleri

Ülkemizde taşkömürü rezervleri Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından, linyit rezervleri ise Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) ve özel sektör tarafından işletilmektedir. Taşkömüründe kamu payı % 100 iken linyitten kamu işletmelerinin payı % 88 civarındadır.

Zonguldak Havzası'nda Türkiye'in en önemli taşkömürü rezervlerini bulunmaktadır. Bu bölgede yapılan çalışmalarda 1200 metre derinliğe kadar tespit edilmiş toplam Jeolojik rezerv 1,316 milyar ton olup, bunun yaklaşık 514 milyon tonu görünür rezerv olarak kabul edilmektedir. Tablo 5.9'de yer alan veriler 1200 metre derinliğe kadar yapılmış sondajlar sonucunda elde edilmiş, mevcut madencilik teknolojisi ile ekonomik olarak işletilebilir rezervler dikkate alınarak hesaplanmıştır.¹⁰

Tablo 5.9. Türkiye'deki Taşkömürü Rezervleri (Bin Ton)

Rezerv Türü	Koklaşmaz	Yarı Koklaşabilir	Koklaşabilir			Toplam TTK (Ton)
	Amasra	Armutçuk	Kozlu	Üzülmüş	Karadon	
Hazır	391	1.654	2.557	1.080	2.452	8.135
Görünür	170.401	8.045	66.745	135.794	133.810	514.797
Muhtemel	115.052	15.859	40.539	94.342	159.162	424.955
Mümkün	121.535	7.883	47.975	74.020	117.034	368.447
TOPLAM	407.379	33.443	158.815	305.237	412.458	1.316.333

Kaynak: TTK, Taşkömürü Sektör Raporu 2012

Her ne kadar taşkömürü rezervleri belirlenmiş olsa da özellikle linyit rezervlerimizin miktarı tam olarak bilinmemektedir. Özellikle 2005 yılından sonra TKİ'nin koordinatörlüğünü yaptığı proje kapsamında, MTA'nın öncülüğünde ve sorumluluğunda, ETİ Maden, TPAO, EÜAŞ, TTK ve DSİ'nin katılımı ile önemli miktarlarda rezervlere ulaşılmıştır.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de linyit rezervleri yurt geneline yayılmış durumdadır. Bu rezervlerin % 20'si TKİ, % 57'si EÜAŞ, % 11'i MTA ve % 12'si ise özel sektör tarafından işletilmektedir (Tablo 5.10).¹¹

Tablo 5.10. 2012 İtibariyle Kurumlara Ait Linyit Rezervleri (Milyon Ton)

KURUMLAR	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Pay (%)
EÜAŞ	7.445	208	3	7.656	57
TKİ	2.513	179	1,6	2.693	20
MTA	1.200	220	-	1.420	11
Özel Sektör	1.094	362	139	1.595	12
TOPLAM	12.252	969	143,6	13.364	100

Kaynak: TKİ, MTA, EÜAŞ 2012, EİGM 2011 (Tablo, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012'den alınmıştır)

Arama çalışmaları sonucunda ülkemiz için heyecan verici gelişme özellikle Konya Karapınar'da bulunan 1.830.716 tonluk rezerv ile birlikte Afşin Elbistan'da mevcut havzada

¹⁰ TTK, Taşkömürü Sektör Raporu 2012

¹¹ Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012

ulaşılan yaklaşık 1 milyar tonluk rezerv ve bu havza dışında yine Afşin Elbistan’da bulunan 515.000.000 tonluk rezerv olmuştur. Ayrıca ülke toplam rezervlerine Afyon Dinar’da bulunan 529.000.000 ton, Eskişehir Alpu’da bulunan 800.000.000 ton, Kırklareli-Vize’de bulunan 120.000.000 tonun eklenmesi ile birlikte toplam linyit rezervimiz 13,4 milyar tona ulaşmıştır (Tablo 5.11).¹²

Tablo 5.11. 2012 Yılı Türkiye, Kamu Sektörü (EÜAŞ, TKİ, MTA) Linyit Rezervleri

YERİ		REZERVLER (1000 Ton)				Alt Isıl Değ. (AID) kcal/kg
İL	İLÇE	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	
Adana	Tufanbeyli	323.329	-	-	323.329	1.298
Ankara	Bey pazarı	255.882	105.000	-	360.882	2.399-2.839
Afyon	Dinar*	423.383	105.629	-	529.012	1.351
Balıkesir	Balya	967	4.569	-	5.536	500-3.500
Bingöl	Karlıova	88.662	-	-	88.662	1.460
Bolu	Göynük	37.012	1.000	-	38.012	2.340
Bursa	Keles	29.924	-	-	29.924	1.900
Bursa	Keles-Dav.	17.557	19.945	1.560	39.062	2.340
Bursa	Orhaneli	37.470	-	-	37.470	2.500
Çanakkale	Çan	77.195	-	-	77.195	3.000
Çorum	Alpagut	19.195	4.042	-	23.237	3.150
Çorum	Osmancık	6.575	7.430	-	14.005	1.470
Eskişehir	Alpu*	700.000	100.000	-	800.000	2.100
İstanbul	Çatalca	228.457	51.772	-	280.229	1.894-2.086
Kırklareli	Vize*	100.000	20.000	-	120.000	1.400-2.300
K.Maraş	Elbistan*	4.360.106	-	-	4.360.106	1.031-1.201
K.Maraş	Elbistan	515.055	-	-	515.055	950-1.115
Konya	Beyşehir	81.011	-	-	81.011	1.110-1.150
Konya	İlgin	19.567	974	-	20.541	2.180-2.250
Konya	Karapınar*	1.832.816	-	-	1.832.816	1.320
Kütahya	Seyitömer	176.058	-	-	176.058	1.800-2.080
Kütahya	Tavşanlı	268.897	-	-	268.897	2.560
Malatya	Yazıhan*	2.473	7.476	6.237	16.186	1.934
Manisa	Soma	741.833	11.000	-	752.833	2.080-3.340
Muğla	Milas	259.400	-	-	259.400	1.642-2.279
Muğla	Yatağan	153.198	-	-	153.198	1.903-2.692
Tekirdağ	Çerkezköy	23.845	106.494	-	130.339	2.060
Tekirdağ	Merkez	160.585	50.933	2.964	214.482	2.183-2.865
Tekirdağ	Saray	23.581	105.570	-	129.151	2.080
Sivas	Kangal	93.683	-	-	93.683	1.207-1.494
KAMU TOPLAMI		11.057.716	701.834	10.761	11.770.311	
ÖZEL SEKTÖR		1.094.189	362.122	138.617	1.594.928	
TÜRKİYE TOPLAMI		12.151.905	1.063.956	149.378	13.365.239	

*MTA tarafından rezerv çalışmaları devam eden sahalar.

Kaynak: TKİ, MTA, EÜAŞ 2012, EİGM 2011 (Tablo, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012’den alınmıştır)

¹² TKİ, Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2011

Kamuya ait bu rezervlerin yanında özel sektöre ait ülke linyit rezervleri toplamının %12'sine karşılık gelen 400 adetten fazla linyit rezervi ruhsatı bulunmaktadır. Saha ve il bazında çeşitli kapasitelere sahip işletmelerin en büyüğü 227 milyon tona ulaşan bir rezerve sahiptir. Saha bazında ise genellikle 10 milyon tonun altında rezerve sahip işletmeler mevcuttur. Bu işletmelerden en büyüklerini Tablo 5.12'de görmek mümkündür.

Tablo 5.12. 2011 Yılı Türkiye Özel Sektör Linyit Rezervleri

YERİ		REZERVLER (1.000 ton)				Alt Isıl Değ. (AID) kcal/kg
İL	İLÇE	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	
Adana	Tufanbeyli	101.340	-	-	101.340	1.250
Adıyaman	Gölbaşı	51.190	-	-	51.190	1.385
Ankara	Gölbaşı/Ş.Koçhisar/ Çubuk/Gölbaşı/ Beypazarı/Ayaş	18.103	2.970	-	21.073	1.600- 4.800
Çanakkale	Bayramiç/Çan/ Yenice/Avacık	40.808	31.261	2.376	74.445	1.335- 4.000
Çankırı	Ilgaz/Yapraklı/ Orta/Şabanözü	100.653	2.027	7.541	110.221	860- 5.000
Edirne	İpsala/Keşan/Meriç Merkez/Süloğlu/ Uzunköprü	60.902	39.197	6.080	106.179	2.000- 5.400
İstanbul	Beykoz/Çatalca/ Eyüp/Gazios/ Merkez /Sarıyer/Silivri/Şile	114.163	15.394	5.639	135.196	1.500- 5.400
Karaman	Başyayla/Ermeneke	47.345	-	8.250	55.595	4.000- 4.500
Kırklareli	Pınarhisar	60.480	-	1.620	62.100	4.000
Konya	Beyşehir/Ilgın	176.442	20.000	30.700	227.142	1580- 4000
Manisa	Akhisar/Gördes/ Kırkağaç/Soma/ Alaşehir/Merkez	72.365	20.554	15.000	107.919	2.500- 5.000
Muğla	Merkez/Milas/ Yatağan	10.367	70.138	1.905	82.410	3.000- 4.000
Tekirdağ	Hayrabolu/Malkara Merkez	48.393	26.102	2.536	77.031	3.000- 5.000
Başlıca Özel Sek. Toplamı		902.551	229.263	80.027	1.211.841	
Diğer Özel Sektör Toplamı		191.638	132.859	58.590	383.087	
ÖZEL SEKTÖR TOPLAMI		1.094.189	362.122	138.617	1.594.928	

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (Tablo, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012'den alınmıştır)



Şekil 5.2. Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Tarafından 2005 Yılından Sonra İlave Edilen Kömür Rezervleri ve Sahaları

Kaynak: Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Faaliyet Raporu 2012

5.3.1.4. Dünya Kömür Üretimi

Dünya kömür üretimi incelendiğinde taşkömürü üretiminin yıllara göre taleple birlikte sürekli arttığı linyit üretiminde ise az miktarda azalma olduğu görülmektedir. 1990 yılında 3,50 milyar ton olan taşkömürü üretimi % 71 artışla 2009 yılında 5,99 milyar ton olmuştur. Tablo 5.13’de Dünya kömür üretiminin türlere ve yıllara göre değişimi verilmiştir.

Tablo 5.13. Dünya Kömür Üretimi (Bin Ton)

Yıllar	Taşkömürü			Linyit
	Koklaşabilir	Termal	Toplam	
1990	539.360	2.898.349	3.497.198	1.181.373
2000	480.327	3.127.707	3.608.034	906.809
2007	787.519	4.653.979	5.441.498	953.628
2008	793.776	5.000.191	5.793.967	964.797
2009	793.794	5.195.743	5.989.537	913.280

Kaynak: Survey of Energy Resources, World Energy Council

Tablo 5.14’te ülkelerin üretimleri incelendiğinde 2011 yılında Çin’in 3,52 milyar ton ile dünya kömür üretiminin % 45,7’sini tek başına gerçekleştirdiği görülmektedir. Bunun yanında ABD % 12,9’unu, Hindistan % 7,7’sini, Avustralya % 5,4’ünü, Rusya % 4,3’ünü, Endonezya % 4,2’sini, Güney Afrika Cumhuriyeti % 3,3’ünü gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır. Bu 7 ülkenin üretimleri toplamı % 83,5 gibi önemli bir orana ulaşmaktadır.

Aynı tablo yıllara göre incelendiğinde ise 1990 yılında en büyük üretici konumunda olan Çin’in 1990 yılında ABD ile aynı miktarda kömür üretirken, 2011 yılında üretimini üç kattan fazla arttırmış olması dikkat çekmektedir. Bu süreçte ABD’nin kömür üretiminin neredeyse aynı seviyede kalmış olması, Çin’deki gelişmeyi göstermesi açısından önem arz etmektedir.

Tablo 5.14. Yıllara Göre En Fazla Kömür Üreten Ülkeler

Milyon Ton	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2011 yılı payı
Çin	1.080	1.361	1.384	2.320	3.235	3.520	% 45,7
ABD	934	937	974	1.027	984	993	% 12,9
Hindistan	223	289	335	428	574	589	% 7,7
Avustralya	210	245	312	375	424	416	% 5,4
Rusya	395	263	258	298	322	334	% 4,3
Endonezya	11	42	77	153	275	325	% 4,2
Güney Afrika	175	206	224	244	254	255	% 3,3
TÜRKİYE	47	55	63	58	73	77	% 1,0
Diğer	1.665	1.207	1.074	1.116	1.114	1.188	% 15,5
Dünya Toplam	4.740	4.605	4.701	6.049	7.254	7.695	% 100,0

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Tablo 5.15. Yıllık Dünya Kömür Üretiminin Bölgelere Göre Dağılımı

Milyon Ton	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2011 yılı payı
Kuzey Amerika	1.009	1.021	1.055	1.106	1.063	1.077	% 14,0
Güney ve Orta Amerika	30	37	54	73	89	101	% 1,3
Avrupa ve Euroasya	1.890	1.313	1.173	1.201	1.194	1.257	% 16,4
Afrika	182	214	231	250	259	260	% 3,3
Asya Pasifik	1.628	2.019	2.188	3.419	4.648	5.000	% 65,0
Dünya Toplam	4.740	4.605	4.701	6.049	7.255	7.697	% 100,0

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

5.3.1.5. Türkiye Kömür Üretimi

Ülkemizde mevcut kömür üretimi iki ana başlık altına incelenmektedir. Bunlardan birincisi Zonguldak Havzasında, bölgenin jeolojik yapısının karmaşık olması dolayısıyla, günümüz teknolojilerinin tam manasıyla kullanılamadığı daha çok insan gücüne dayalı bir şekilde yapıldığı taşkömürü üretimidir.¹³

İkincisi olan linyit üretimi ise daha çok üç ana sektörün (Enerji (termik santral), sanayi ve ısınma (konut)) ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olarak gerçekleştirilmektedir. 2011 yılı için toplamda 72,55 milyon ton olan üretimin % 43'ü EÜAŞ, % 48'i TKİ, % 9'u özel sektör tarafından üretilirken bu üretimin tamamına yakını aynı yıl içinde tüketilmiştir.

Üretim açısından bakıldığında TR71 bölgesinde rezerv olmaması dolayısıyla enerji üretimi amaçlı herhangi bir kömür üretimi de mevcut değildir.

¹³ TTK, Taşkömürü Sektör Raporu 2012

Tablo 5.16. 2001-2011 Yılları Türkiye Taşkömürü ve Linyit Üretimi

Yıllar	Taşkömürü (Bin Ton)	Linyit (Bin Ton)	Toplam (Bin Ton)
2001	2.494	59.572	62,066
2002	2.319	51.660	53,979
2003	2.059	46.168	48,227
2004	1.946	43.709	45,655
2005	2.170	57.708	59,878
2006	2.319	61.484	63.803
2007	2.462	72.121	74.583
2008	2.601	76.171	78.772
2009	2.863	75.577	78.440
2010	2.524	69.698	72.222
2011	2.528	72.550	75.078

Kaynak: Mavi Kitap 2012-Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri

Tablo 5.17. 2012-2020 Yılları Türkiye Taşkömürü ve Linyit Üretimi Projeksiyonu

Yıllar	Taşkömürü (Bin Ton)	Linyit (Bin Ton)	Toplam (Bin Ton)
2012	9.000	119.233	128.233
2013	9.000	130.382	139.382
2014	9.000	140.657	149.657
2015	9.000	151.659	160.659
2016	9.000	162.701	171.701
2017	9.000	174.559	183.559
2018	9.000	191.189	200.189
2019	9.000	202.334	211.334
2020	9.000	209.733	218.733

Kaynak: Mavi Kitap 2012-Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri

5.3.1.6. Dünya Kömür Tüketimi

Dünya kömür tüketimi tablosu incelendiğinde ülke rezervleri ile tüketimlerin paralellik gösterdiği görülmektedir (Tablo 5.18). Buna göre kömür üretiminde ilk iki sırayı alan Çin ve ABD, yaklaşık % 64'lük toplam tüketim ile yine önemli bir paya sahiptirler. Bu ülkeleri sırasıyla Hindistan, Japonya, Güney Afrika, Rusya ve Güney Kore izlemektedir. 2011 yılı payları göz önünde bulundurulduğunda toplam % 81 tüketim oranı sadece 7 ülkenin kömür tüketiminde ne kadar etkin olduğunu göstermektedir.

Aynı tablodan daha önce üretim başlığında bahsedildiği gibi benzer sonuçlar çıkarmak mümkündür. Çin'in üretimindeki artış oranı 1990 yılına göre yaklaşık 3,6 kat artarak üretiminin de üzerinde bir orana ulaşmıştır. ABD'nin kömür tüketimi yatay bir seyir izleyerek, 502 MTEP seviyelerinde kalmıştır. Dünyanın gelişen önemli ekonomilerinden biri olan Hindistan'ın da bu süreçte kömür tüketimi 3 kat artmıştır.

Tüketime bölgeler olarak bakıldığında Asya Pasifik ülkelerinin dünya tüketiminin 2/3'sini gerçekleştirmiş olduğu, Kuzey Amerika'da ise tüketimin neredeyse tek başına ABD tarafından yapıldığı Tablo 5.19'da görülmektedir.

Tablo 5.18. Yıllara Göre En Fazla Kömür Tüketen Ülkeler

Milyon TEP	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2011 yılı payı
Çin	507,1	665,2	709,6	1.186,2	1.676,2	1.839,4	49,4%
ABD	483,1	506,2	569,0	574,2	526,1	501,9	13,5%
Hindistan	95,5	125,0	144,2	184,4	270,8	295,6	7,9%
Japonya	76,0	86,2	98,9	121,3	123,7	117,7	3,2%
Güney Afrika	66,4	70,2	74,6	82,9	91,3	92,9	2,5%
Rusya	180,6	119,4	105,2	94,2	90,2	90,9	2,4%
Güney Kore	24,4	28,1	43,0	54,8	75,9	79,4	2,1%
TÜRKİYE	15,9	16,5	22,5	21,8	30,9	32,4	0,9%
Diğer	758,0	615,4	605,1	662,4	646,9	674,0	18,1%
Toplam Dünya	2.207,0	2.232,2	2.372,2	2.982,3	3.532,0	3.724,3	100,0%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Tablo 5.19. Yıllık Dünya Kömür Tüketiminin Bölgelere Göre Dağılımı

Milyon TEP	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2011 yılı payı
Kuzey Amerika	513,7	536,3	606,7	616,8	559,5	533,7	14,3%
Güney ve Orta Amerika	17,1	18,1	20,1	21,5	28,2	29,8	0,8%
Avrupa ve Euroasya	795,1	586,9	532,4	522,8	491,8	507,9	13,6%
Afrika	74,3	78,4	82,7	91,7	98,1	99,8	2,7%
Asya Pasifik	806,8	1.012,3	1.130,2	1.729,5	2.354,4	2.553,2	68,6%
Toplam Dünya	2.207,0	2.232,2	2.372,2	2.982,3	3.532,0	3.724,3	100,0%

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

5.3.1.7. Türkiye Kömür Tüketimi

Ülkemizin kömür tüketimi incelendiğinde taşkömürü ve linyit tüketiminde, linyitin öne çıktığı anlaşılmaktadır. Yıllara göre toplam kömür kullanımı ve artış oranlarına Tablo 5.20’de yer verilmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın Mavi Kitap’ta (2012) yapmış olduğu projeksiyonlara göre 2020 yılına kadar linyit kullanımında sadece 10 yıl içinde 3 kata kadar bir artış beklenmektedir (Tablo 5.21). Aynı projeksiyonun toplam tüketim için de benzer tahminlerin yapılması bu süreç içerisinde linyit tercihinin değişmeyeceği ön görülmektedir.

Tablo 5.20. 2001-2011 Yılları Arası Türkiye Kömür Tüketimi (Bin Ton)

Yıllar	Taşkömürü	Linyit	Toplam
2001	11.176	61.010	72.186
2002	13.830	52.039	65.869
2003	17.535	46.051	63.586
2004	18.904	44.823	63.727
2005	19.421	56.571	75.992
2006	22.798	60.184	82.982
2007	25.388	72.317	97.705
2008	22.720	75.264	97.984
2009	23.698	75.641	99.339
2010	25.568	69.239	94.807
2011	26.228	73.933	100.161

Kaynak: Mavi Kitap 2012-Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri

Tablo 5.21. 2012-2020 Yılları Türkiye Taşkömürü ve Linyit Talep Projeksiyonu

Yıllar	Taşkömürü (Bin Ton)	Linyit (Bin Ton)	Toplam (Bin Ton)
2012	35.013	119.233	154.246
2013	38.451	130.382	168.833
2014	41.814	140.657	182.471
2015	45.366	151.659	197.025
2016	49.117	162.701	211.818
2017	54.573	174.559	229.132
2018	61.733	191.189	252.922
2019	69.968	202.334	272.302
2020	81.038	209.733	290.771

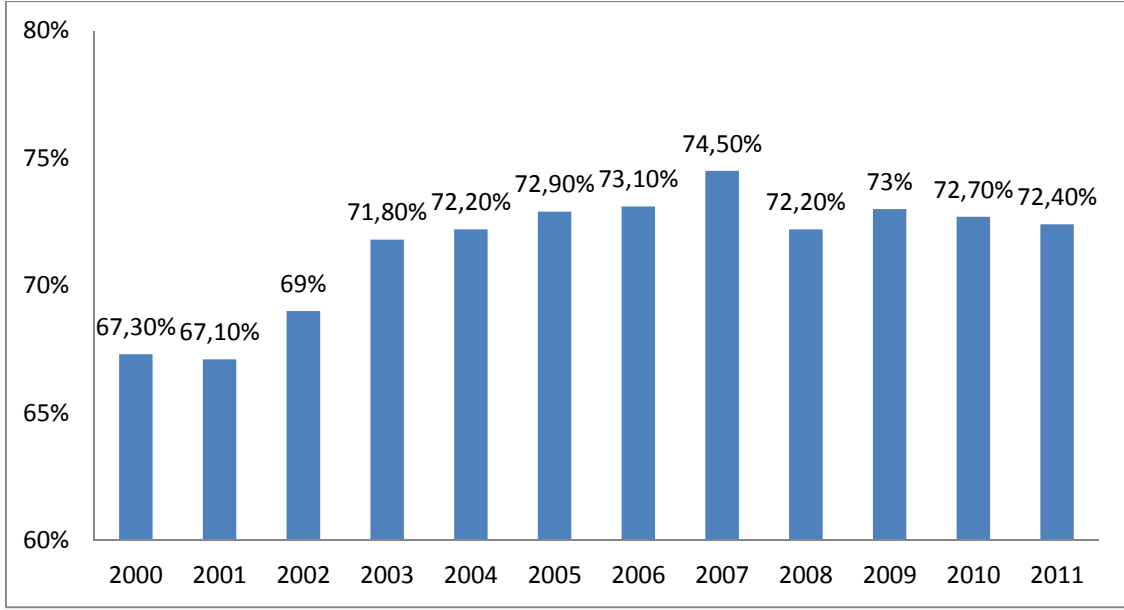
Kaynak: Mavi Kitap 2012-Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri

5.3.1.8. Türkiye Üretilbilir Kömür Rezervlerinin Termik Santral Potansiyeli

Ülkemizde mevcut bulunan birincil enerji kaynaklarının yetersiz olması, bununla birlikte büyüyen ekonominin gereği olarak enerji ihtiyacının artması özellikle son yirmi yılda bu konuda dışa bağımlılığı arttırmıştır. 1990 yılında %52 seviyesinde olan enerji arzı bağımlılığının 2011 yılında yaklaşık %72 düzeyine ulaşması bunu açıkça göstermektedir (Grafik 5.1).

Dışa bağımlılığın bu seviyelerde olması, yerli kaynakların kullanımı ile birlikte çözüm arayışları sonucunda 2009 yılında Yüksek Planlama Kurulu'nun 18.05.2009 tarih ve 2009/11 sayılı kararı ile **“Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi”** kabul edilmiştir. Karar, 2023 yılına kadar ülkemiz kömür kaynaklarından elektrik üretilmesi ile bu sektördeki doğalgaz kullanımını %30'un altına düşürmeyi hedeflemektedir. Bu oran yakalandığında cari açığın önemli oranda azaltılacağı tahminleri yapılmaktadır.

Bu kapsamda yapılan çalışmalarda şu ana kadar çeşitli bölgelerdeki 425 MW'lık santralin yapımı sürerken, 1.320 MW'lık santrallerin ise ihaleleri devam etmektedir. 2011 yılı sonu itibari ile kömüre dayalı üretim yapan santrallerin toplam gücü ancak 8.609 MW olmuştur. Bununla birlikte mevcut ülke kömür rezervleri göz önünde bulundurulduğunda kurulun gücün iki katından daha fazla santral kapasitesi bulunmaktadır.



Grafik 5.1.Yıllara Göre Enerjide Dışa Bağımlılık Oranı

Doğalgaz yakıtlı elektrik üretimi yapılan santrallerin 2011 yılı itibariyle toplam kurulu gücü 16.303 MW, ithal kömür ile üretim yapılan santrallerin toplam gücü ise 4.035 MW'tır. Ancak kömür rezervlerine dayalı üretim yapılan santrallerin katma değeri bu santrallere göre daha yüksektir. Dolayısıyla bu santrallerin katkısı strateji belgesinde ifade edildiği gibi arttırılarak ülke ekonomisine katkısının yanında enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 5.22'de ülkemizde 2012 yılına ait üretilebilir kömür rezervlerinin yanı sıra bu bölgelerdeki santral potansiyelleri görülmektedir. Buna göre mevcut rezervler ve yapılabilir kurulu güç incelendiğinde ülkemizin henüz tüm kaynaklarından istifade etmediği görülmektedir.

Kömür rezervlerine dayalı santrallerin diğer enerji üretim yöntemlerine göre bazı avantajları vardır. Bu avantajlar;

- Cari Açığın Azaltılması,
- İstihdam Oluşturma ve Katma Değer Kazandırması,
- Elektrik Fiyatlarının Ucuzlatılmasına Olacak Katkısı,
- Yerli Sanayiinin Gelişmesi,
- Enerji Güvenilirliğinin Sağlanması

Tablo 5.23'de bu avantajlara dair bazı veriler sunulmuştur. Değerler incelendiğinde ülke enerji üretimine 18,5 GW'lık katkı sağlanmasının yanında yaklaşık 60.000 kişilik bir istihdam oluşturulabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte özellikle kömür madeni işletmelerinde oluşacak dolaylı istihdamın 500.000 kişiyi geçeceği düşünüldüğünde bu tür işletmelerin önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Bunun yanında çevresel faktörler göz önünde bulundurulduğunda avantajlarını sıraladığımız kömür ile elektrik üretiminin dezavantajları da olacaktır. Fosil yakıt türü olan kömür kullanımının arttırılmasının zararlı emisyon oranlarının da artışına sebep olması

kaçınılmazdır. Dolayısıyla her iki durumun değerlendirilerek fayda zarar ilişkisinin dikkate alınması gerekecektir.

Alınabilecek önlemlerle kömür rezervlerinin kullanılır hale getirilmesi ve işletmeye alınması ile dışa bağımlılığımız ve cari açığımız azalacak, daha düşük fiyatlarda elektrik üretilmesi mümkün hale gelecek, istihdam artarak, katma değer ve çoğaltan etki değeri artacaktır.

Tablo 5.22. Havzalara Göre 2012 Yılı Türkiye Üretilebilir Kömür Rezervleri ve Santral Potansiyeli

Saha Adı	Toplam Rezerv (milyon ton)	Üretilebilir Rezerv *** (milyon ton)	Mevcut K.Güç (MW)	İnşaatı Başlayan K.Güç (MW)	Yapılabilir K.Güç (MW)	Toplam K.Güç (MW)
Afşin-Elbistan	4.360	4.350	2.795	-	7.205	10.000
Afşin-Elbistan	515	490	-	-	1.250	1.250
Adana-Tufanbeyli	423	350	-	-	1.050	1.050
Adıyaman-Gölbaşı	51	46	-	-	150	150
Ankara-Çayırhan	308	190	620	-	500	1.120
Bingöl- Karlıova	89	28	-	-	100	100
Bolu-Göynük	38	36	-	135	65	200
Bursa-Orhanlı, Keles, Davutlar	116	70	210	-	270	480
Çanakkale-Çan	77	69	320	-	-	320
Çankırı-Orta	70	65	-	-	135	135
Eskişehir-Mihalıççık	55	48	-	290	-	290
Konya-İlgın	143	125	-	-	500	500
Konya-Karapınar*	1.833	1.275	-	-	3.900	3.900
Kütahya-Tunçbilek**	269	170	365	-	450	815
Kütahya-Seyitömer	176	172	600	-	150	750
Manisa-Soma**	752	575	1.034	-	1.050	2.084
Muğla-Milas	259	206	1.050	-	-	1.050
Muğla-Yatağan	153	43	630	-	-	630
Tekirdağ-Saray	129	40	-	-	175	175
Sivas-Kangal	94	85	457	-	-	457
Şırnak-Asfaltit	72	65	135	-	540	675
Bartın-Amasra**	407	125	-	-	1.100	1.100
Zonguldak**	909	197	300	-	-	300
GENEL TOPLAM	11.298	8.820	8.516	425	18.590	27.531

*Üretilebilir rezerv miktarı ve santral potansiyeli yapılacak etüt ve sondajlarla değişebilir.

**Santral dışında diğer sektörler içinde kömür üretim planlaması bulunmaktadır.

*** Kömür havzalarının önemli bir bölümünde, saha veya işletme sorumluları tarafından yapılan değerlendirmelerden yararlanılmıştır.

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012

Tablo 5.23. 2011 Yılı Türkiye Kömür Rezervleriyle Yapılabilecek İlave Santrallar, Yaratılacak İstihdam, Net Yakıt Maliyeti, Üretilen Elektrik ve D.Gaz Eşdeğeri

Saha Adı	Yapılabilir K.Güç (MW)	Muhtemel İstihdam Kişi	Net Yakıt Maliyeti TL/kWh	Üretilen Elektrik GWh/yıl	Doğalgaz Eşdeğeri Milyon m ³ /yıl
Afşin-Elbistan	7.205	16.000	0,03	46.800	9.367
Afşin-Elbistan	1.250	2.750	0,035	8.125	1.625
Adana-Tufanbeyli	1.050	2.300	0,05	6.825	1.365
Adıyaman-Gölbasi	150	350	0,035	975	195
Ankara-Çayırhan	500	1.250	0,06	3.250	650
Bingöl- Karlıova	100	490	0,07	650	130
Bolu-Göynük	65	240	0,06	422	85
Bursa-Orhanlı, Keles, Davutlar	270	790	0,05	1.755	351
Çankırı-Orta	135	350	0,055	878	176
Konya-İlgın	500	2.000	0,065	3.250	650
Konya-Karapınar	3.900	17.651	0,07	25.350	5.070
Kütahya-Tunçbilek	450	1.200	0,08	2.925	585
Kütahya-Seyitömer	150	330	0,03	975	195
Manisa-Soma	1.050	6.600	0,07	6.825	1.365
Tekirdağ-Saray	175	750	0,065	1.138	228
Şırnak-Asfaltit	540	1.600	0,05	3.510	702
Bartın-Amasra	1.100	5.300	0,09	7.150	1.430
Zonguldak	-	-	-	-	-
GENEL TOPLAM	18.590	59.951	0,051	120.803	24.169

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012

5.3.1.9. TR71 Bölgesi Termik Santral Potansiyeli

Yukarıdaki veriler ve değerlendirmeler ışığında önemli bir rezerve sahip olmayan TR71 bölgesi için termik santral potansiyelinden de söz etmek mümkün değildir. Bu bölgede kurulması düşünülen enerji üretim tesisleri için kömürden başka yakıt tercih edilmesi daha uygun olacaktır.

5.3.2. Petrol

Petrol, enerji kaynakları arasında en çok talep edilen kaynak olma özelliğini sürdürmekle birlikte toplam tüketimdeki payı on iki yıldır üst üste azalmaktadır. Buna rağmen projeksiyonlar petrolün daha uzun yıllar en çok talep edilen enerji kaynağı olmaya devam edeceğini göstermektedir.¹⁴ Petrol fiyatları 2011 ve 2012 yıllarında 100 dolar/varil'in üzerinde seyrederek rekor kırmıştır. Hiç şüphesiz ki petrol fiyatların yaşanan bu yükselme arz-talep ilişkisine bağlı olmakla birlikte global şirketlerin manipülasyonlarının da etkisi göz ardı edilmemelidir. Bilinen petrol rezervleri 2011 yılında bir önceki yıla göre % 24'lük bir artış göstermiştir. Tablo 5.24'de görüldüğü gibi en büyük rezerv artış Kanada'da karada ve denizde keşfedilen yeni kaynaklara bağlı olarak Kuzey Amerika'da gerçekleşmiştir (% 225'lik bir artış). Bu gelişmeye rağmen bilinen toplam rezervin % 48'i Ortadoğu'dadır.

¹⁴ BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Tablo 5.24. Dünyadaki Toplam Petrol Rezervi ve Bölgelere Dağılımı

Bölgeler Bazında İspatlanmış Petrol Rezervleri	2010		2011		2010-2011 Değişim (%)
	Rezerv (Milyon Ton)	Toplamdaki Payı (%)	Rezerv (Milyon Ton)	Toplamdaki Payı (%)	
Kuzey Amerika	10.300	5,5	33.500	13,2	225
Orta ve Güney Amerika	34.300	18,2	50.500	19,7	47
Avrupa ve Avrasya	19.000	10,1	19.000	8,5	0
Ortadoğu	101.800	53,9	108.200	48,1	6,3
Afrika	17.400	9,2	17.600	8	1,15
Asya ve Pasifik	6.000	3,2	5.500	2,5	-8,33
TOPLAM	188.800	100	234.300	100	24,1

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June 2012

Petrol rezervlerin çoğuna barındıran Ortadoğu dünya petrol üretiminin de % 32,6'sını gerçekleştirmektedir. Tablo 5.25'den de görüleceği gibi bölgelere göre petrol üretimindeki en radikal değişiklik % 12,8'lik azalmayla Afrika kıtasında gerçekleşmiştir ve bunun en önemli sebebi ise Arap baharı ile birlikte yaşanan istikrarsızlıktır. Özellikle Libya'da yaşanan gelişmelerin petrol piyasası üzerindeki etkisinin daha bir kaç yıl süreceği tahmin edilmektedir.

Tablo 5.25. Dünyadaki Toplam Petrol Üretimi ve Bölgelere Dağılımı

Bölgeler Bazında Petrol Üretimi	2010		2011		2010-2011 Değişim (%)
	Üretim (Milyon Ton)	Toplamdaki Payı (%)	Üretim (Milyon Ton)	Toplamdaki Payı (%)	
Kuzey Amerika	648,2	16,6	670	16,8	3,0
Orta ve Güney Amerika	350	8,9	379,9	9,5	1,3
Avrupa ve Avrasya	853	21,8	838,8	21	-1,8
Ortadoğu	1184,6	30,3	1301,4	32,6	9,3
Afrika	478,2	12,2	417,4	10,4	-12,8
Asya ve Pasifik	399,4	10,2	388,1	9,7	-2,0
TOPLAM	3913,7	100	3995,6	100	1,3

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

2011 petrol tüketim rakamlarına bakıldığında ise en çok tüketimin Asya ve Pasifik bölgesinde gerçekleştiği görülmektedir. Bu bölgede ise Çin toplam dünya tüketiminin % 11,4'ünü gerçekleştirmektedir. Japonya % 5, Hindistan % 4 ve Güney Kore ise % 2,6'lık tüketime sahiptir. Bölgesel olarak ikinci en büyük tüketim ise Kuzey Amerika'da gerçekleşmektedir. Bu bölgede ise en büyük tüketici % 20,5 ile ABD'dir. Onu % 2,5 ile Kanada ve % 2,3 ile Meksika izlemektedir.

Avrupa ve Avrasya kıtasında ise en büyük tüketiciler % 3,4 ile Rusya, % 2,7 ile Almanya ve % 2,0 ile Fransa'dır. Ülkemiz ise dünya tüketiminin sadece % 0,8'ini gerçekleştirmiştir.¹⁵

¹⁵ BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Tablo 5.26. Dünyadaki Toplam Petrol Tüketimi ve Bölgelere Dağılımı

Bölgeler Bazında Petrol Tüketimi	2010		2011		2010-2011 Değişim (%)
	Tüketim (Milyon Ton)	Toplamdaki Payı (%)	Tüketim (Milyon Ton)	Toplamdaki Payı (%)	
Kuzey Amerika	1.039,7	25,8	1026,4	25,3	-1,4
Orta ve Güney Amerika	282	7	289,1	7,1	2,9
Avrupa ve Avrasya	922,9	22,9	898,2	22,1	-0,6
Ortadoğu	360,2	8,9	371	9,1	1,8
Afrika	155,5	3,9	158,3	3,9	-1,4
Asya ve Pasifik	1.267,8	31,5	1.316,1	32,4	2,7
TOPLAM	3913,7	100	3995,6	100	0,7

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy June 2012

Fosil yakıtlar açısından oldukça fakir olan ülkemizde bilinen petrol rezervleri Tablo 5.27'de verilmiştir. Ülkemizin üretiminin ve mevcut rezervlerinin çok büyük bir kısmı Güneydoğu Anadolu Bölgesindedir. Bununla birlikte ülkemizde mevcut rezervin ve üretimin artırılması için yoğun bir arama faaliyeti sürdürülmektedir. Örneğin 2011 yılında toplam üretim yapan kuyu sayısı 106.354 adete ulaşmıştır. Bu rakam 2002 yılına göre 7,5 katlık bir artışa tekabül etmektedir. Ülkemiz arama ve üretim için 2011 yılında 1,36 Milyar \$'lık bir harcama yapmıştır. Arama ve üretim için harcanan miktar 2002 yılına göre 13,5 katlık bir artış göstermektedir.¹⁶

Tablo 5.27. Türkiye'nin Petrol Rezervi

Türkiye'nin Muhtemel Petrol Rezervleri	2010	2011	2010-2011 Değişim (%)
	Rezerv (Bin Ton)	Rezerv (Bin Ton)	
Rezervuardaki Petrol	1.007.741,02	1.030.481,8	2,26
Üretilebilir Petrol	178.706,98	183.365,3	2,6
Kümülatif Petrol	135.567,99	137.935,3	1,75
Kalan Üretilebilir Petrol	43.138,99	45.430,05	5,3

Kaynak: Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

Ülkemizin 2011 yılına ilişkin petrol ürünleri ithalat kalemleri Tablo 5.28'de verilmiştir. Toplam ithalatımız içerisinde ham petrol % 65,11'lik bir payla ilk sırada yer almaktadır. Ham petrolü % 29,99 ile motorin, % 2,42 ile fuel oil izlemektedir. Ülkemizdeki petrol ürünlerinden akaryakıt satışları incelendiğinde % 76 ile motorinin ilk sırada, % 14 ile LPG ikinci ve % 10 ile benzin üçüncü sırada yer almaktadır. 2011 yılı içerisinde toplam 19.350 bin ton akaryakıt satışı gerçekleşmiştir.

Tablo 5.28. Türkiye'nin 2011 Yılı Petrol Ürünleri İthalat Kalemleri

Yıl	Ham Petrol	Motorin	Fuel Oil	Havacılık Yakıtları	Diğerleri
2011	% 65,11	% 29,99	% 2,42	% 1,95	% 0,53

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

¹⁶ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Son altı yıl içerisinde ülkemiz dünya petrol tüketimindeki payı ortalama olarak % 0,785'dir. Tablo 5.29'da verildiği gibi petrol tüketimimiz ekonomik krizinde etkisiyle 2008 yılında % 0,13'lük bir düşüş yaşamıştır.

Tablo 5.29. Türkiye'nin Yıllara Göre Ham Petrol Üretimi, İthalatı ve Tüketimi

Yıllar	Ham Petrol Üretimi* (Ton)	Ham Petrol ¹ İthalatı (Ton)	Ham Petrol Tüketimi ² (Ton)	Tüketimin Dünya Tüketimindeki Payı** (%)
2011	2.367.251	29.632.749	32.000.000	0.80
2010	2.496.113	27.703.887	30.200.000	0.75
2009	2.401.799	29.198.201	31.600.000	0.81
2008	2.160.067	29.740.000	31.900.000	0.70
2007	2.134.175	31.365.825	33.500.000	0.83
2006	2.175.668	30.524.332	32.700.000	0.82

Kaynak: ¹ Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

² BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Ülkemiz, bilinen fosil enerji kaynaklarının büyük bir kısmına sahip Ortadoğu, Hazar Bölgesi, Orta Asya ve Rusya'ya olan coğrafik yakınlığı ile stratejik bir konuma sahiptir. Bu bölgelerde üretilen petrolün Avrupa ve Amerika pazarına ulaştırılmasında kritik bir konumu vardır. Hali hazırda ülkemiz üzerinde geçen üç önemli petrol boru hattı mevcuttur. Bunlar: Irak-Türkiye ham petrol boru hattı (toplam uzunluğu: 986 km, boru çapı: 40-46 inç, Maksimum kapasite: 70,9 Mta), Bakü-Tiflis-Ceyhan ham petrol boru hattı (toplam uzunluğu: 1.796 km, boru çapı: 34-46 inç, Maksimum kapasite: 50 Mta) ve Samsun-Ceyhan Ham petrol boru hattıdır (toplam uzunluğu: 551 km, boru çapı: 42-48 inç, Maksimum kapasite: 50 Mta).

5.3.3. Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG)

Sıvılaştırılmış (Likit) Petrol Gazları (LPG) renksiz, kokusuz ve yanıcı bir gazdır. Ancak güvenlik önlemleri nedeniyle rafineri çıkışında kokulandırılır. LPG, ham petrolün arıtılmasından veya doğalgazdan elde edilir. LPG, % 70 bütan, % 30 propandan oluşmaktadır.

LPG oda sıcaklığında buhar fazında olup basınçlandırılarak sıvılaştırılır. Bir LPG tüpünde iç basınçtan dolayı sıvı ve gaz fazları aynı anda bulunur. Tüpün içindeki gaz kullanıldıkça sıvıdan gaz fazına dönüşüm gerçekleşir. Basınçla sıvılaştırılan LPG'nin hacmi azalır ve böylece kolayca depolanır ve taşınır.

Dünyada en çok LPG üreten on ülke ve Türkiye'nin üretimi Tablo 5.30'da verilmiştir. Dünyada LPG üretiminde yaklaşık 50 milyon ton ve % 20'lik pay ile ABD 1. sırada yer alırken Suudi Arabistan % 10,5'lik pay ile ikinci, Çin % 8,2'lik pay ile üçüncü sırada bulunmaktadır. Türkiye ise yıllık 651.000 ton ile dünya üretiminin % 0,3'lük payını oluşturmaktadır.

Dünyada LPG tüketimi incelendiğinde yaklaşık 55 milyon ton ve % 22,5 ile 1. sırada yer alırken, % 10,1'lik pay ile Çin ikinci, % 6,5'lik pay ile Japonya üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 5.30. Dünya da (ilk 10) ve Türkiye' de LPG Üretimi (2010 Yılı)

Ülke	Üretim (x1000 ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
ABD	50.444	20,3
Suudi Arabistan	26.167	10,5
Çin	20.300	8,2
Rusya	11.899	4,8
Hindistan	10.916	4,4
Kanada	8.804	3,5
Birleşik Arap Emirlikleri	8.182	3,3
Cezayir	8.041	3,2
Norveç	6.828	2,7
Meksika	6.757	2,7
Türkiye	651	0,3
TOPLAM	158.989	64,0

Kaynak: EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2012 Yılı Sektör Raporu

Tablo 5.31. Dünya da (ilk 10) ve Türkiye' de LPG Tüketimi (2010 Yılı)

Ülke	Üretim (x1000 ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
ABD	55.923	22,5
Çin	25.119	10,1
Japonya	16.266	6,5
Hindistan	13.248	5,3
Suudi Arabistan	12.913	5,2
Rusya	10.196	4,1
Güney Kore	9.157	3,7
Meksika	9.055	3,6
Brezilya	7.011	2,8
Kanada	5.992	2,4
Türkiye	3.671	1,5
TOPLAM	168.551	67,8

Kaynak: EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2012 Yılı Sektör Raporu

Türkiye’de LPG, İzmit, İzmir ve Kırıkkale olmak üzere üç merkezde üretilmektedir. 2012 yılında üretim yapan merkezlerinin ürettikleri LPG miktarları Tablo 5.32’de verilmiştir. Tablo 5.33’te Türkiye’de yıllara göre sektörel LPG tüketimleri verilmiştir. Yıllara göre LPG tüketimi çok az değişirken, tüketim oranlarının sektörler arasında farklılaştığı görülmektedir. 2006’da tüplü tüketim oranı % 42 iken, 2012’de bu oran % 24’e düşmüştür. 2006 yılında toplam tüketimin % 44’ünü otogaz sektörü oluştururken, 2012 yılında bu oran % 73’e

çıkmiştir. Bunun en büyük sebebinin benzin fiyatlarındaki artış olduğu bilinmektedir. 2006 yılında dökme LPG kullanımının toplam tüketimin % 14'ünü oluştururken, 2012 yılında bu oran % 3'lere gerilemiştir. Dökme LPG kullanımındaki bu azalmanın sebebinin Türkiye'de doğalgazın yaygınlaşması olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 5.32. Türkiye 2012 Yılı LPG Üretiminin Rafinerilere Göre Dağılımı

Rafineri	Miktar (Ton)
İzmit	389.462
İzmir	302.008
Kırıkkale	81.343

Kaynak: EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2012 Yılı Sektör Raporu

Tablo 5.33. Türkiye'de Yıllara ve Sektörlere Göre LPG Tüketimi

Yıl		Ürün			
		Tüplü	Dökme	Otogaz	Toplam
2006	Satış (ton)	1.491.580	475.454	1.550.605	3.517.639
	Pay (%)	42	14	44	100
2007	Satış (ton)	1.302.434	216.470	2.006.263	3.525.167
	Pay (%)	37	6	57	100
2008	Satış (ton)	1.177.269	171.528	2.111.557	3.460.354
	Pay (%)	34	5	61	100
2009	Satış (ton)	1.134.145	180.949	2.305.240	3.620.333
	Pay (%)	31	5	64	100
2010	Satış (ton)	1.043.809	126.051	2.489.501	3.659.360
	Pay (%)	29	3	68	100
2011	Satış (ton)	981.710	122.182	2.642.133	3.746.025
	Pay (%)	26	3	71	100
2012	Satış (ton)	889.877	120.896	2.694.857	3.705.631
	Pay (%)	24	3	73	100

Kaynak: EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2012 Yılı Sektör Raporu

LPG üretimi açısından TR71 bölgesine bakıldığında, üretim sadece Kırıkkale'de yapılmaktadır. Bölgedeki beş ildeki 2012 yılına ait satış miktarları ve bu illerin Türkiye'deki tüketim oranları Tablo 5.34'te verilmiştir.

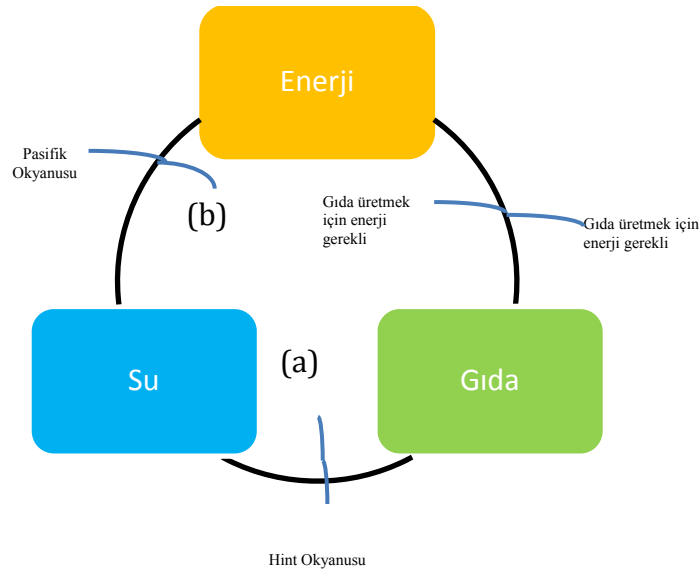
Tablo 5.34. LPG Satışlarının İllere Göre Dağılımı (2012)

İller	Toplam Satış	Oran (%)
Aksaray	25.478,61	0,69
Nevşehir	21.482,40	0,58
Niğde	18.755,53	0,51
Kırşehir	14.328,12	0,39
Kırıkkale	27.984,29	0,76

Kaynak: EPDK, Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası 2012 Yılı Sektör Raporu

5.3.4. Su

Enerji çağdaş yaşamın en önemli unsurlarından birisidir. Yaşamsal bir madde olan su, enerji üretiminden etkili aktörlerden olup, enerji, su ve gıda birbirinden ayrı düşünülemeyen kavramlardır.¹⁷ Hidroelektrik enerji, suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Suyun üst seviyelerden alt seviyelere düşmesi sonucu açığa çıkan enerji, türbinleri tahrik ederek elektrik enerjisi elde edilmektedir. Bir bölgedeki hidrolik potansiyel, yağış rejimine bağlıdır. Buna bağlı olarak, hidrolik enerji, iklim şartlarındaki değişimlere karşı hassas bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan ve günümüzde de yaygın bir şekilde kullanılan hidrolik enerji dünya enerji üretiminde önemli bir yere sahiptir. Üretilen 3.431 TWh elektrik enerjisi değeri ile hidroelektrik enerji, 2010 yılında küresel elektrik enerjisi ihtiyacının % 16'sı karşılamıştır. Diğer enerji üretim santralleriyle karşılaştırıldıklarında hidroelektrik santraller; çevreye daha az zarar vermeleri, kaynağının yenilenebilir olması, işletme-bakım giderlerinin düşük olması, işletme ömürlerinin uzun olması, inşa edildiği bölgelerde ekonomik (istihdam vs.) ve sosyal yapıda oluşturdıkları olumlu katkılar nedeniyle önemli üstünlüklere sahiptir.



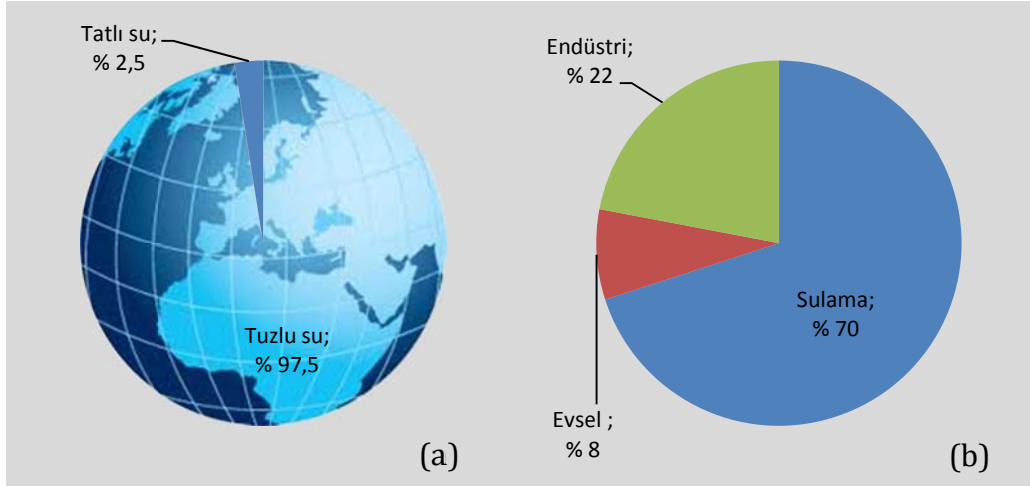
Şekil 5.3. Enerji-Su-Gıda İlişkisi

5.3.4.1. Dünya su potansiyeli

Dünya'daki toplam su miktarı 1.4 milyar km³'tür. Bu miktarın % 97,5'i denizlerdeki ve okyanuslardaki tuzlu sulardan oluşmaktadır. Geriye kalan % 2,5'lik bölümü ise yeraltı suları, nehirler, tatlı su gölleri, buzul kütleler ve atmosferik buhardan oluşmaktadır. Tatlı su kaynaklarının yalnızca % 0,014'ü insanlar ve diğer organizmalar için doğrudan ulaşılabilir durumdadır. Tatlı su kaynakları dünyada çok düzensiz bir biçimde dağılmıştır.¹⁸

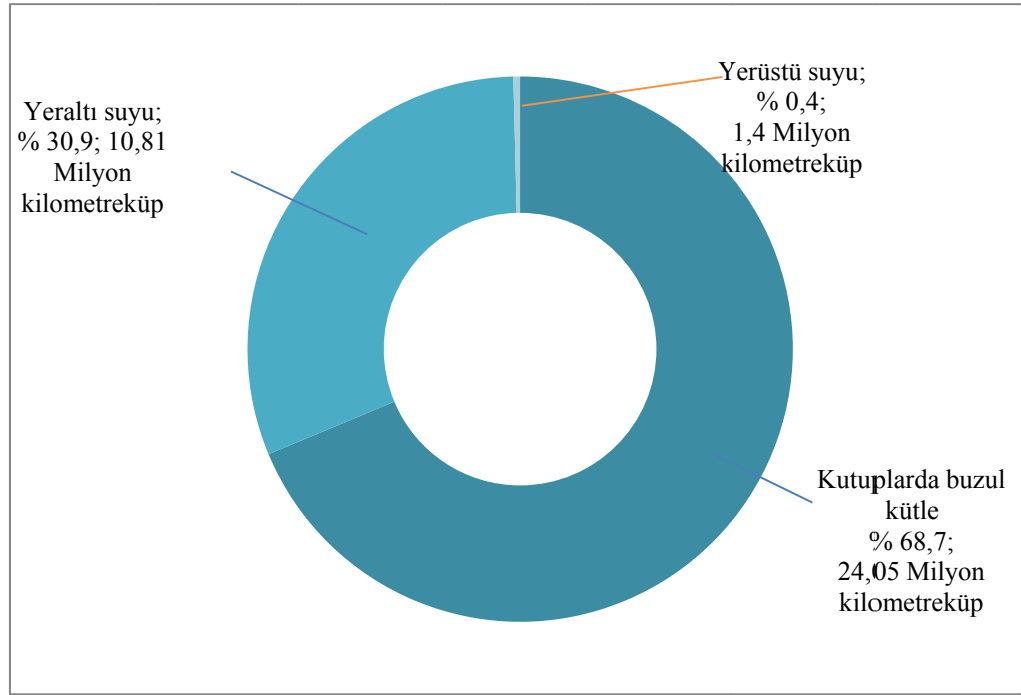
¹⁷A Global Innovation Outlook Report, http://www.ibm.com/ibm/gio/media/pdf/ibm_gio_water_report.pdf

¹⁸World Resources, http://www.wrsc.org/attach_image/total-water-resources



Şekil 5.4. (a) Dünya Su Durumu (b) Tatlı Su Kaynaklarının Kullanımının Dağılımı

Dünyada su tüketimi hızı nüfus artışından daha hızlı bir şekilde her 20 yılda ikiye katlanarak artmaktadır. Buna göre, gelecekte su kıtlığının gezegenin her kıtasında üç kişiden birini etkilemesi beklenmektedir. 2025 yılına kadar şehirleşme ve endüstriyel gelişme nedeniyle su talebinin su arzını % 56 oranında aşması beklenmektedir.¹⁹



Şekil 5.5. Dünya Tatlı Su Miktarının Dağılımı

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012

Su kaynaklarının tümüne ulaşmak kolay değildir. Akarsu ve göllerdeki su miktarından çok daha fazla potansiyele sahip olan yeraltı suları erişilmesi zor derinliklerde bulunmakta, yer üstü sularının çoğu ise insanların ihtiyaç duyduğu yerlerden uzaktır. Su, bir çevrim içerisinde; kıta, okyanus ve atmosfer arasında devamlı bir dönüşüm halindedir. Dünya yüzeyine yağışla düşen su miktarı yılda ortalama 800 mm, ya da yaklaşık 119.000 km³ olup,

¹⁹Water and Process Technology 2012, http://www.gewater.com/what_we_do/water_scarcity/desalination.jsp

yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³'ü tüketilmektedir.²⁰



Şekil 5.7. Türkiye’de Irmaklar ve Diğer Su Kaynakları
Kaynak: UN Water, http://www.unwater.org/statistics_KWIP.html

Türkiye’de göllerin toplandığı başlıca dört bölge bulunmaktadır. Bunlar, Göller Yöresi, Güney Marmara, Van Gölü ve Tuz Gölü çevreleridir. Türkiye’de 706 adet de baraj gölü bulunmaktadır. Türkiye akarsular açısından da zengin bir ülkedir. Kaynakları Türkiye topraklarında olan birçok akarsu değişik denizlere dökülür. 1.355 km uzunluğunda olan Kızılırmak, Sivas ili İmranlı ilçesinde Kızıldag’ın güney yamaçlarından doğarak, içinde TR71 illerinde bulunduğu (Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale) bir çok ilden geçerek Bafra’dan Karadenize dökülmektedir. Ülkemizdeki diğer akarsu kaynaklarımızdan Yeşilırmak 519 km, Ceyhan 509 km, Büyük Menderes 307 km, Susurluk 321 km, Suriye sınırına kadar Fırat Nehri 1.263 km, Dicle Nehri 523 km, Ermenistan sınırına kadar Aras Nehri 548 km uzunluğundadır. Türkiye’de drenaj sahaları bakımından 26 adet hidrolik havza bulunmaktadır. Bu havzalardan 15’i nehir, 7’si akarsulardan oluşan dağınık havza ve 4 tanesi ise denize boşalımı olmayan kapalı havzalardan oluşmaktadır.

5.3.5. Doğalgaz

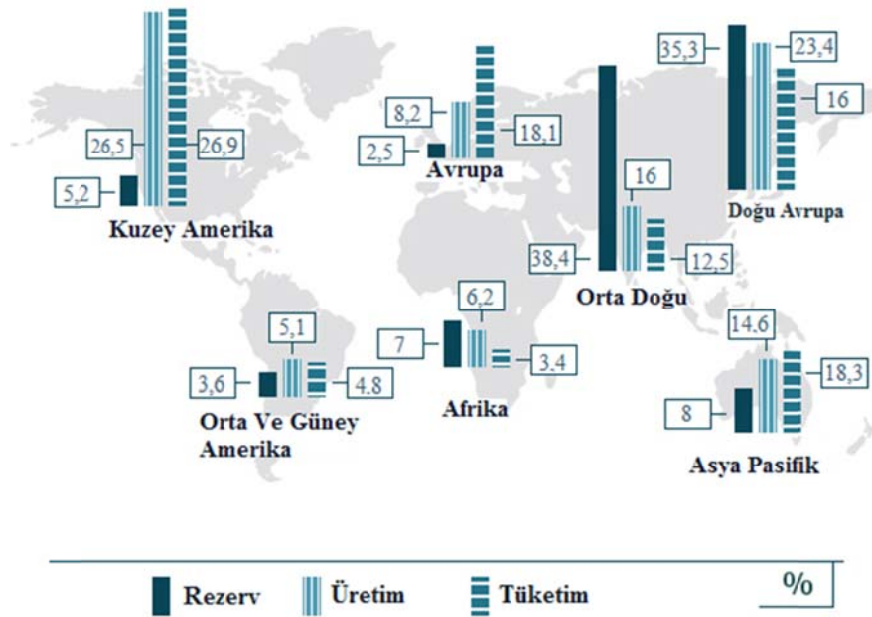
Doğalgaz bir çeşit petrol türevi olup yer kabuğunun içerisinde bulunan yanıcı bir gazdır. Doğalgaz fosil yakıtların yaklaşık dörtte birini oluşturmakta ve enerji tüketiminin % 24’ünü karşılamaktadır. Doğalgazın yapısında en çok bulunan gaz (% 70-90) metandır. Bileşimi bakımından doğalgaz kuru ve yaş olarak ikiye ayrılmaktadır. İçerisinde metan ve etan gazlarını yüksek oranda bulunduruyor ise kuru, propan, bütan, pentan ve hekzan gibi gazları yüksek oranda bulunduruyor ise yaş doğalgaz olarak adlandırılır. Yaş doğalgazın ısı değeri daha yüksektir. Doğalgazın hava ile % 5-15 oranında karışması patlama tehlikesine sebep olabilmektedir.

²⁰ DSİ Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>

5.3.5.1. Dünyada Doğalgaz

Mevcut teknoloji ile tespit edilen doğalgaz rezervi 180 trilyon m³ civarındadır. Bu rezervin her yıl yaklaşık 3 trilyon m³'lük kısmı tüketilmektedir. Yıllık tüketimin sabit olduğu düşünülerek yapılan bir hesaba göre ortalama 60 yıl yetecek doğalgaz rezervi mevcuttur. Şekil 5.8'de dünyadaki doğalgaz rezerv, üretim ve tüketim oranları verilmiştir. Doğalgaz rezervlerinin çok büyük bir kısmının Batı Avrupa ve Ortadoğu'ya dağılmakta, yaklaşık % 75'i Rusya ve Ortadoğu'da bulunmaktadır. Tablo 5.35'de dünyanın farklı bölgelerindeki doğalgaz rezervlerinin miktarları ve yüzdelik oranları verilmiştir. Bu bölgelerdeki doğalgaz rezerv miktarı yaklaşık 160 trilyon m³ civarında iken dünyanın geri kalan kısmındaki doğalgaz rezervi yaklaşık 50 trilyon m³'tür. ABD dünya doğalgaz rezervinin yaklaşık % 5'ine sahipken toplam üretimin yaklaşık % 27'sini yapmaktadır.

Tablo 5.36 ve 5.37'de dünyanın farklı bölgelerinde sırasıyla üretilen ve tüketilen doğalgaz miktarlarının yıllara göre değişimleri verilmiştir. Amerika kıtasında tüketilen ve tüketilen doğalgazın dengeli iken Avrupa ürettiği doğalgazdan çok daha fazlasını ithal etmek zorunda olduğu görülmektedir.



Şekil 5.8. Doğalgaz Rezerv, Üretim ve Tüketiminin Kıtalar Göre Dağılımı

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Dünyada doğalgaz tüketiminde yıllara göre dağılıma bakıldığında en yüksek artış Asya-Pasifik bölgesindedir. Bu bölgedeki tüketimde en büyük etken Çin'dir. Bu bölge dışındaki diğer bölgelerin tüketim artışları dünya ortalamasının altındadır. Dünyadaki birincil enerjinin tüketim payı % 20,3 civarında olup bu oranın % 11,2'si Çin'e aittir. Tüketim artışının en düşük olduğu bölge ise % 3,3 ile Kuzey Amerika'dır.

Dünyada 2009'da yaşanan ekonomik kriz nedeniyle tüketimler bütün bölgelerde düşmüş, krizin ardından 2010 yılındaki tüketim artışı ise 1984 yılından bu yana en büyük tüketim artışı olmuştur.

Uluslararası Enerji Ajansının (UEA) 2009-2035 dönemlerine ait yaptığı bir incelemede, petrol, kömür ve doğalgazın enerji talebinin büyük bir kısmını karşıladığını, 2035 yılına kadar da bu enerji kaynaklarının talebin karşılanmasında en önemli kaynaklar olacağı anlaşılmıştır. Ancak 2009 yılında enerji tüketimindeki paylarının % 81 iken, 2035'de bu payın % 75'e gerileyeceği öngörülmüştür.²¹

Ülke bazında bakıldığında Rusya, İran ve Katar dünya doğalgaz rezervinin yaklaşık % 60'ına sahiptir. Avrupa, doğalgaz ihtiyacının % 38'ini kendi iç piyasasından karşılarken ihtiyacının % 24'ünü Rusya'dan, % 17'sini Norveç'ten % 10'unu Cezayir'den, % 2'sini Libya'dan, % 2'sini Nijerya'dan ve % 2'sini Mısır'dan ithal etmektedir. Avrupa'da kullanılan doğalgazın % 23'ü elektrik üretiminde, % 32'si sanayide, % 42'si yerleşim alanlarındaki konut ve ticari işletmelerde tüketilmektedir.

Tablo 5.35. Bölgelere Göre Dünya Doğalgaz Rezerv Dağılımı (2011 Sonu)

Bölge	Miktar-trilyon m ³	%
Kuzey Amerika	10,8	5,2
Orta ve Güney Amerika	7,6	3,6
Ortadoğu	80	38,4
Afrika	14,5	7,0
Avrupa - Asya	78,7	37,8
Asya Pasifik	16,8	8

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Tablo 5.36. Yıllara ve Bölgelere Göre Dünya Doğalgaz Üretimi (MTEP)

Bölge	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kuzey Amerika	678,5	695,3	712,6	729,2	729,4	743,4	784,0
Orta ve Güney Amerika	124,8	136,0	137,2	141,8	136,7	146,5	150,9
Avrupa ve Asya	926,1	937,6	938,8	967,9	859,4	924,2	932,7
Orta Doğu	287,9	305,2	322,1	345,9	366,3	425,1	473,5
Afrika	156,9	172,1	182,8	190,4	179,3	192,2	182,4
Asya Pasifik	326,8	344,2	360,4	375,4	396,2	435,2	431,2
Toplam	2501,0	2590,2	2654,0	2750,5	2667,4	2866,7	2954,8

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

²¹ IEA WEO 2010 New Policies Scenario

Tablo 5.37. Yıllara ve Bölgelere Göre Dünya Doğalgaz Tüketimi (MTEP)

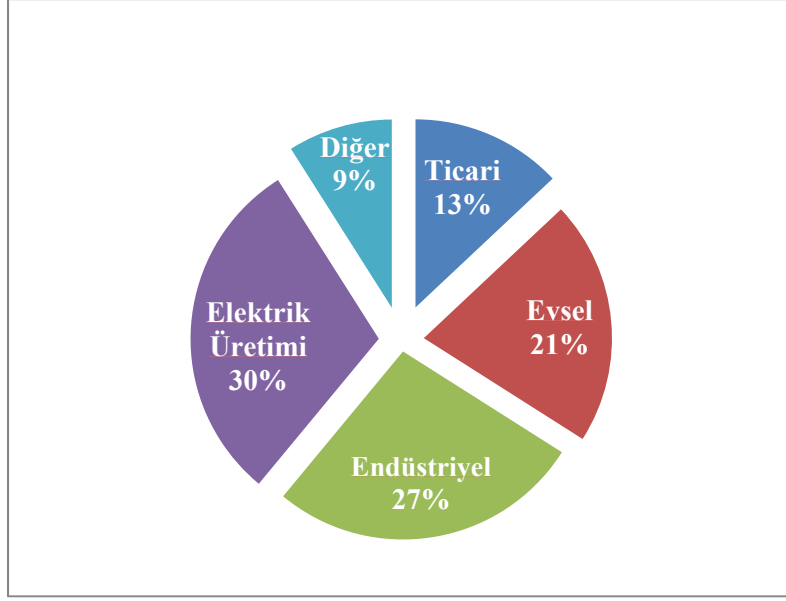
Bölge	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kuzey Amerika	707,0	702,1	740,8	746,6	735,1	757,9	782,4
Orta ve Güney Amerika	110,6	121,9	121,2	127,2	121,6	135,2	139,1
Avrupa ve Asya	995,3	1001,0	1013,6	1017,6	940,9	1012,2	991,0
Orta Doğu	251,3	262,3	272,8	298,7	309,7	339,5	362,8
Afrika	74,7	79,3	85,0	90,1	89,0	96,2	98,8
Asya Pasifik	358,6	382,3	412,4	431,8	447,4	502,1	531,5
Toplam	2497,5	2548,9	2645,8	2712,0	2643,7	2843,1	2905,6

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, June 2012

Avrupa ülkelerinden İngiltere'nin aynı orandaki tüketim ile devam ederse 4,5 yıl içerisinde kendine ait rezervleri tüketeceği öngörülmektedir. Hollanda Avrupa Birliğindeki toplam rezervlerin yaklaşık yarısına sahip olmaktadır. Norveç Avrupa Birliğine üye olmayan bir ülke olarak Avrupa'daki toplam rezervin yarısına sahiptir. ABD'nin ise bugünkü kullanım ile sadece 20 yıllık rezervi bulunmaktadır. Bu öngörü ABD'nin doğalgaz üretiminde kullandığı konvansiyonel teknikleri devam ettirmesine dayanmaktadır. Eğer ABD konvansiyonel olmayan doğalgaz kaynaklarının ekonomik üretimini sağlayabilir ise doğalgaz rezervleri 200 yıl kadar daha yeterli olabilecektir. UEA'nın yaptığı çalışmaya göre 2035 yılında ABD'nin tüketim ve üretiminin dengede olacağı tahmin edilmiştir.

Doğalgaz tüketiminde de Çin diğer enerji sektörleri gibi artan payı ile ön plana çıkmaktadır. UEA tarafında ortaya konan yeni politika senaryolarına göre 2035 yılında Çin'in doğalgaz talebi en hızlı artan ülke olacağı öngörülmüştür. Ayrıca 2035 yılında 290 m³ ile Çin'in önde gelen doğalgaz üreticileri arasında yer alacağı da tahmin edilmiştir.

Sektörel bazda doğalgaz tüketimine bakıldığında 2010 yılı itibari ile % 30 ile doğalgaz en yoğun olarak elektrik üretiminde daha sonra % 27 ile endüstride ve % 21 ile evlerde kullanıldığı tespit edilmiştir (Grafik 5.2).



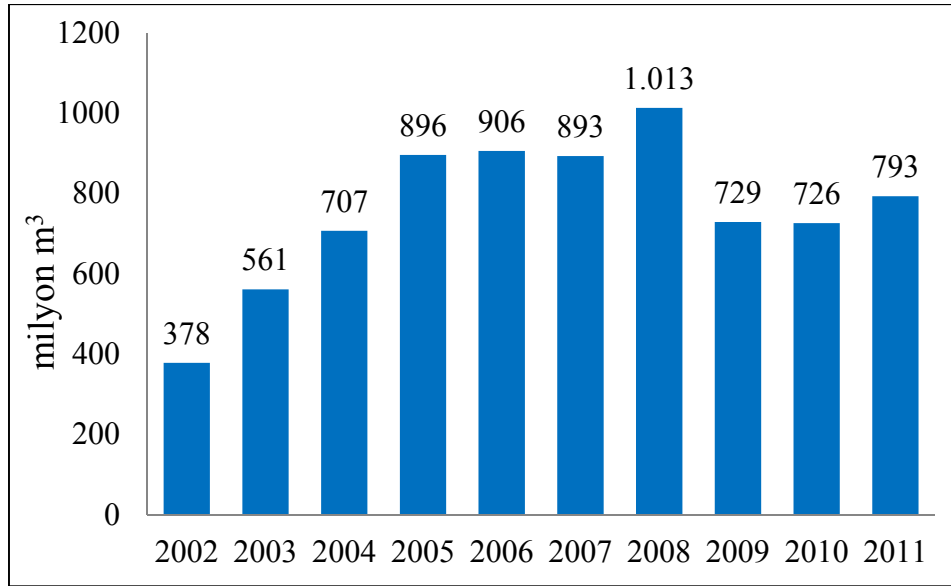
Grafik 5.2. Dünyada Doğalgazın Sektörel Kullanım Oranları
Kaynak: U.S. Energy Information Administration

5.3.5.2. Türkiye’de Doğalgaz

Türkiye’nin 21 milyar m³ yerinde rezervi tespit edilmiş, bunun 15 milyar m³ üretilebilir olup, 9 milyar m³’ü halen üretilmektedir. 2006 sonu itibarıyla piyasaya 31.128 milyar m³ doğalgaz arz edilmiştir.²² Grafik 5.3’de verilen bilgiye göre 2002 yılından bu yana ülkemizin doğalgaz üretimi artmış, 2009’daki kriz sebebiyle büyük bir düşüş yaşamış, ardından tekrar yükselme eğilimi göstermiştir. Ancak 2011 yılı sonu itibarıyla 2008’deki üretim miktarını yakalayamamıştır. Ülkemizin toplam doğalgaz rezervi ülkemizin bir yıllık doğalgaz tüketimini karşılayabilecek miktarda bile değildir. Türkiye doğalgaz ihtiyacının büyük bir kısmını boru hatları ile Rusya ve İran’dan, geri kalan kısmını ise sıvılaştırılmış doğalgaz olarak Cezayir ve Nijerya’dan satın almaktadır (Grafik 5.4). Tablo 5.38’de Türkiye’nin hangi ülkeden ne kadar doğalgaz satın aldığı verilmiştir. 2010 yılında tükettiğimiz doğalgazın 25,4 milyar m³’ü Rusya’dan temin edilmiştir. Bu da toplam tüketimin % 58’ine karşılık gelmektedir. Nijerya ve Cezayir’den ithal edilen LNG miktarı ise 5,3 milyar m³’dür.

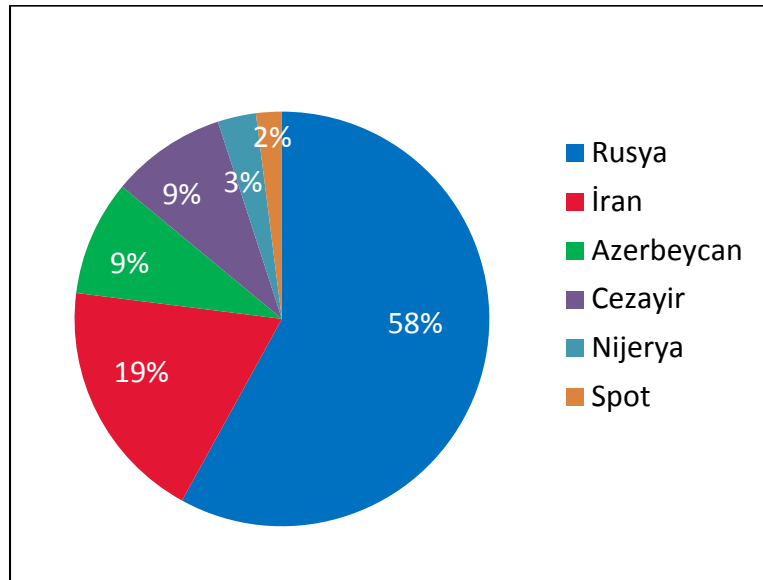
Türkiye ve Azerbaycan arasında Trans Anadolu boru hattı projesi ile Azerbaycan’dan gaz alımını ve iletimini öngören anlaşma 25 Ekim 2011 tarihinde imzalanmıştır. Bu proje ile doğalgaz taşınması 2018 yılında başlanması planlanmaktadır. Trans-Anadolu sadece Türkiye’nin doğalgaz ihtiyacını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda Avrupa’ya doğalgaz taşınmasını da sağlayacaktır. Bu proje Avrupa’ya gaz satışında Rusya’ya alternatif olacaktır. Şah Deniz’den çıkarılacak 16 milyar m³ gazın 6 milyar m³’ünün Türkiye’de kullanılması ve geriye kalan 10 milyar m³ doğal gazın ise Türkiye’den geçerek Avrupa’ya iletilmesi planlanmaktadır. Böylelikle Türkiye, Avrupa’nın enerji güvenliği açısından stratejik bir ülke konumuna gelecektir.

²² Gün, V., “Türkiye’nin Enerji Yapısı ve Geleceği”, EMO İç Anadolu Enerji Forumu, Haziran 2007, Nevşehir



Grafik 5.3. Türkiye'nin Yıllara Göre Doğalgaz Üretimi

Kaynak: Türkiye'nin Enerji Görünümü, TMMOB Oda Raporu, Nisan 2012



Grafik 5.4. Türkiye'nin Doğalgaz Satın Aldığı Ülkeler ve Oranları

Kaynak: EPDK Doğalgaz piyasası 2011 sektör raporu

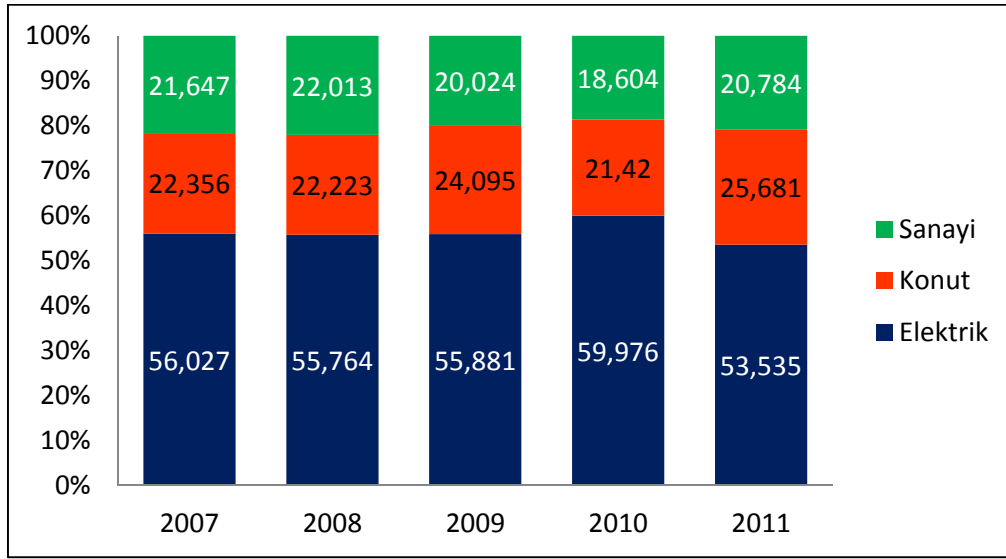
Tablo 5.38. Yıllara Göre Türkiye'nin Doğalgaz Satın Aldığı Ülkeler ve Satın Alınan Miktarlar (Milyar Metreküp)

Yıllar	Rusya Fed.	TPAO	İran	Azerbaycan	Cezayir	Nijerya	Spot Alım	Toplam Alım
2010	14.535	-	7.765	4.521	3.907	1.189	0	31.917
2009	17.207	-	5.252	4.959	4.487	903	259	33.069
2008	22.962	-	4.113	4.58	4.219	1.017	333	37.224
2007	22.753	41	6.054	1.257	4.204	1.395	167	35.874
2006	19.316	87	5.594	-	4.21	1.099	-	30.308

Kaynak: BOTAŞ, 2010 Yılı Sektör Raporu (Doğalgaz), 2010

Ülkemizde birincil enerji kaynakları arasında doğalgazın kullanım oranı sürekli yükselmektedir. Grafik 5.5’de Türkiye’nin yıllara göre sektörel tüketim verileri verilmiştir. Elektrik üretiminde, sanayide, gübre üretiminde ve konutlarda kullanılan doğalgazın birincil enerji kaynakları içindeki payı % 22’ye yükselmiştir.

Türkiye ise 1,6 milyar m³’lük kapasite²³ ile 2008 yılı doğalgaz tüketiminin sadece % 4,4’ünü depolama kapasitesine sahiptir. Bu depolama kapasitesi ile tüketimin yoğun olduğu kış aylarında, sadece 14 günlük doğal gazı depolayabilmekteyiz. Gelişmiş ülkeler, yıllık tüketiminin yaklaşık % 10’ununu depolayabilmektedir. Bu durumda ülkemizde doğalgaz depolanması üzerine de çalışmalar yapılması gerekmektedir.



Grafik 5.5. Türkiye'nin Sektörel Doğalgaz Tüketim Oranları

Kaynak: EPDK Doğalgaz piyasası 2011 sektör raporu

5.3.5.3. TR71 Bölgesinde Doğalgaz

TR71 bölgesindeki illerde doğalgaz üretimi yapılmamaktadır. Kırıkkale, Kırşehir, Niğde ve Nevşehir illerindeki gaz dağıtım şirketlerinden bazı tüketim bilgileri edinilmiştir. Tablo 5.39’da 2012 sonu itibariyle Kırşehir’deki abone sayıları, Tablo 5.40’ta tüketim miktarları verilmiştir. Kırşehir’de toplam 30.514 abone olup bunların yaklaşık % 96’sını konutlar oluşturmaktadır. Ticari kurumlar abone sayısında % 3,2’lik bir paya sahip olsa da toplam tüketimin % 13,6’sını oluşturmaktadır. Resmi kurumlar ise abone sayısının % 1’ini oluştururken tüketimin % 5’ini oluşturmaktadır. Kırşehir’de 2012 yılında toplam 38.316.015 m³ doğalgaz tüketilmiştir.

²³ Türkiye’nin Doğal Gaz Temin ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi Raporu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2008

Tablo 5.39. 2012 Yılı Sonu İtibariyle Kırşehir İlinde Doğalgaz Abone Sayılarının Sektörel Dağılımı

KIRŞEHİR ABONE SAYISI (31.12.2012)	
Konut	29.227
Ticari	1.003
Resmi	279
Sanayi	1
Serbest Tüketici	4

Kaynak: Kır gaz

Tablo 5.40. 2012 Yılı Sonu İtibariyle Kırşehir İlinde Doğalgaz Tüketim Miktarı

	TÜKETİM	ISIL (m³)	TÜKETİM kWh	TÜKETİM TUTARI
Konut	26.367.950	26.387.036	280.814.765	21.116.665,41
Resmi	5.209.014	5.213.957	55.477.009	4.215.835,26
Ticari	1.911.826	1.913.245	20.358.017	1.571.363,78
Vakıf Dernek	194,060	194,247	2.066.805	155.524,77
Serbest Tüketici	4.633.165	4.635.476	49.322.178	3,450,136.07
TOPLAM	38.316.015	38.343.961	408.038.774	30.509.525,29

Kaynak: Kır gaz

2012 yılı sonu itibariyle Kırıkkale'deki abone sayıları Tablo 5.41'de ve tüketilen doğalgaz miktarı Tablo 5.42'de verilmiştir. Kırıkkale'de toplam 40.517 abonenin 39.303 abone ile konutlar % 97'sini oluştururken tüketimin % 62'sini oluşturmaktadır. Kırıkkale'de 326 resmi abone kurum ile toplam abone sayısının % 1'in altında kalırken tüketimin yaklaşık % 10'unu oluşturmaktadır. Kırıkkale'de 2012 yılında toplam 68.925.285 m³ doğalgaz tüketilmiştir.

Tablo 5.41. 2012 Yılı Sonu İtibariyle Kırıkkale İlinde Doğalgaz Abone Sayılarının Sektörel Dağılımı

KIRIKKALE ABONE SAYISI (31.12.2012)	
Konut	39.303
Ticari	839
Resmi	326
Sanayi	13
Serbest Tüketici	36

Kaynak: Kır gaz

Tablo 5.42. 2012 Yılı İtibariyle Kırıkkale İli Abone Sayısı ve Tüketim Miktarı

	TÜKETİM	ISIL M ³	TÜKETİM KWH	TOPLAM TUTAR
Konut	42.786.646	42.554.504	452.665.655	34.075.648,99
Mahalli	220.077	218.962	2.329.793	178.900,00
Resmi	6,731.567	6.692.653	71.210.308	5.334.532,77
Sanayii	57.933	57.671	613.617	47.859,14
Ticari	2.640.419	2.627.915	27.959.732	2.154.949,85
Vakıf Dernek	399.093	396.820	4.221.907	316.590,47
Serbest Tüketici	16.089.550	16.120.985	171.529.653	12.581.529,52
TOPLAM	68.925.285	68.669.510	730.530.665	54.690.010,74

Kaynak: Kırğaz

Nevşehir’de 15 Ekim 2008 tarihinde doğalgaz verilmeye başlanmış ve her geçen yıl abone sayısı artarak 4 yılda 2012 yılı sonu itibariyle 36.781 aboneye ulaşmıştır. Tablo 5.43’de Nevşehir’deki doğalgaz abone sayılarının yıllara göre değişimi verilmiştir. Nevşehir’deki doğalgaz tüketimine bakıldığında 2012 yılında 23.732.932 m³ tüketim gerçekleşmiştir (Tablo 5.44). Tüketime büyük bir kısmının konutlarda ve ticari alanda olduğu, sanayide sadece % 6’lık bölümün gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 5.43. Nevşehir İlinde Doğal Gaz Abone Sayısı, BBS, 2008-2012

	Abone sayısı	Doğalgaz kullanan abone sayısı * (BBS) **	Doğalgaz kullanan daire sayısı (BBS)
2008	2179	1028	492
2009	4443	3329	1625
2010	14394	8280	5690
2011	24721	17686	13153
2012	36781	24577	18853

* Doğalgaz kullanan abone sayısına konut, ticari ve kamu kurumları dâhildir,

** BBS, Bağımsız birim sayısını ifade etmektedir

Kaynak: Kapadokyagaz

Tablo 5.44. Nevşehir İlinde Kullanım Yerlerine Göre Doğalgaz Tüketimi (m³) (2008-2012)

	Toplam	Konut ve ticari	Sanayi	Kamu Kurumları	Serbest tüketim
2008	1.023.660	174.782	824.759	24.119	-----
2009	4.246.133	1.062.063	2.824.356	359.714	-----
2010	6.426.249	2.381.142	271.295	436.904	3.135.358
2011	14.665.161	9.001.346	1.022.561	1.125.381	2.683.980
2012	23.732.932	16.138.479	1.452.444	2.608.115	3.392.156

Kaynak: Kapadokyagaz

Niğde’ye doğalgaz 23 Eylül 2006 verilmeye başlanmıştır. Bu tarihten itibaren abone sayısı her yıl artış göstermiş ve 2012 yılı sonunda 38.074 aboneye ulaşmıştır (Tablo 5.45). Ancak 2006 yılında tüketim gösterilmemiş, 2007 yılından itibaren başlayan doğalgaz tüketimi 2008-

2009 yıllarında ekonomik kriz nedeniyle azalmış, ardından 2010'dan 2012 yılına kadar abone sayısı artışı ile birlikte artmıştır (Tablo 5.46). 2012 yılındaki doğalgaz tüketimi toplamda 41.156.148 m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu rakamın % 56'lık bir kısmı konutlarda ve ticari alanda tüketilmiştir.

Tablo 5.45. Niğde İlinde Doğal Gaz Abone Sayısı, BBS (2006-2012)

	Abone sayısı	Doğalgaz kullanan abone sayısı* (BBS)**	Doğalgaz kullanan daire sayısı (BBS)
2006	2.231	1.445	1.009
2007	7.402	3.374	3.767
2008	12.767	8.210	6.757
2009	15.943	11.363	9.455
2010	21.549	14.952	12.848
2011	28.246	21.578	19.242
2012	38.074	29.912	26.393

* Doğalgaz kullanan abone sayısına konut, ticari ve kamu kurumları dâhildir,

** BBS, Bağımsız birim sayısını ifade etmektedir

Kaynak: Kapadokyagaz

Tablo 5.46. Niğde İlinde Kullanım Yerlerine Göre Doğalgaz Tüketimi (m³) (2006-2012)

Tarih	Toplam	Konut ve Ticari	Sanayi	Serbest	Kamu Kurumları
2006	-----	-----	-----	-----	-----
2007	18.676.501	3.867.777	108.685	12.848.857	1.851.181
2008	19.442.999	5.431.418	295.607	12.018.952	1.697.022
2009	18.540.651	8.431.753	624.034	7.256.907	2.227.957
2010	22.395.360	10.403.028	673.346	8.996.126	2.322.860
2011	36.363.295	18.326.860	1.406.662	11.185.814	5.443.958
2012	41.156.148	23.242.870	1.112.618	12.960.389	3.840.271

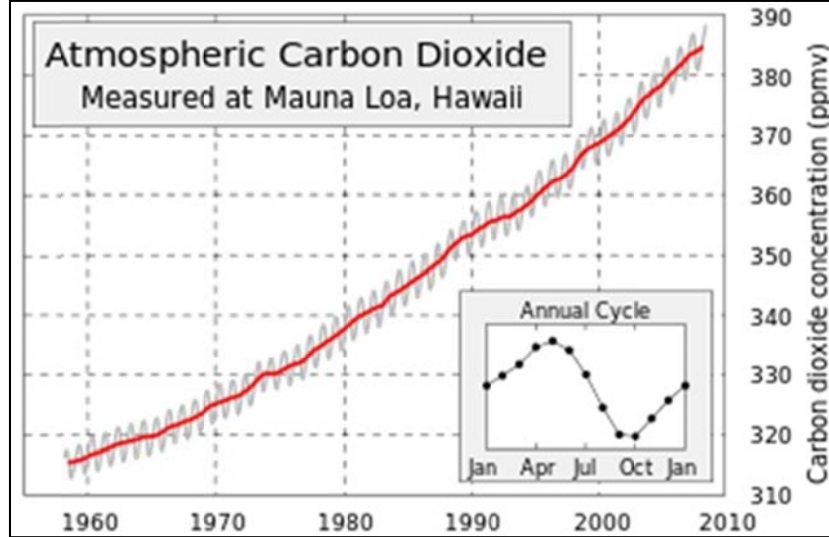
Kaynak: Kapadokyagaz

5.3.5.4. TR71 Bölgesinde Doğalgaz Depolanması

Doğalgaz depolanması, arz güvenliğini sağlamak, fiyat hareketlerinden etkilenmemek, kesintiyi engellemek ve arz-talep dengesini sağlamak amacıyla genellikle talebin az olduğu yaz aylarında yapılır. Türkiye kullandığı doğalgazın çok büyük bir kısmını yurtdışından ithal etmektedir. Doğalgaz rezervlerinin Türkiye'ye benzerlik gösterdiği Avrupa'da Fransa, yıllık tüketiminin % 31'i, İtalya % 25'i, Almanya % 12'si oranında depolama kapasitesine sahiptir. Türkiye'de TR71 bölgesinde, Aksaray'ın Sultanhanı mevkiinde, Çin menşeli China Tianchen Engineering Corporation firması ve BOTAŞ ortaklığı ile **Tuz Gölü Doğalgaz Depolanması Projesi** sürdürülmektedir. Proje dâhilinde Tuz Gölü'nün derinliklerinde bulunan tuz tabakaları eritilip yeryüzüne çıkarılması ile oluşan boşluklara doğalgaz depo edilmesi planlanmaktadır. Projenin mühendislik hesaplamaları yapılmış olup, 2015 yılında projenin önemli bir kısmının tamamlanarak yürürlüğe girmesi hedeflenmektedir. Proje tamamlandığında Tuz Gölü'nün altına 1 milyar m³ depolama yapılacak ve şebekeye günlük 40 milyon m³ doğalgaz verilebilecektir.

5.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Etkisini çok çeşitli ve şiddetli şekilde hissettiren küresel ısınmanın en büyük sebebi atmosfere yaymakta olduğumuz karbon dioksit gazıdır. Sera etkisi oluşturmada en etkin gazlardan birisi olan karbondioksitin yıllara göre atmosferdeki miktarı Grafik 5.6’da verilmiştir.



Grafik 5.6. Yıllara Göre Atmosferdeki Karbondioksit Oranları

Kaynak: NOAA Mauna Loa dataset: <http://co2now.org/>

Grafik 5.6'dan da görüleceği üzere atmosferdeki karbondioksit miktarı sürekli bir artış göstermektedir. Endüstriyel Devrim'den önce 275 ppm olduğu tahmin edilirken 2012 yılı itibarı ile bu rakam 391 ppm'e ulaşmıştır. Dünyada en çok karbondioksit salınımı Çin, ABD, Rusya, Hindistan, Japonya ve Almanya neden olmaktadır. Karbondioksit salınımı sebep olan en büyük etken ise kullandığımız fosil tabanlı enerji kaynaklarıdır. Küresel ısınmanın etkisini azaltmanın en önemli yolu ise enerji kaynaklarını çeşitlendirerek fosil yakıtların kullanımını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmaktır.

Enerjide dışa bağımlı ülkeler içinde yenilenebilir enerji kaynakları enerji faturalarının ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında büyük bir öneme sahiptir. Enerji güvenliği ve sürekliliğinin de sağlanması sürdürülebilir kalkınmanın temelini oluşturduğu düşünüldüğünde enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve yerli kaynaklara öncelik verilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda ülkemiz açısından düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynakları ve de özellikle hidrolik, güneş ve rüzgar en verimli bir şekilde kullanılmalıdır.

Dünyadaki toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarı 2001 yılında % 0,7 iken 2011 yılı itibarı ile % 2,1'e çıkmıştır (hidrolik kaynakların kullanımı hariç). Ülkemizde ise 2011 sonu itibarı toplam tüketimimizin sadece % 0,7'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır.²⁴

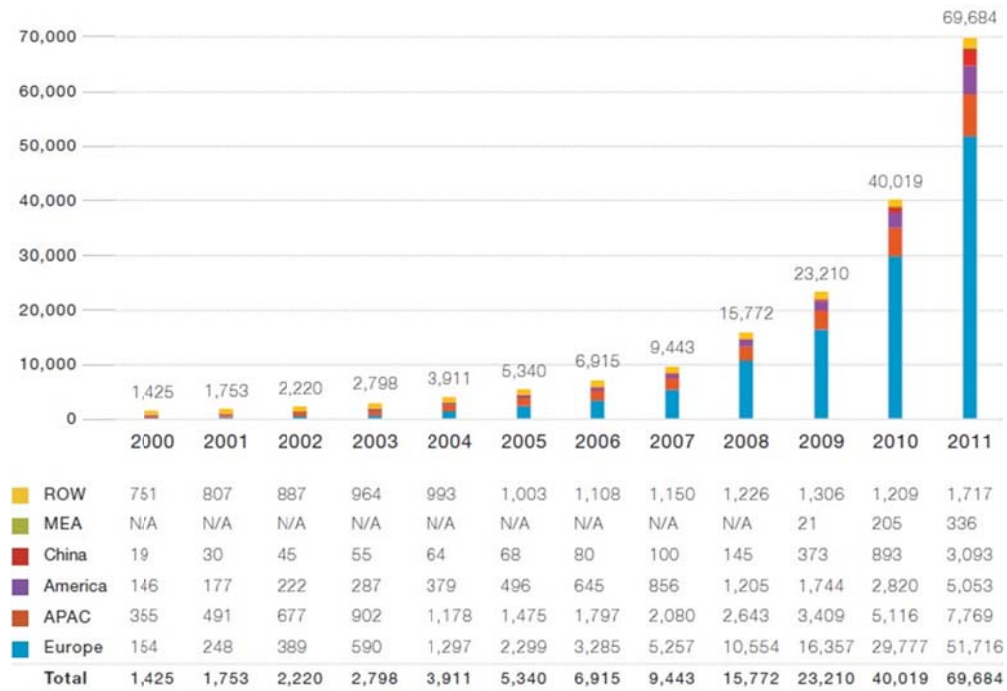
²⁴ BP Statistical Review of World Energy, June 2012

5.4.1. Güneş Enerjisi

Güneş kullandığımız bütün enerji kaynaklarının dolaylı yollardan temelini teşkil etmektedir. Bununla birlikte insanlığın hizmetine sunduğu imkanlar bu kadarla sınırlı değildir. Örneğin Güneş ışınlarının doğrudan ısı veya elektriğe dönüştürülmesi yoluyla tüm dünyanın enerji ihtiyacının kat ve kat fazlasını elde etmek mümkündür. Dünya'ya ulaşan Güneş ışınlarının içerdiği enerjiden iki türlü faydalanmak mümkündür. Güneş ışınlarının sahip olduğu ısı enerjisi kullanan sistemlere termodinamik sistemler, güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine çeviren sistemlere ise fotovoltaik sistemler denir. Termodinamik sistemler için verilebilecek en yaygın örnek güneş kolektörleri, fotovoltaik sistemler için ise güneş panelleridir.

5.4.1.1. Dünyada Güneş Enerjisi

Global ısınma ve petrol fiyatlarında yaşanan yükselişler alternatif enerji kaynaklarına özellikle güneş enerjisine olan talebi hızla arttırmıştır. Grafik 5.7'de yıllara göre küresel kümülatif güneş paneli kurulu gücü verilmiştir. Şekilden de anlaşılabacağı üzere Avrupa kurulu güç bakımından 52 GW ile en büyük paya sahiptir (Global olarak kurulu gücün yaklaşık % 75'i). Avrupa'yı 5 GW ile Japonya, 4,4 GW ile ABD ve 3,1 GW ile Çin izlemektedir.



Grafik 5.7. Yıllara Göre Global Kümülatif Güneş Paneli Kurulu Gücü ve Kurulu Olduğu Ülkeler

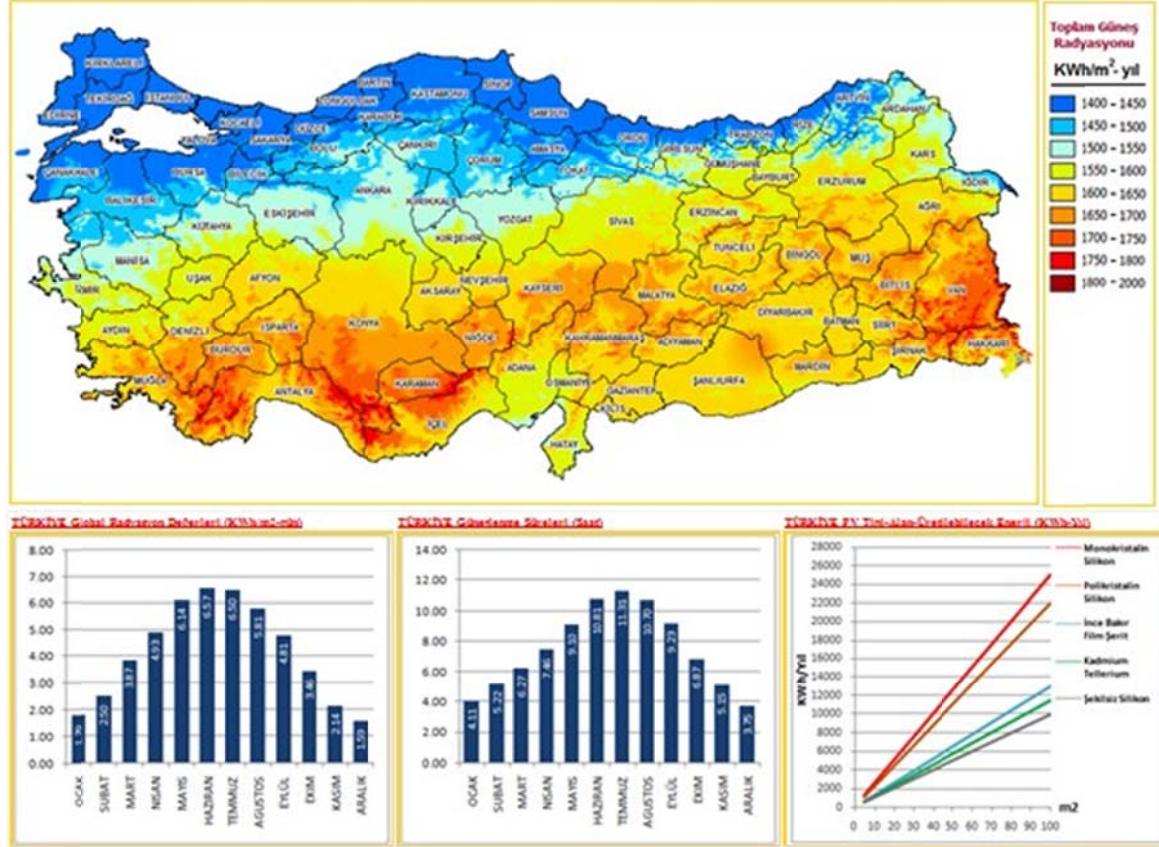
Kaynak: European Photovoltaic Industrial Association (EPIA), Annual Report, 2010

Sadece 2011 yılında küresel olarak toplam 29,7 GW gücünde güneş paneli kullanıma sokulmuştur. Bu miktar bir önceki yıla göre % 70'lik bir artışa tekabül etmektedir. Güneş enerjisi mevcut büyüme hızı ile yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidrolik ve rüzgardan sonra üçüncü sıraya yerleşmiştir.²⁵

²⁵ Global Market Outlook For Photovoltaics Until 2016, European Photovoltaic Industry Association

5.4.1.2. Türkiye'de Güneş Enerjisi

Dünyada ve Avrupa'da güneş enerjisine olan ilgi hızla artarken ülkemiz bu alanda yavaş kalmış ve trendi yakalayamamıştır. Güneş enerjisi ülkemiz açısında oldukça önem arz etmektedir. Çünkü bulunduğu kuşak itibarı ile birçok Avrupa ülkesinden çok daha fazla ve uzun süreli güneş ışını almaktadır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Türkiye'nin yıllık 380 milyar kWh'lık güneş enerjisi potansiyeli vardır. Metrekareye düşen ortalama yıllık güneş enerjisi 1.303 kWh ve ortalama yıllık güneşlenme süresi 2.640 saattir. Bu veriler günlük metrekareye 3,6 kWh'lık bir güce ve yaklaşık olarak 7,2 saat güneşlenme süresine denk gelmektedir.²⁶

Ülkemizde güneş enerjisinden elektrik üretiminin yaygınlaşmamasının en önemli sebebi güçlü bir destek programının olmaması idi. 2010 yılında, 7,3 USD cent/KWh olan destek miktarları 13,3 cent/KWh olarak revize edilmiştir. Ayrıca yerli teknolojilerin kullanılması durumunda bu destek 20 USD cent/KWh olarak belirlenmiştir. EPDK ilk aşamada (3 Aralık 2013 tarihine kadar) 600 MW'lık bir kurulu güç için lisans verilmesini kararlaştırmıştır. Güneş tarlaları kurulumu için lisans verilecek bölgeler Şekil 5.10'da verilmiştir. Lisans için başvuru yapan bir üretim tesisinin kurulu gücü en fazla 50 MW olabilecektir. Üretim kapasitesi 500 KW'ın

²⁶ Survey of Energy Resources, World Energy Council 2007, Solar Energy

altında olan tesisler için ise lisans aranmayacaktır. Kırmızı ile gösterilen bölgede en büyük lisans hakkı 92 MW ile Konya iline verilmiştir.



Şekil 5.10. EPDK Tarafından Belirlenen Güneş Tarlaları Kurulabilecek Muhtemel Bölgeler (Güneş Radyasyonu Değeri 1.650 kWh/m²-yıl'dan büyük alanlar seçilmiştir)
Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü

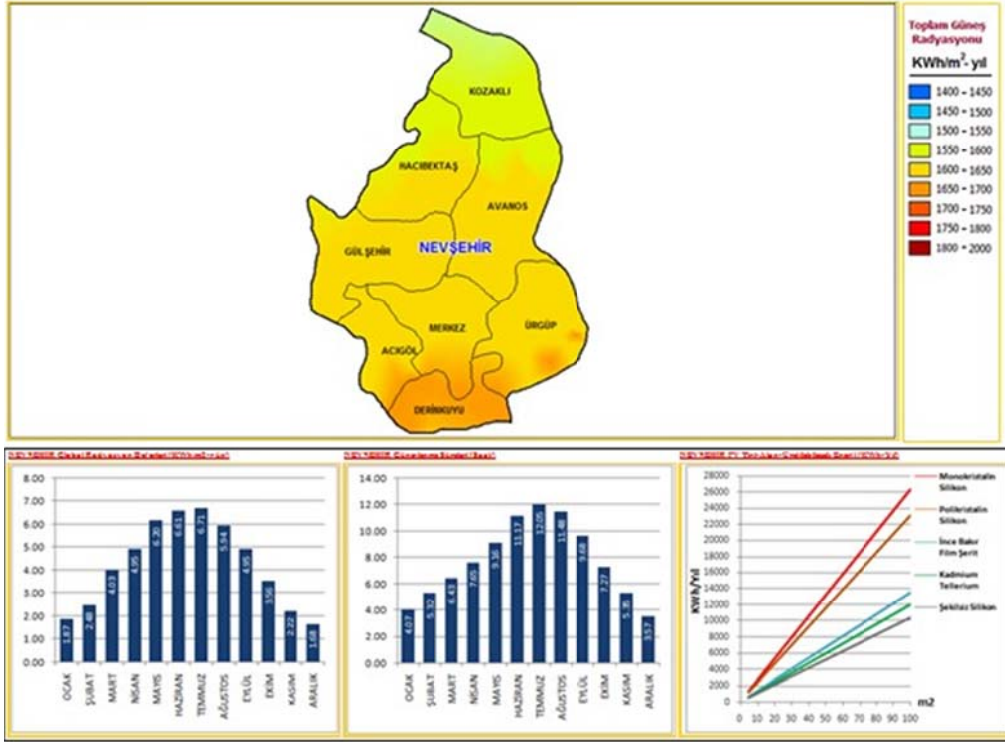
5.4.1.3. TR71 Bölgesinde Güneş Enerjisi

TR71 bölge illerine ilişkin günlük ortalama global radyasyon ve günlük ortalama güneşlenme süreleri Tablo 5.47'de verilmiştir.

Tablo 5.47. TR71 Bölge İlleri ve Türkiye'ye Ait Günlük Ortalama Global Radyasyon ve Günlük Ortalama Güneşlenme Süreleri

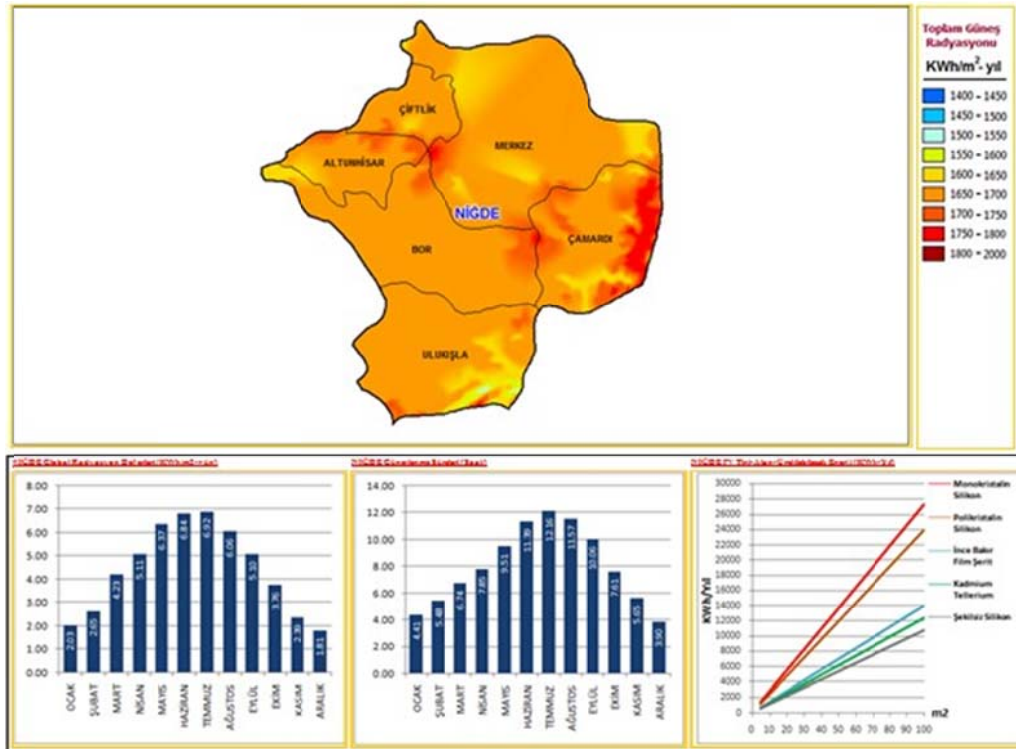
	Türkiye	Nevşehir	Niğde	Aksaray	Kırşehir	Kırıkkale
Günlük Ortalama Global Radyasyon (KWh/m²-gün)	3,60	4,27	4,44	4,32	4,14	4,00
Günlük Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	7,20	7,76	8,03	7,91	7,59	7,26

Tablo 5.47'den görüleceği gibi bütün illerimizde günlük ortalama global radyasyon ve günlük ortalama güneşlenme süreleri Türkiye ortalamasının üstündedir. Bölgenin yıllık ortalama global radyasyon değeri 1.545 kWh/m²-yıl'dır. Bölge illeri içerisinde en yüksek yıllık ortalama global radyasyon değeri 1.620 kWh/m²-yıl ile Niğde iline, en düşük yıllık ortalama global radyasyon değeri ise 1.460 kWh/m²-yıl ile Kırıkkale iline aittir. Şekil 5.11–5.15'de TR71 bölge illerine ilişkin güneş enerjisi potansiyel atlası, aylara göre ortalama global radyasyon değerleri ve yine aylara göre günlük ortalama güneşlenme süreleri verilmiştir. TR71 bölgesi içerisinde yer alan illerimizin güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir ve Türkiye ortalamasının üstündedir. Bu yüzden enerji kaynakları açısından zengin olmayan bölgemiz güneş enerjisinden daha fazla istifade etmelidir ve bu bağlamda sulamada, konutlarda, kamu kuruluşlarında, çiftliklerde vb. güneş enerjisi kullanımı özendirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.



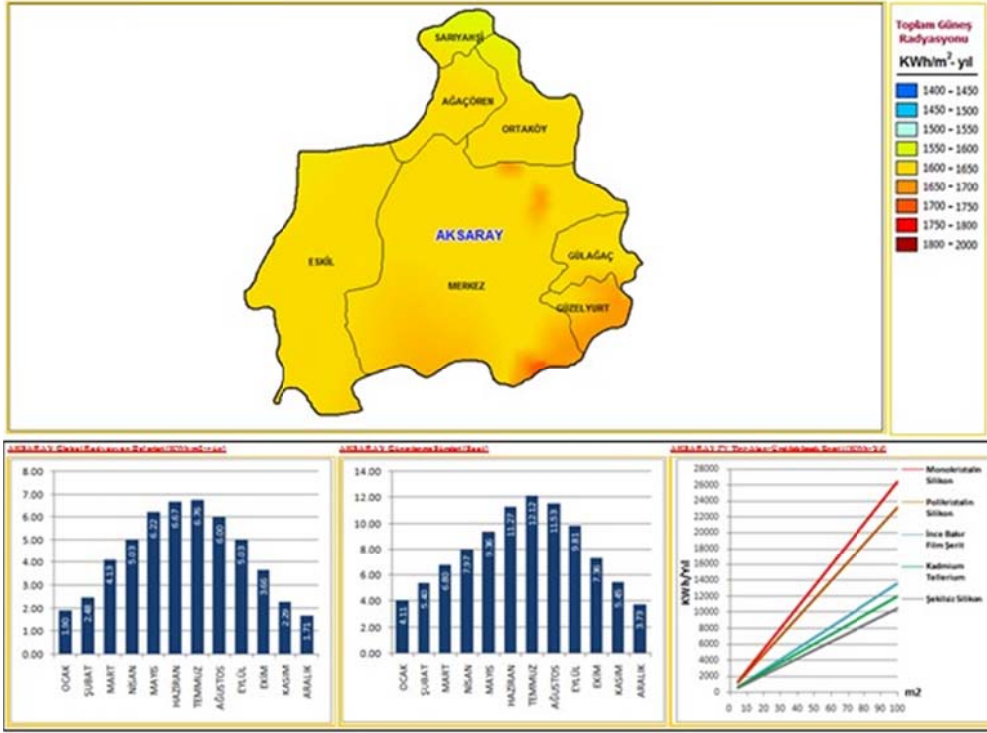
Şekil 5.11. Nevşehir İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>



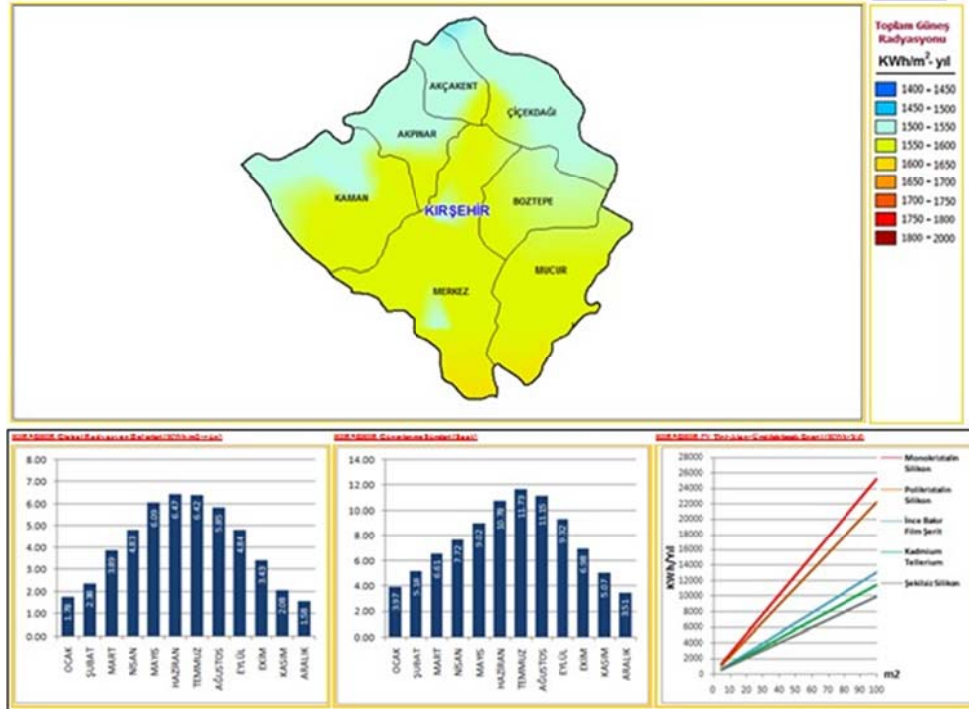
Şekil 5.12. Niğde İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>



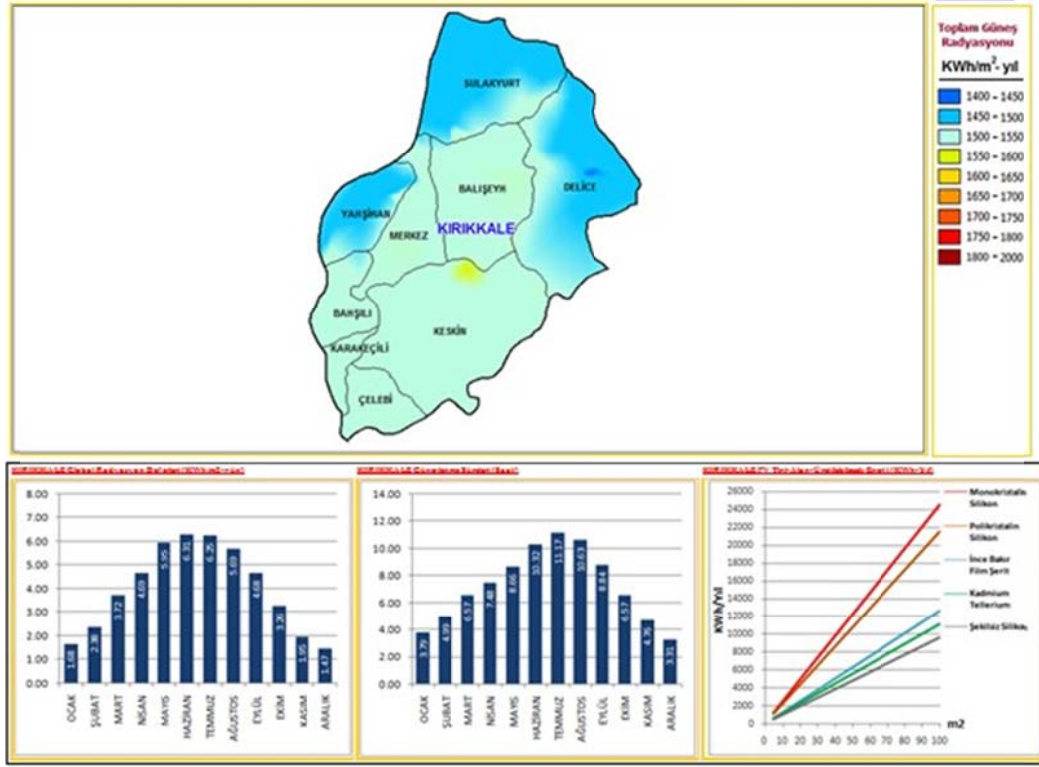
Şekil 5.13. Aksaray İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>



Şekil 5.14. Kırşehir İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>



Şekil 5.15. Kırıkkale İli Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğü: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

EPDK'nın 600 MW'lık lisans için belirlediği bölgeler arasında üç lokasyon TR71 bölgesi sınırları içerisinde. Bu bölgeler ve lisans verilecek toplam kurulu güç Tablo 5.48'de verilmiştir.

Tablo 5.48. TR71 Bölgesi Sınırları İçerisinde Güneş Tarlası Kurulumu İçin Lisans Verilecek Bölgeler ve Öngörülen Toplam Kurulu Güç

Bölge	Trafo Merkezleri	Toplam Kapasite
Niğde Nevşehir Aksaray	Bor	26 MW
	Derinkuyu	
	Mislioiva	
	Niğde 2	

5.4.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi, güneş enerjisinin dönüşüme uğramış biçimi olarak açıklanabilir. Rüzgar, güneşten gelen enerjinin karaları, denizleri ve atmosferi her yerde özdeş biçimde ısıtamamasından ve buna bağlı olarak oluşan basınç farklarından meydana gelen hava hareketidir. Rüzgarın kinetik enerjisi rüzgar türbinlerinde elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen enerji rüzgarın gücüne ve esme saat sayısına bağlıdır. Fosil yakıtlar kullanılarak enerji üretilen konvansiyonel sistemlerden salınan CO₂, NO_x gibi emisyonların çevre üzerindeki olumsuz etkileri diğer taraftan bu sistemlerde kullanılan yakıtların rezervlerinin sınırlı olması enerji üretiminde dikkatleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgar enerjisi, tüm dünyada en hızlı gelişen enerji pazarına sahiptir.

5.5.2.1. Dünyada Rüzgar Enerjisi

Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücü, devreye alınan yeni 44.711 MW kapasite ile bir önceki yıla göre yaklaşık % 18,6 artarak 2012 yılı sonunda 282.482 MW'a ulaşmıştır (Grafik 5.8). 1996'dan bu yana kümülatif rüzgar kurulu gücü logaritmik olarak artış göstermektedir. Dünyada kurulu güçte ilk sırayı 75.564 MW ile Çin almakta, onu 60.007 MW ile ABD takip etmektedir. 2012 yılı sonu itibariyle bölgesel olarak incelendiğinde kurulu güç değerleri, Afrika ve bazı orta doğu ülkelerinde (İsrail, Ürdün gibi) 1.135 MW, Asya'da 97.810 MW, Avrupa'da 109.237 MW, Latin Amerika ve Karayipler'de 3.505 MW, Kuzey Amerika'da 67.576 MW, Pasifik bölgesinde (Avustralya, Yeni Zellanda, Pasifik Adaları) 3.219 MW olmuştur. Avrupa'da en fazla kurulu güç kapasitesine sahip ilk beş ülke Almanya, İspanya, İngiltere, İtalya ve Fransa'dır. 31.332 MW kurulu güç kapasitesine sahip Almanya'yı, 22.796 MW ile İspanya takip etmektedir.²⁷ Afrika'da rüzgar enerjisi kullanımıyla ilgili bir durgunluk olmakla birlikte Mısır ve Fas'ta Kurulu güç değeri 200 MW'ın üzerindedir. Deniz üstü (offshore) rüzgar enerjisi kullanımında ise İngiltere 2.947,9 MW ile dünyada ilk sırada yer almaktadır. Kişi başına rüzgar enerjisi kullanımı önemli bir göstergedir. Dünyada kişi başı ortalama rüzgar enerji kurulu güç değeri ise yaklaşık 40 W'tır. 2011 yılı sonunda rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi 437,4 TWh olarak gerçekleşmiştir.²⁸ 2011 yılında Amerika'da elektrik talebinin rüzgar enerjisi ile karşılanma oranı % 2,9, Çin'de % 1,6, Danimarka'da % 28, Almanya'da % 7,6, Portekiz'de ise % 18 olmuştur.²⁹

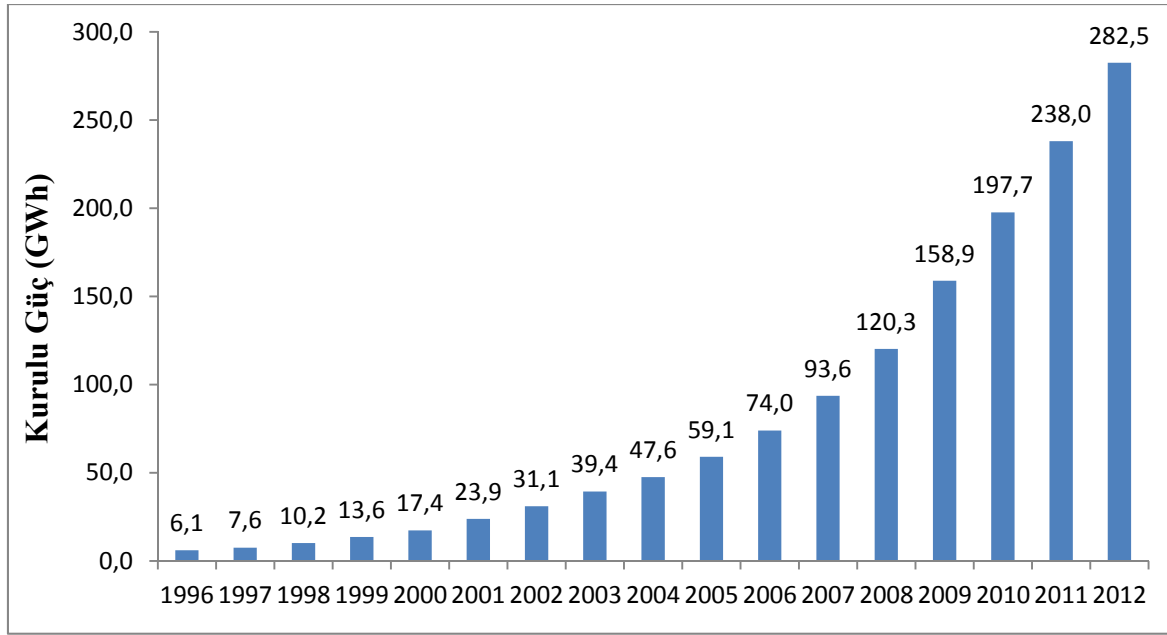
Rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi, enerji maliyeti konvansiyonel enerji üretim sistemleriyle rekabet edebilir düzeye geldikçe ve hükümetler tarafından desteklendikçe gelişimini sürdürmesi beklenmektedir.³⁰ Dünya rüzgar enerjisi pazarında lider ülkeler, dünya toplam kurulu güç kapasitesinin % 74'lük bölümüne sahip olan, Çin, Amerika, Almanya, İspanya ve Hindistan'dır. 2012 yılının ilk yarısında Çin devreye aldığı 5,4 GW kurulu güç ile en geniş pazara sahip olduğunu göstermiştir. Dünya rüzgar türbini pazarının % 32'lik bölümünü kullanmıştır. Avrupa rüzgar enerjisi pazarı, 2012 yılının ilk yarısında güçlü bir büyüme göstermiş, Almanya devreye aldığı 941 MW yeni kapasite ile Avrupa pazarında ilk sırada yer almıştır.

²⁷ Global Wind Energy Council, Global Wind Statistics, 2012

²⁸ BP Statistical Review of World Energy, 2012

²⁹ IEA Wind Annual Report, 2011

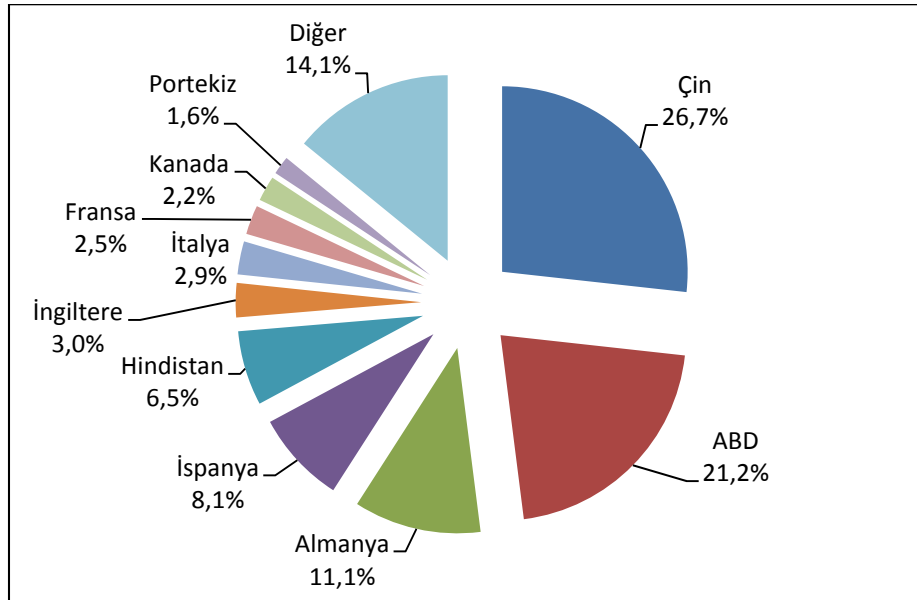
³⁰ World Energy Outlook 2012, Renewable Energy Outlook



Grafik 5.8. Küresel Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü (1996-2012)

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind Statistics, 2012

Doğu Avrupa’da (Romanya, Polonya, Ukrayna, Litvanya) ortaya çıkan pazarlar ise en dinamik pazarlar arasındadır. Latin Amerika’da Brezilya ve Meksika önemli pazar payına sahip ülkeler olup gelecek yıllarda bu durumlarını devam ettirmeleri beklenmektedir. Avustralya, 2011 yılı ile karşılaştırıldığında devreye aldığı 384 MW güç ile % 17’lik bir büyüme sağlayarak önemli gelişmeler göstermiştir.³¹



Grafik 5.9. Aralık-2012 İtibariyle Dünyada Kümülatif Kapasite Açısından İlk On Ülke

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind Statistics 2012

³¹The World Energy Association 2012 Half –year Report

Tablo 5.49. Ülkelerin Rüzgar Kurulu Gücü ve Toplama Göre Yüzdeleri

Ülke	Kurulu Güç (MW)	%
Çin	75.564	26,70
ABD	60.007	21,20
Almanya	31.332	11,10
İspanya	22.796	8,10
Hindistan	18.421	6,50
İngiltere	8.445	3,00
İtalya	8.144	2,90
Fransa	7.196	2,50
Kanada	6.200	2,20
Portekiz	4.525	1,60
Diğer	39.853	14,10
İlk On Ülke	242.630	85,90
Toplam	282.482	100,00

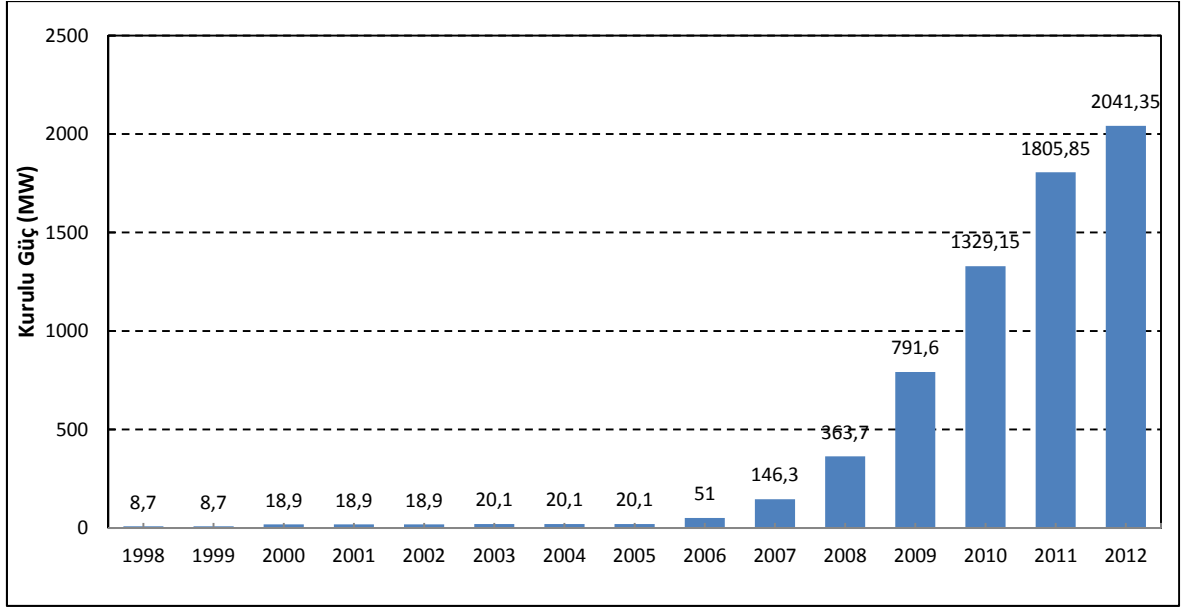
Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind Statistics 2012

5.5.2.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi

Hızlı büyüyen ekonomisi, artan nüfusu ve enerji talebiyle Türkiye, son yirmi yılda dünyada en hızlı büyüyen enerji pazarına sahip ülkelerden birisi olmuştur. Türkiye petrol ve doğalgaz rezervlerinin sınırlı olması nedeniyle, fosil yakıt ithalatını en aza indirmek ve enerji güvenliğini artırmak amacıyla sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma adına son zamanlarda büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlasına (REPA) göre Türkiye’deki teorik rüzgar enerjisi potansiyeli 48 GW civarındadır. Mevcut elektrik şebeke alt yapısı dikkate alındığında elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgar enerjisi potansiyeli 10.000 MW düzeyinde olduğu hesaplanmıştır.³² Elektrik şebekesinde yapılabilecek düzenlemelerle orta vadede elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgar enerjisi potansiyelinin 20.000 MW seviyelerine yükselmesi mümkün görünmektedir. 2020 yılına kadar Türkiye’de rüzgar enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW’a ulaşması öngörülmektedir. Türkiye’nin rüzgar enerjisi sektörü 2000’li yılların ortalarında çok hızlı gelişmeler göstermiş, 2005’te 20,1 MW olan kurulu güç kapasitesi 2012 yılı ortalarında yaklaşık 2.041 MW’a ulaşmıştır.³³ Halen ülkemizde işletmedeki lisanslı rüzgar enerjisi santrallerinin kurulu gücü 2.294 MW, işletmedeki yap-işlet-devret rüzgar santrallerinin kurulu gücü ise 17,4 MW olup toplam kurulu güç 2.312 MW’tır.

³² Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2011

³³ Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2012

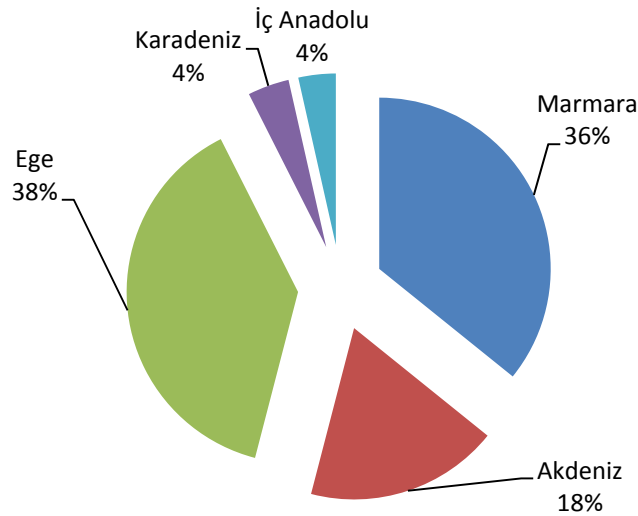


Grafik 5.10. Türkiye Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Kurulu Güç Bakımından Toplam Dağılımı

Kaynak: Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2012

Türkiye olukça iyi rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olup, özellikle Çanakkale, İzmir, Balıkesir ve Hatay bölgeleri göze çarpan rüzgarlı bölgeler arasındadır. Türkiye’de en fazla rüzgar gücü kapasitesine sahip üç il Balıkesir, Çanakkale, İzmir olarak sıralanmaktadır. İşletmedeki rüzgar enerjisi santralleri il bazında incelendiğinde ilk sırayı % 20,73 ile Balıkesir, ikinci sırayı % 16,93 ile Manisa ve üçüncü sırayı ise % 15,94 ile İzmir almaktadır. En fazla kurulu gücün bulunduğu şehir 423,1 MW değeri ile Balıkesir’dir. Türkiye’nin en büyük rüzgar enerjisi santrali ise 135 MW kurulu güç değeri ile Osmaniye-Bahçe’de işletilmektedir.

Bölgelere göre bakıldığında en fazla kurulu gücün 786,20 MW ile Ege Bölgesinde olduğu görülmektedir. İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesinde ise rüzgar enerjisi potansiyeli atlasından da görülebileceği gibi kullanılabilir potansiyel az olduğu için çok fazla yatırım bulunmamaktadır.

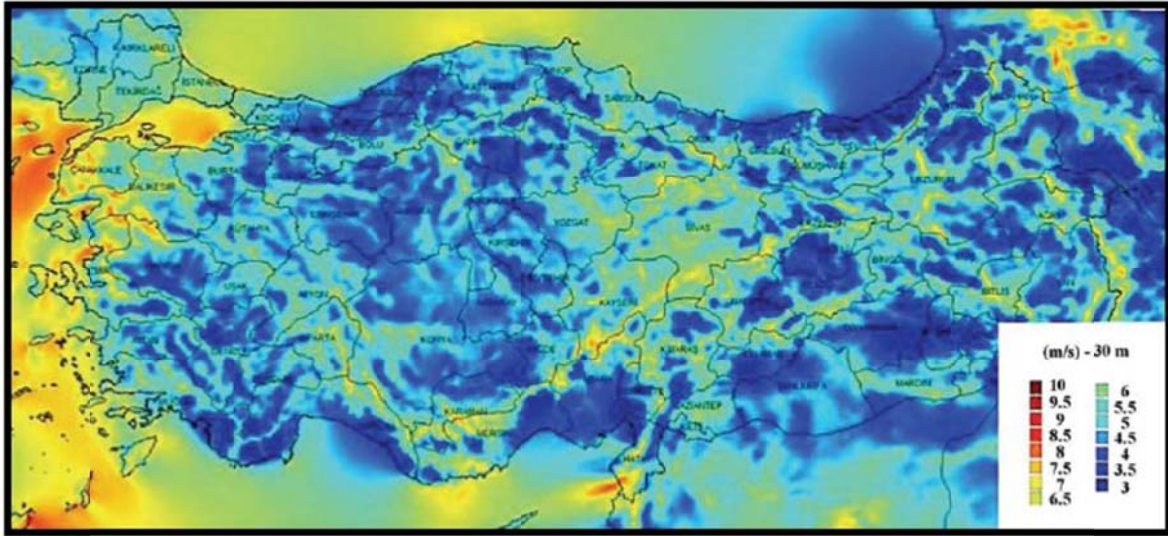


Grafik 5.11. İşletmedeki Rüzgar Enerjisi Santrallerinin Bölgelere Göre Dağılımı

Kaynak: Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2012.

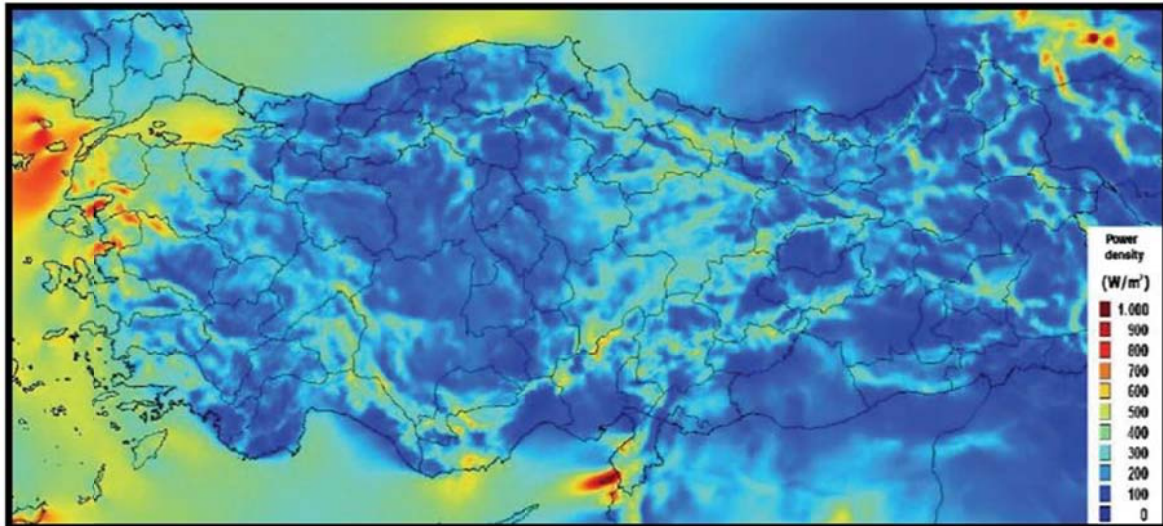
İnşa halindeki rüzgar enerjisi santralleri incelendiğinde, Marmara Bölgesi % 49,67 ile ilk sırada, Ege Bölgesi ise % 44,25 ile ikinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde çok sayıda lisans alınmış rüzgar enerjisi santral projesi bulunmaktadır. Lisans alınmış projelerin ilk sırada olduğu şehir İzmir olup, bu projelerin toplam kurulu güç değeri 917,45 MW'tır.

Türkiye rüzgar enerjisi piyasasına çoğunlukla yerel aktörler hakimdir ve bazı firmalar (AteşÇelik, Alke, Çimtaş ve Enercon) tarafından kule imalatı yapılmaktadır. Yerel türbin kanadı imalatçıları Aero Wind, AyetekWind ve Altema Enerji'dir. Enercon % 32,65'lik payla en geniş pazar payına sahip üretici olurken, onu % 28,65 ile Vestas, % 22,65 ile Nordex ve % 10,20 ile General Electric (GE) izlemektedir.³⁴



Şekil 5.16. Türkiye’de 30 m Yükseklikte Rüzgar Hızı Dağılımları

Kaynak: M. Gökçek, Developing Wind Energy in Turkey, Paths to Sustainable Energy, ISBN: 978-953-307-401-6, InTech (2010)



Şekil 5.17. Türkiye’de 30 m Yükseklikte Rüzgar Hızı Dağılımları

Kaynak: M. Gökçek, Developing Wind Energy in Turkey, Paths to Sustainable Energy, ISBN: 978-953-307-401-6, InTech (2010)

³⁴ Global Wind Report, Annual Market Update 2011

Tablo 5.50. Türkiye’de İşletme Halindeki Rüzgar Enerjisi Santralleri

PROJE ADI	KURULU GÜÇ (MW)	MEVKİ	TÜRBİN GÜCÜ	İŞLETMEYE GİRİŞ TARİHİ
Söke-Çatalbük RES	30	Aydın	2 MW	2012
Mersin Mut RES	33	Mersin	3 MW	2010
Ayyıldız RES	15	Balıkesir	3 MW	2009
Akres	45	Manisa	2.5 MW	2011
Aksu RES	72	Kayseri	2 MW	2012
Susurluk RES	45	Balıkesir	2.5 MW	2011
Çataltepe RES	16	Balıkesir	2 MW	2010
Keltepe RES	20,7	Balıkesir	0,9 MW	2009
Çamseki RES	20,8	Çanakkale	2 MW +0,8 MW	2009
Çeşme RES	1,5	İzmir	0,5 MW	1998
Kuyucak RES	25,6	Manisa	2 MW-0,9 MW	2010
Sarıkaya RES	28,8	Tekirdağ	2MW+2MW+0,8MW	2009
İntepe RES	30,4	Çanakkale	0,8 MW	2007
ARES	7,2	İzmir	600 KW	1998
Bandırma-3-RES	24	Balıkesir	2,5 MW	2010
Akbük RES	31,5	Aydın	2,1 MW	2009
AyRES	5	Çanakkale	1,8 MW	2011
Şamlı RES	113,4	Balıkesir	3 MW	2008
Şenbük RES	15	Hatay	3 MW	2010
Amasya RES	40	Amasya	2,5 MW	2012
Belen RES	36	Hatay	3 MW	2009/2010
Aliğa RES	90	İzmir	2,5 MW	2010
Sorna RES	90	Manisa	2,5 MW	2010
Bandırma RES	60	Balıkesir	3 MW	2009/2010
Boreas 1 Enez RES	15	Edirne	2,5 MW	2010
Bozcaada RES	10,2	Çanakkale	0,6 MW	2000
Metritepe RES	40	Bilecik	2,5 MW	2012
Dares Datça RES	29,6	Muğla	0,8 MW +0,9MW	2008
Sebenoba RES	30	Hatay	2 MW	2008
Karakurt RES	10,18	Manisa	1,8 MW	2007
Burgaz RES	14,9	Çanakkale	0,8 MW +0,9MW	2007
Sayalar RES	34,2	Manisa	0,9 MW	2008
Seyitali RES	30	İzmir	2,0 MW	2011
Çanakkale RES	29,9	Çanakkale	2,3 MW	2011
Dağpazarı RES	39	Mersin	3 MW	2012
Şenköy RES	27	Hatay	3 MW	2012
ŞahRES	93	Balıkesir	3 MW	2011
SaRES	22,5	Çanakkale	2,5 MW	2010/2011
Karadağ RES	10	İzmir	2,5 MW	2012
Yuntdağ RES	57,5	İzmir	2,5 MW	2008
Bozyaka RES	52,5	İzmir	2,5 MW	2011
Kores Kocadağ-2 RES	15	İzmir	2,5 MW	2010
Kemerburgaz RES	24	İstanbul	2 MW	2008

PROJE ADI	KURULU GÜÇ (MW)	MEVKİ	TÜRBİN GÜCÜ	İŞLETMEYE GİRİŞ TARİHİ
Mare Manastır RES	39,2	İzmir	0,9 MW+0,8 MW	2006/2007
Mazi-3 RES	30	İzmir	2,5 MW	2009/2010
Killik RES	40	Tokat	2,5 MW	2012
Gökçedağ RES	135	Osmaniye	2,5 MW	2009/2010
Turguttepe RES	24	Aydın	2 MW	2010
Çatalca RES	60	İstanbul	3 MW	2008
Saray RES	4	İstanbul	2 MW	2012
Soma RES	140,1	Manisa	2,0 MW +0,9 MW	2011/2012
Sunjüt RES	1,2	İstanbul	0,6 MW	2006
TepeRES	0,85	İstanbul	850 MW	2006
Düzova RES	30	İzmir	2,5 MW	2009/2010
Bandırma RES	35	Balıkesir	1,5 MW	2006
Ziyaret RES	57,5	Hatay	2,5 MW	2010/2011

Kaynak: Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2012

5.5.2.3. TR71 Bölgesinde Rüzgar Enerjisi

Türkiye'nin özellikle batı bölgelerinde ekonomik olarak rüzgar enerjisinden elektrik üretilebilecek bir potansiyel bulunmakla birlikte, Kırıkkale, Aksaray, Kırşehir, Nevşehir ve Niğde illerini kapsayan TR71 Düzey 2 bölgesi rüzgar enerjisi potansiyeli açısından yetersiz kalmaktadır. 50 metre yükseklikte Niğde için ortalama rüzgar hızı 3,06 m/s, Nevşehir için 2,46 m/s, Kırıkkale için 2,69 m/s, Kırşehir için ise 3,05 m/s'dir.³⁵ Türkiye Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Rüzgar Enerjisi Atlası verilerine göre; TR71 Düzey 2 bölgesi illerine kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali kapasiteleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Bu atlasa göre ekonomik rüzgar enerjisi santrali yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgar hızı gerekmektedir.

Tablo 5.51. TR71 İllerine Kurulabilecek Rüzgar Enerjisi Santrali Güç Kapasitesi

	50 m'de rüzgar gücü (W/m ²)	50 m'de rüzgar hızı (m/s)	Toplam alan (km ²)	Toplam kurulu güç (MW)
Niğde	300-400	6,8-7,5	11,65	58,24
	400-500	7,5-8,1	0,77	3,84
	500-600	8,1-8,6	0	0
	600-800	8,6-9,5	0	0
	>800	>9,5	0	0
	Toplam		12,42	62,08
Aksaray	300-400	6,8-7,5	0	0
	400-500	7,5-8,1	0	0
	500-600	8,1-8,6	0	0
	600-800	8,6-9,5	0	0
	>800	>9,5	0	0
	Toplam		0	0

³⁵M.Gökçek, M.S.Genç, "Evaluation of electricity generation and energy cost of wind energy conversion systems (WECSs) in Central Turkey", Applied Energy, 2731-2739 pp., 2009

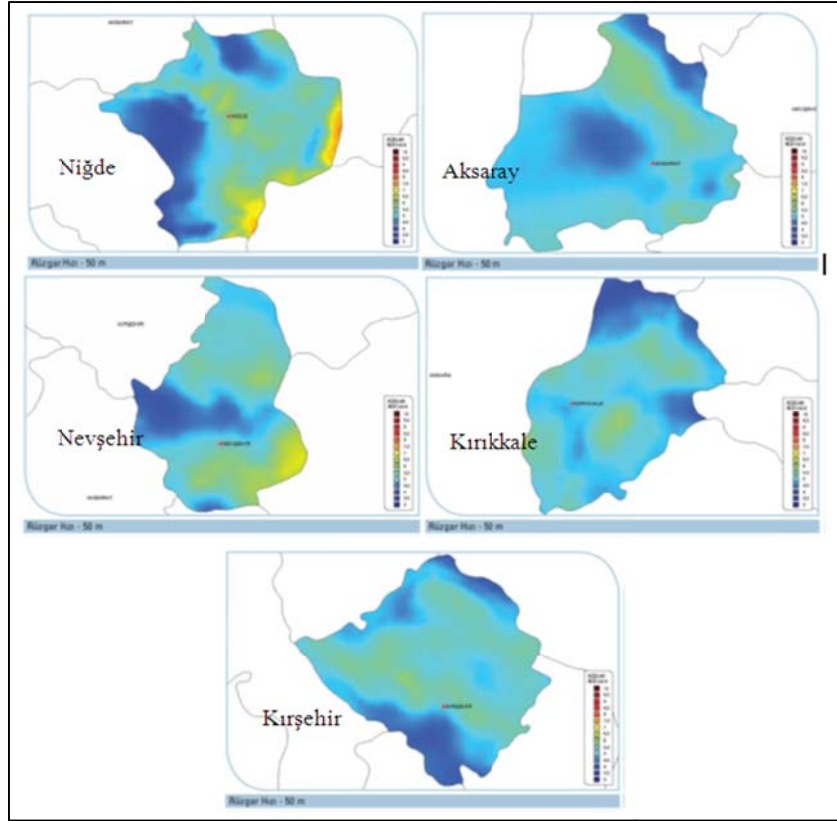
	50 m'de rüzgar gücü (W/m ²)	50 m'de rüzgar hızı (m/s)	Toplam alan (km ²)	Toplam kurulu güç (MW)
Nevşehir	300-400	6,8-7,5	1,65	8,24
	400-500	7,5-8,1	0	0
	500-600	8,1-8,6	0	0
	600-800	8,6-9,5	0	0
	>800	>9,5	0	0
	Toplam		1,65	8,24
Kırıkkale	300-400	6,8-7,5	0	0
	400-500	7,5-8,1	0	0
	500-600	8,1-8,6	0	0
	600-800	8,6-9,5	0	0
	>800	>9,5	0	0
	Toplam		0	0
Kırşehir	300-400	6,8-7,5	0	0
	400-500	7,5-8,1	0	0
	500-600	8,1-8,6	0	0
	600-800	8,6-9,5	0	0
	>800	>9,5	0	0
	Toplam		0	0
TR71	Genel Toplam		14,07	70,32

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

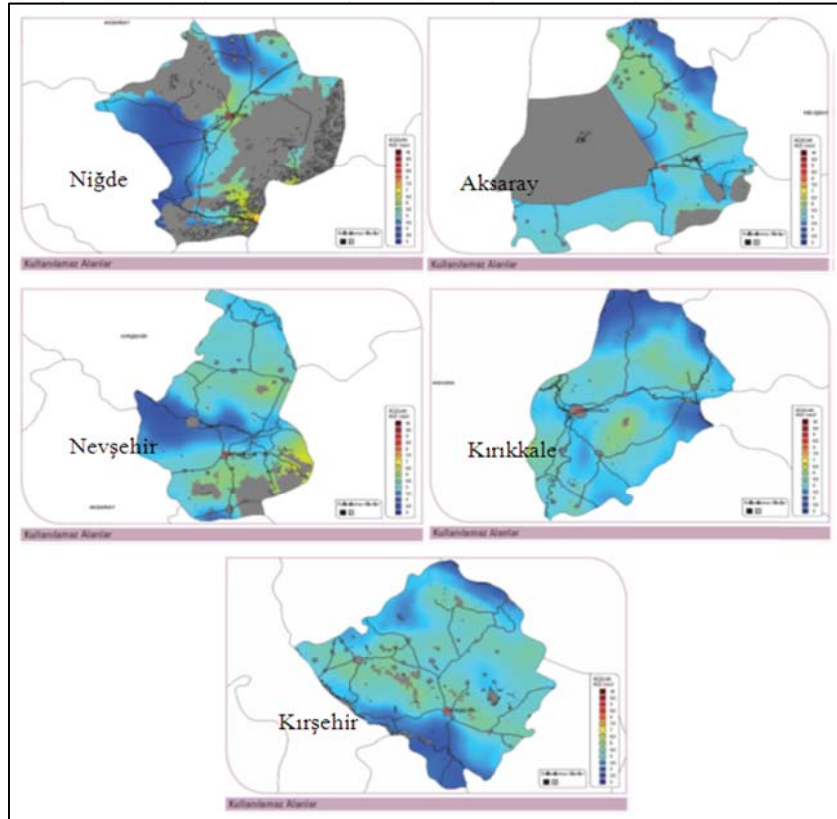
TR71 Düzey 2 Bölgesi'nde rüzgar enerjisi santrali kurulabilecek toplam alan 14,07 km² olup toplam kurulu güç kapasitesi 70,32 MW'dır. Niğde iline kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali için toplam alan 12,42 km² ve Nevşehir iline kurulabilecek alan 1,65 km² olarak tespit edilmiştir. TR71 Düzey 2 Bölgesi'nde kurulabilecek rüzgar enerjisi santralleri için toplam kurulu güç kapasitesi Niğde ili için 62,08 MW, Nevşehir ili için 8,24 MW olarak tespit edilmiştir. Potansiyel hesaplamalarına göre kapasite faktörünün % 35 ve üzerinde olması durumunda Kırıkkale, Kırşehir ve Aksaray illerinde rüzgar enerjisi santrali kurulabilecek alan bulunmamaktadır. Niğde ili Altınhisar ilçesinde lisans durumu yürürlükte olan 40 MW kurulu güce sahip Karakapı Rüzgar Enerjisi Santrali projesi bulunmaktadır.

Türkiye Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Rüzgar Enerjisi Atlas'ında Kırşehir ili rüzgar enerjisi santrali kurulabilecek alanlar içerisinde görünmemesine rağmen, halen bu bölgede 150 MW (60 adet 2.000 kW ve 10 adet 3.000 kW türbin) kurulu güç kapasitesine sahip bir santralin inşa çalışmaları devam etmektedir. Bu santralin 2014 yılında tamamlanması ve yılda 487,5 GWh enerji üretmesi beklenmektedir. Bu proje göz önünde bulundurulduğunda, sadece oluşturulan rüzgar enerjisi atlasının dikkate alınmayıp rüzgarlı bölgelerde daha gerçekçi gözlemlerin yapılması gerektiği söylenebilir.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretmeyi teşvik eden ilk yenilenebilir enerji kaynakları kanunu 2005 yılında kabul edilmiştir. Bu kanun 2010 yılında değiştirilmiş, yenilenebilir enerji kaynakları destek mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, 10 yıl süreyle rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi tarifesini 7,3 c/kWh (ABD doları) olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.18. TR71 İllerinde 50 m Yükseklikte Ortalama Rüzgar Hızları
Kaynak: YEGM, http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html



Şekil 5.19. TR71 İllerinde Rüzgar Enerjisi Santrali Kurulabilecek Alanlar (Gri Bölgeler)
Santral Kurulamaz Alanlar)

Kaynak: YEGM, http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html

Rüzgar enerjisi üretim lisansı alan lisans sahipleri için, bu kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31.12.2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, yukarıda verilen fiyata, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; 0,6 - 1,3 c/kWh ilave edilmesi kabul edilmiştir.³⁶

5.4.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, dünya kabuğundaki sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kayalarda var olan termal enerjinin yeryüzüne çıkarılarak kullanılmasını içeren yenilenebilir, sürdürülebilir ve uygun kullanıldığı takdirde bitmeyen enerji kaynağıdır. Ancak, jeotermal bölgede çok fazla sayıda üretim kuyusu açılarak rezervuarın beslenme suyundan daha fazla akışkanın yeryüzüne çıkartılmasıyla sahanın akışkan dengesi bozulabilmekte ve kuyu basıncında ve üretim debisinde istenmeyen azalmalar meydana gelebilmektedir. Jeotermal enerjinin sürdürülebilirliğini sağlayabilmek amacıyla, çıkarılan akışkanın yeryüzü kullanımından sonra rezervuara geri basılması gerekmektedir.

Jeotermal enerjiye genellikle volkanik ve magmatik bölgelerde rastlandığından dünyada coğrafik alanın sadece % 5'ini kaplayan ateş çemberi (ring of fire) adı verilen bir kuşakta bulunmaktadır. Ülkemiz de bu sıcak bölge içerisinde yer almaktadır. Şekil 5.20'de dünyada jeotermal enerji bakımından zengin bölgeler kırmızı ile gösterilmiştir.

Jeotermal enerji doğrudan kullanılabilirdiği gibi elektrik üretimi ile de şebekeye enerji verebilmektedir. Bunun dışında ısı pompaları ile yer yüzeyine yakın yerlerde toprağın sıcaklığının kullanılarak ısıtma ve soğutma yapılması da jeotermal enerjinin ilgi alanındadır. Jeotermalden elektrik üretimi için genellikle 150°C'nin üzerinde sıcaklıklarda yapılmaktadır. Doğrudan kullanımlar için kullanım amacına göre 5°C'nin üzerindeki sıcaklıklar yeterli olabilmektedir. Tablo 5.52'de farklı kullanım sektörüne ve uygulama alanına göre jeotermal enerjinin kullanılabileceği sıcaklıklar ayrıntılı olarak verilmiştir. Jeotermal enerjinin tarımdan kimya sektörüne, turizmden konut ısıtma sistemlerine kadar enerji gerekli birçok alanda kullanılabileceği görülmektedir.



Şekil 5.20. Dünyadaki Jeotermal Enerji Bakımından Zengin Ülkeler

Kaynak: <http://geothermal.marin.org/GEOpresentation/sld015.htm>

³⁶ TBMM, Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda değişiklik yapılmasına dair kanun, <http://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k6094.html>, 2010

Tablo 5.52. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları ve Kullanım Sıcaklık Değerleri

Sektör	Uygulama Alanı	Sıcaklık (°C)
Güç Üretimi	Klasik Güç Santralleri	150 - 300
	İkili Çevrim Güç Santralleri	90 - 200
Endüstriyel	Kağıt Üretimi	90 - 120
	Yağ İyileştirme	70 - 90
	Kimya Sektörü	80 - 100
	Yün Yıkama	50 - 80
	Çamaşır Kurutma	90 - 100
	Yığın Süzme İşleme	90 - 130
	Bakır İşleme	90 - 100
Tarımsal	Balık Çiftliği	5 - 40
	Topraklı Tarım	5 - 40
	Yiyecek İşleme	30 - 90
	Konserveçilik	100 - 140
	Seracılık	30 - 90
	Ahır Hayvancılığı	20 - 60
	Yem Sektörü	50 - 120
Bölgesel Isıtma	Isı Pompaları	5 - 60
	Evsel Sıcak Su	50 - 70
	İklimlendirme	120 - 150
	Isı Yayıcı Paneller	30 - 50
	Radyatör	40 - 90
	Kar Eritme	40 - 80
Isıl Terapi	Yüzme Havuzları	25 - 50
	Kaplıca	30 - 50

Kaynak: Hurter S., Schellschmidt R., Atlas of geothermal resources in Europe, Geothermics, 32, 779 - 787, 2003

5.4.3.1. Dünyada Jeotermal Enerji

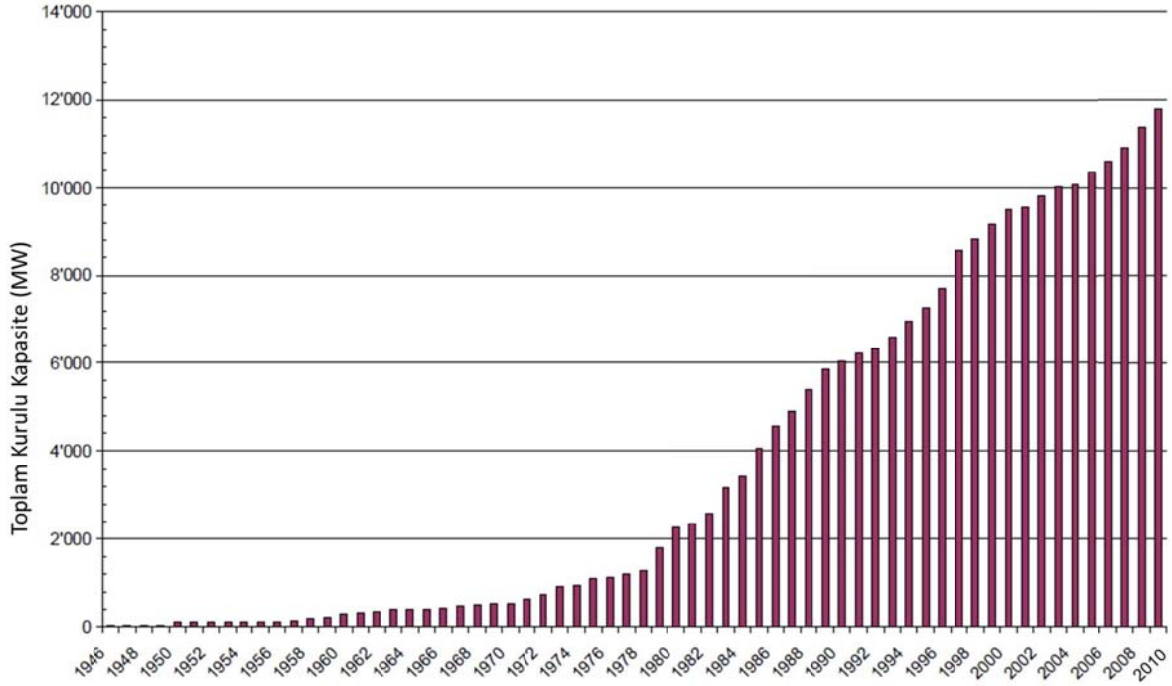
Dünyada jeotermal enerjinin kullanımı M.Ö. 10.000'li yıllarda Akdeniz'de çanak çömlek yapımı ile başlamış olup, ilk defa jeotermal buhardan elektrik üretimi 1904 yılında Piero Ginori Conti tarafından İtalya'da yapılmıştır. Elektrik üretiminde yoğun kullanım ise 1980'li yıllardan sonra kullanımı artmaktadır. Grafik 5.15'de dünyada yıllara göre kurulu güç kapasiteleri verilmiştir.

Dünyada 2010 yılı itibarı ile jeotermal enerji kurulu gücü 10.715 MW, 2010 yılı üretilen elektrik enerjisi miktarı ise 67.246 GWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve İtalya olurken Kosta Rika'nın ardından Türkiye 12. sırada yer almaktadır. Dünyada elektrik dışı kullanım ise 33.000 MW'tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye'dir.³⁷

Dünyada jeotermal enerjiyi en çok kullanan ülkeler ve sahip oldukları kurulu güçler 2010 yılı itibarıyla Şekil 5.21'de verilmiştir. Jeotermalden en çok elektrik üreten ülke 3.098 MW ile ABD'yi 1.904 MW ile uzak doğudan Filipinler izlemektedir. Filipinlerde toplam elektrik

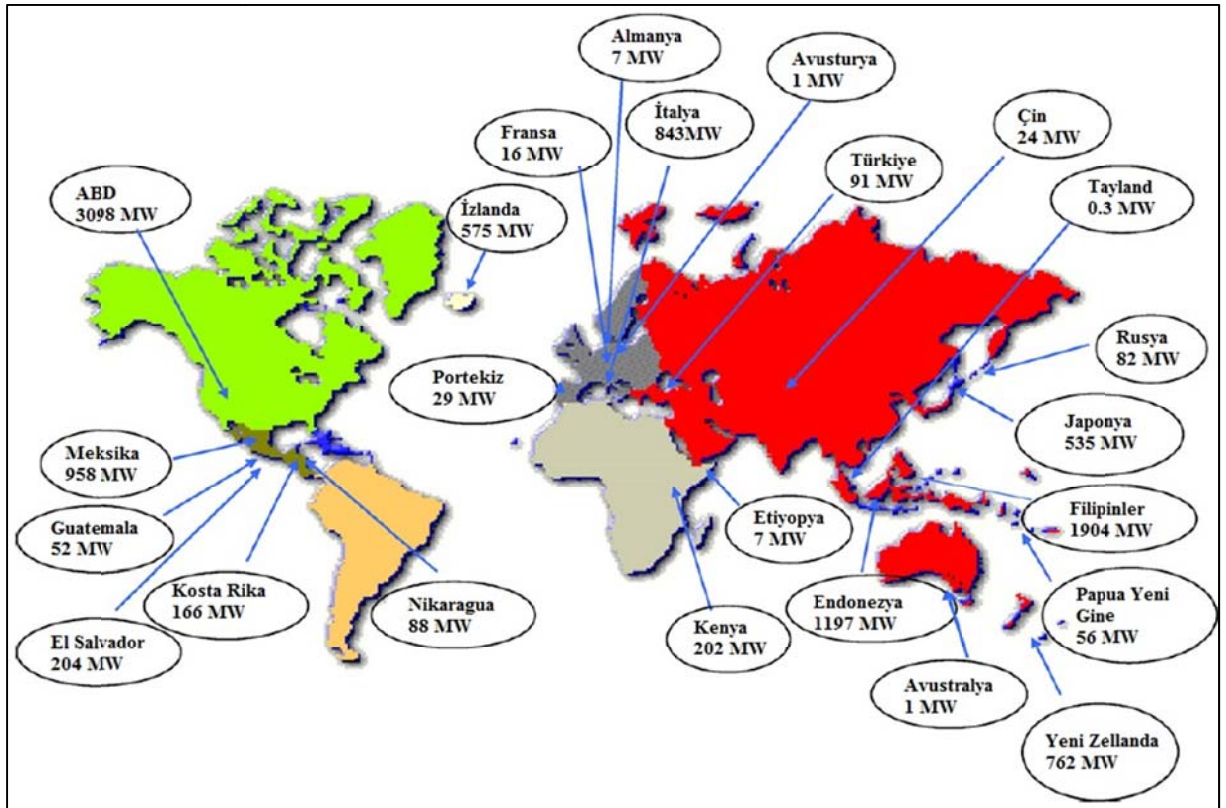
³⁷ Bertani R., Geothermal power generation in the world 2005 - 2010, Geothermics, 41, 1-29, 2012

üretiminin % 27'si jeotermal enerjiden elde edilmektedir. İzlanda'da toplam ısı enerjisinin (şehir ısıtması) % 86'sı jeotermalden karşılanmaktadır.



Grafik 5.12. Yıllara Göre Dünyada Jeotermal Kurulu Güç Kapasiteleri

Kaynak: Bertani R., Geothermal power generation in the world 2005 - 2010, Geothermics, 41, 1-29, 2012



Şekil 5.21. Dünyada Jeotermal Enerjiyi En Çok Kullanan Ülkeler ve Bu Ülkelerin Sahip Oldukları Kurulu Güçler

Kaynak: Bertani R., Geothermal Power Generation In The World 2005 - 2010, Geothermics, 41, 1-29, 2012

5.4.3.2. Türkiye’de Jeotermal Enerji

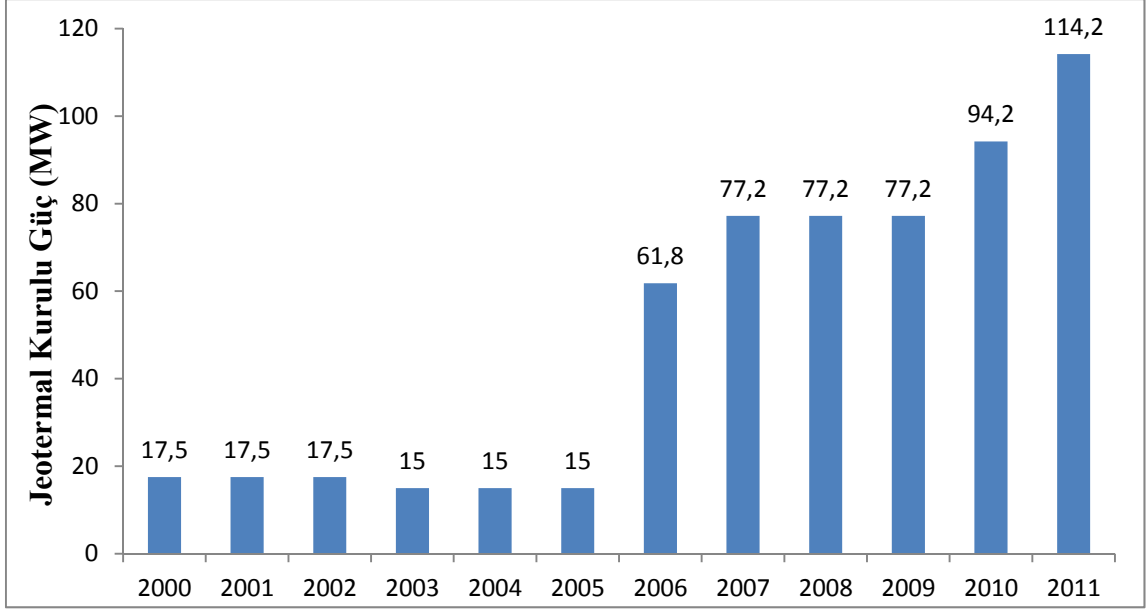
Türkiye, Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almasından dolayı 31.500 MW gibi dünyadaki 7. büyük jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Türkiye’nin MTA tarafından hazırlanmış jeotermal kaynak dağılımına ait haritası Şekil 5.22’de verilmiştir. Jeotermal potansiyelin büyük bir kısmının (yaklaşık % 77,9) Batı Anadolu’da bulunduğu görülmektedir. Türkiye’deki jeotermal sahaların % 95’i orta ve düşük entalpili olduğundan dolayı doğrudan kullanıma daha uygun olmaktadır.

Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalara 1962 yılında başlanmıştır. Bu aramalar 1990’lı yıllardan 2004 yılına kadar uygulanan politikalardan dolayı durma noktasına gelmiştir. Grafik 5.13’de Türkiye’nin Kurulu gücünün yıllara göre dağılımı verilmiştir. 2005 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca başlatılan mevcut kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynak alanlarının aranması seferberliği nedeniyle, 2004 sonu itibarı ile 2.730 MWt olan kullanılabilir ısı kapasitesi 2005-2010 yılları arasında 70.000 m sondajlı jeotermal arama planlanarak 1.000 MW termal ısı enerjisi hedeflenmiş ve 2009 sonu itibarı ile 71.750 m sondajlı arama tamamlanarak, 1040 MWt ısı enerjisi ilave edilmiş, ülkemiz görünür ısı kapasitesi % 38 arttırılmış, 173 adet olan keşfedilmiş jeotermal saha sayısı da sondajlı aramalarla 190 sahaya çıkarılmıştır.



Şekil 5.22. Dünyada Jeotermal Enerjiyi En Çok Kullanan Ülkeler ve Bu Ülkelerin Sahip Oldukları Kurulu Güçler

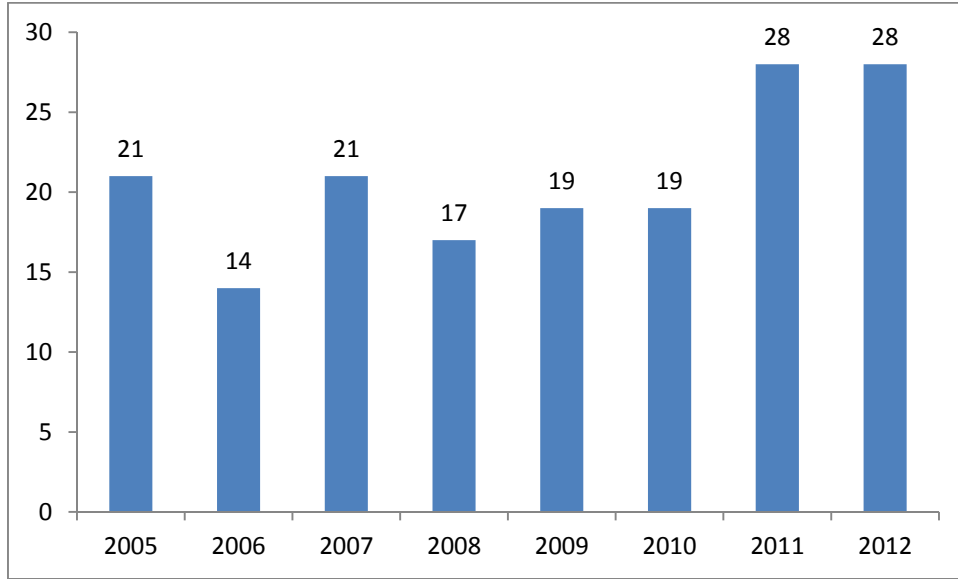
Kaynak: <http://www.mta.gov.tr>



Grafik 5.13. Türkiye’de Jeotermal Enerji Kurulu Gücünün Yıllara Göre Dağılımı

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012

Grafik 5.14’te Jeotermal kaynak arama amaçlı açılan kuyu sayılarının yıllara göre dağılımı verilmiştir. 2005 yılında başlayan yoğun jeotermal arama çalışmalarının günümüze kadar istikrarlı bir şekilde devam ettirildiği görülmektedir.



Grafik 5.14. Açılan Jeotermal Kaynak Arama Sondajlarının Yıllara Göre Dağılımı

Kaynak: Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 2012 Yılı Faaliyet Raporu

Türkiye’de elektrik üretimine uygun potansiyel içeren sahaların tamamı Batı Anadolu’da yer almaktadır. Bu sahalarda üretim yapan kurulu güç 114,2 MWe’dir. Tüm bu sahaların geliştirme çalışmaları tamamlandığında bu kapasite 630 MWe’ye çıkarılabilecektir. Tablo 5.53’de Türkiye’de elektrik üreten jeotermal enerji santralleri ve buradaki jeotermal sahalardaki akışkan sıcaklıkları verilmiştir. En yüksek sıcaklığa sahip jeotermal saha 287°C sıcaklık ile Manisa/Alaşehir/Köseali’de bulunmaktadır.

Tablo 5.53. Türkiye'de Elektrik Üretimi Yapılan Jeotermal Saha Sıcaklıkları (Mart 2012)

Saha Adı	Sıcaklık (°C)	Saha Adı	Sıcaklık (°C)
Manisa-Alaşehir-Köseali	287	Kütahya-Simav	162
Manisa Alaşehir X	265	Aydın-Umurlu	155
Manisa-Salihli-Caferbey	249	İzmir-Seferihisar	153
Denizli-Kızıldere	242	Denizli-Bölmekaya	147
Aydın-Germencik-Ömerbeyli	239	Aydın-Hıdırbeyli	146
Manisa-Alaşehir-Kurudere	214	İzmir-Dikili-Hanımınçiftliği	145
Manisa-Alaşehir-X	194	Aydın-Sultanhisar	145
Aydın-Yılmazköy	192	Aydın-Bozyurt	140
Aydın-Pamukören	188	Denizli-Karataş	137
Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere	188	İzmir-Balçova	136
Manisa-Salihli-Göbekli	182	İzmir-Dikili-Kaynarca	130
Kütahya-Şaphane	181	Aydın-Nazilli-Güzelköy	127
Çanakkale-Tuzla	174	Aydın-Atça	124
Aydın-Salavatlı	171	Manisa-Salihli-Kurşunlu	117
Denizli-Tekkehamam	168	Denizli-Sarayköy-Gerali	114
Manisa-Alaşehir-Köseali	287	Kütahya-Simav	162
Manisa Alaşehir X	265	Aydın-Umurlu	155
Manisa-Salihli-Caferbey	249	İzmir-Seferihisar	153
Denizli-Kızıldere	242	Denizli-Bölmekaya	147
Aydın-Germencik-Ömerbeyli	239	Aydın-Hıdırbeyli	146

Kaynak: Makine Mühendisleri Odası, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Oda Raporu, Nisan 2012

Tablo 5.54. Jeotermal Enerji ile Bölgesel Isıtma Yapılan Yerler

Isıtma Yapılan Bölge	Isıtılan Eşdeğer Konut Sayısı	İşletmeye Alınış Yılı	Jeotermal Akışkan Sıcaklığı (°C)
Balıkesir - Gönen	3.400	1987	80
Kütahya - Simav	5.000	1991	137
Kırşehir	1.900	1994	57
Ankara - Kızılcahamam	2.500	1995	70
İzmir - Balçova	15.000	1996	137
Afyon	4.600	1996	95
Nevşehir - Kozaklı	1.300 / 3.500	1996	90
İzmir - Narlıdere	1.500	1998	125
Afyon - Sandıklı	6.000 / 12.000	1998	75
Ağrı - Diyadin	570 / 2.000	1999	70
Manisa - Salihli	5.000 / 24.000	2002	94
Denizli - Sarayköy	1.900 / 5.000	2002	95
Balıkesir - Edremit	4.600 / 7.500	2003	60
Balıkesir - Bigadiç	1950 / 3000	2005	96
Yozgat - Sarıkaya	600 / 2000	2007	60
Yozgat - Sorgun	1500	2008	80
Yozgat - Yerköy	500 / 3000	2009	65
İzmir - Bergama	7850 / 10000	2009	60

Kaynak: Dünyada ve Türkiye'de Enerji Görünümü, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Ülkemizde jeotermal enerjiden doğrudan kullanım olarak merkezi ısıtma, sera ısıtması ve termal turizmde yararlanılmaktadır. Ülkemizde 18 yerleşim birimimizde merkezi konut ısıtması (67.700 konut eşdeğeri, 608 MWt), 15 sahada seracılık, (1.579.000 m², 292 MWt) ve 200'ün üzerinde termal tesiste tedavi ve termal turizm amaçlı yararlanılmaktadır.

5.4.3.3. TR71 Bölgesinde Jeotermal Enerji

TR71 bölgesinde Şekil 5.22'den de görülebileceği gibi Niğde, Nevşehir ve Kırşehir jeotermal enerji kaynakları bakımından oldukça zengindir. Kırşehir'de, Terme, Karakurt, Mahmutlu, Bulamaçlı, Savcılı, Mucur, Akpınar olmak üzere toplam 7 adet jeotermal alanı bulunmaktadır. Bu jeotermal alanlarda açılan kuyular ve kuyuların özellikleri Tablo 5.55'de verilmiştir. Kırşehir il merkezindeki Terme Jeotermal Alanında 12 adet kuyu açılmış olup çıkarılan akışkan şehir, sera ısıtması ve turizm sektöründe değerlendirilmektedir.

Çiçekdağı ilçesi sınırları içerisindeki Bulamaçlı (köyü) Jeotermal alanında 2001 ve 2002 yıllarında toplamda iki adet jeotermal kuyu açılmış olup akışkan sıcaklığı 30 - 45 °C civarındadır. Bu alandan çıkan su kaplıca amaçlı kullanılmaktadır. Mahmutlu Jeotermal alanındaki iki kuyu 2005 ve 2006 yıllarında açılmıştır. Buradan çıkan su sıcaklıkları 70 - 77 °C civarındadır. Mucur jeotermal alanı, Mucur ilçesine 15 km uzaklıktaki Avcı köyündedir. Burada iki jeotermal kuyu açılmış olup sıcaklıkları 30 °C civarındadır. Akpınar'daki jeotermal alanındaki kaynak Akpınar'a 20 km mesafedeki Aşağı Hamurlu ve Yukarı Hamurlu köyleri arasında yer almaktadır.

Aksaray'da, Ilısu-Sivrihisar kuyuları, Ziga'da Yaprakhisar kuyusu, Tuzlusu'da da bir tane olmak üzere toplam 3 adet jeotermal alan kaplıca amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca Güzelyurt'ta 10 MW kapasiteli jeotermal tabanlı termik santral için lisans başvurusu yapılmış olup hâlihazırda inceleme aşamasındadır.

Nevşehir'de bilinen 4 adet jeotermal alan bulunmaktadır. Sevincili ve Karacaören kuyuları Acıgöl ilçesinde, Gölbağları kuyusu Avanos ilçesinde bulunurken bir kuyu da Kozaklı ilçesinde yer almaktadır. Çıkarılan jeotermal akışkan turizm sektöründe kullanılmaktadır. Niğde'de Narköy, Çiftehan ve Derdalan olmak üzere 3 jeotermal alan bulunmaktadır. Buradaki kuyulardan elde edilen jeotermal akışkan sıcaklıkları 30–55 °C civarındadır. Sıcak su kaplıca turizminde kullanılmaktadır.

TR71 bölgesi jeotermal açıdan oldukça aktif bir bölgedir. Bu bölgedeki jeotermal sondaj çalışmaları devam etmektedir. Nevşehir'de 2009 yılından itibaren 5 adet jeotermal çalışma yapılacak saha belirlenmiş ve bunlardan 4 tanesi tamamlanmış, bir tanesinde de çalışmalar devam etmektedir. Nevşehir Ürgüp Ortahisar-Mustafapaşa (NOM-2012/11) kuyusunda jeotermal akışkan tespit edilmiş olup çalışmalar halen devam etmektedir. MTA tarafından jeotermal enerji çalışmaları Aksaray'da 2012 yılında tekrar başlamış olup çalışmalar halen devam etmektedir.

Tablo 5.55. Kırşehir’deki Jeotermal Alanlarda Açılan Kuyular ve Özellikleri

Kuyu Adı	Jeotermal Alan	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)
T-1	Terme	1974	500,5	57,0	5,2
T-2	Terme	1986	183,0	-	-
T-3	Terme	1986	333,0	34,3	24,3
T-4	Terme	1991	100,0	-	-
T-5	Terme	1991	273,5	48,9	15,5
T-6	Terme	1993	288,0	54,6	88,5
T-7	Terme	1993	134,6	36,5	8,8
T-8	Terme	1995	600,0	30,3	65,0
T-9	Terme	1999	92,0	-	-
T-10	Terme	1999	164,0	37,3	47,4
T-11	Terme	2000	550,0	52,6	9,8
T-12	Terme	2002	280,0	52,5	85,3
ÇB-1	Bulamaçlı	2001	-	39,0	7-8
ÇB-2	Bulamaçlı	2002	-	32,0	1,5
ÇM-1	Mahmutlu	2005	311,2	73,2	40
ÇM-2	Mahmutlu	2006	1149	76,5	80
Karakurt -1	Karakurt	1994	147,65	52,0	12,0
SB-1	Savcılı	1986	510,0	-	-
SB-2	Savcılı	1986	55,0	34,5	5,0
SB-3	Savcılı	1986	70,0	-	-
MK-1	Mucur	2005	266	37,0	7
MK-2	Mucur	2005	194	32,3	>15

Kaynak: MTA

5.4.4. Hidrojen

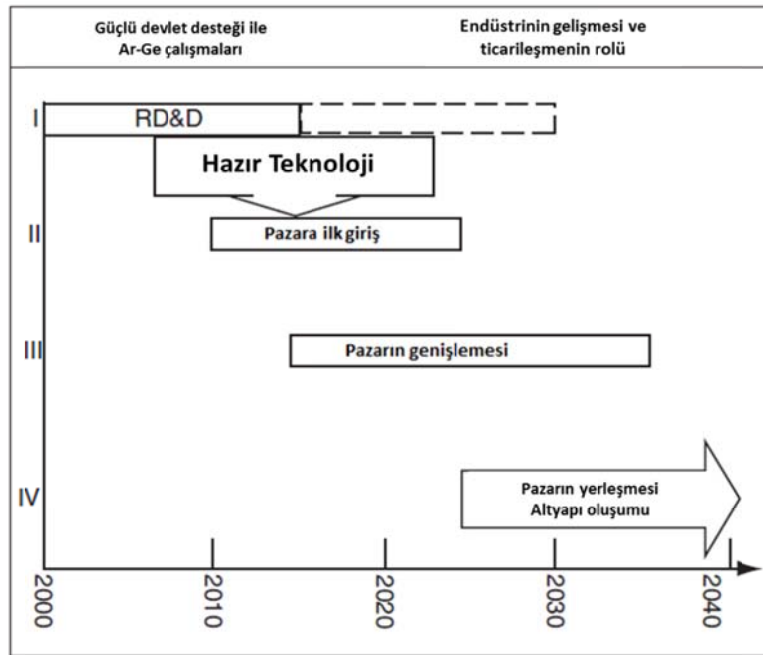
Enerji sektöründe maliyet hesabı yapıldığında fosil yakıtların yenilenebilir enerji kaynakları ve hidrojene göre daha uygun olduğu bilinmektedir. Buna rağmen hidrojenin avantajlı olduğu ve bazı araçlarda kullanımının yakın zamanda hızla artacağı Grafik 5.15’den de görülebilmektedir. Hidrojenin enerji sektöründe kullanımının ve pazarda yer alması Şekil 5.23’de şematize edilmiştir. Buna göre hidrojen sektörünün gelişmesi ve kullanıma hazır hale gelmesi için devlet tarafından Ar-Ge faaliyetleri desteklenmekte ve 2010’lu yıllarda pazara girerek, kullanıma hazır teknoloji haline gelmektedir. 2015 yılından sonra özel müteşebbislerin desteklemesi ve yatırımları ile pazar genişlemekte ve 2025 yılından itibaren pazara tamamıyla yerleşmektedir. Bu konuda yapılan iki farklı senaryo Grafik 5.16’da şematize edilmiştir. Farklı iki senaryo da hidrojen talebinin 2020 yılından sonra ani bir artış

göstereceğini ifade etmektedir. Bu senaryolarda aynı zamanda hidrojen ile kullanılan araç oranının 2020'den sonra katlanarak artacağını göstermektedir.



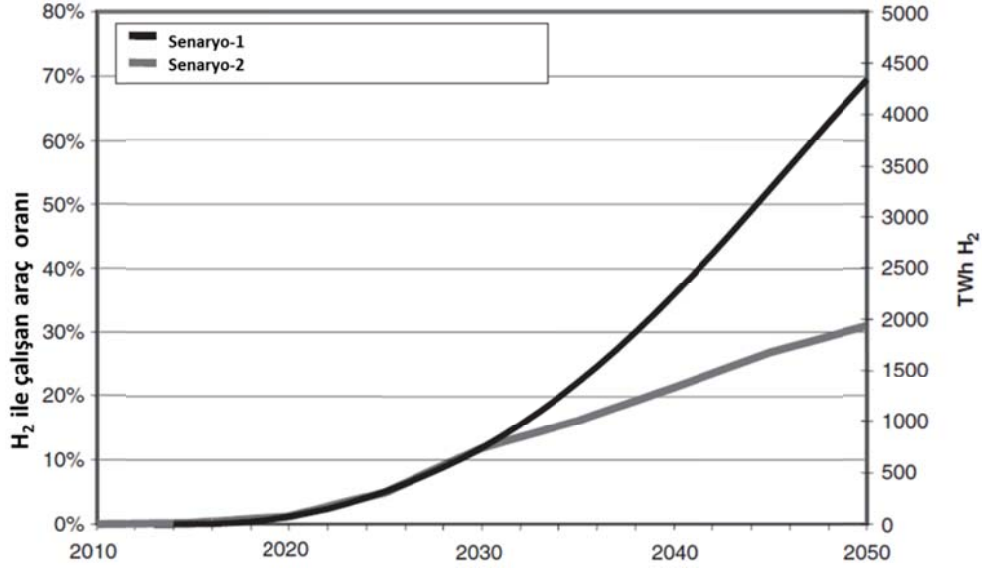
Grafik 5.15. 2020 Yılına Kadar Bazı Araçlarda Kullanılmak Üzere Tahmin Edilen Hidrojen Talebi

Kaynak: Pike Research, www.pikeresearch.com



Şekil 5.23. Hidrojen Enerjisinin Yıllara Göre Tahmin Edilen Gelişme Senaryosu

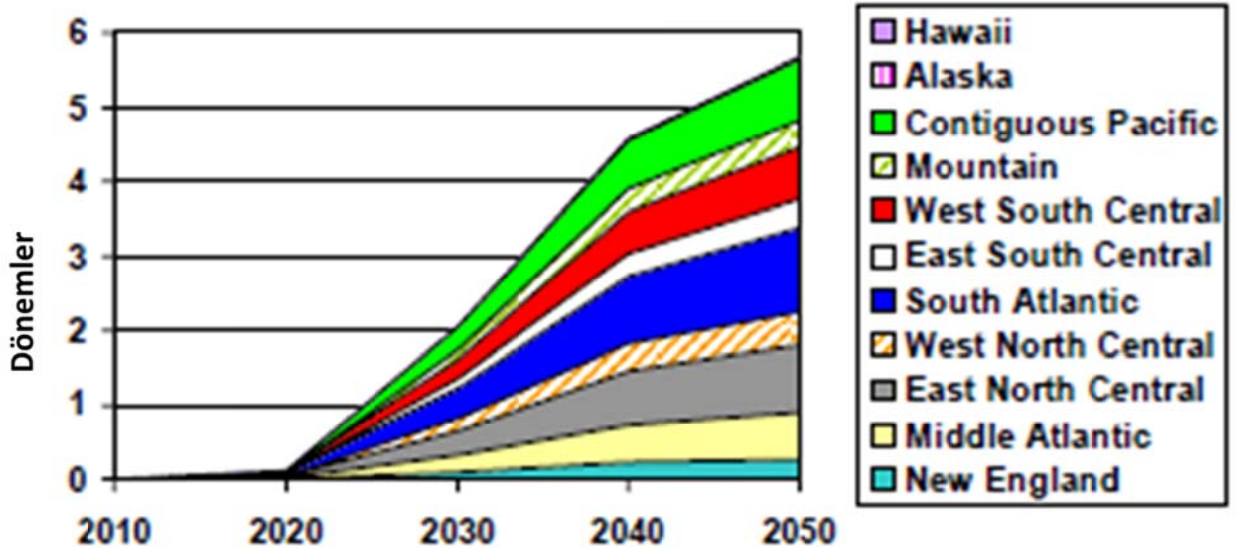
Kaynak: World Energy Outlook 2006, International Energy Association, Paris, 2006



Grafik 5.16. Yıllara Göre Hidrojen ile Çalışan Araç Sayısı ve Buna Bağlı Olarak Oluşacak Hidrojen İhtiyacı

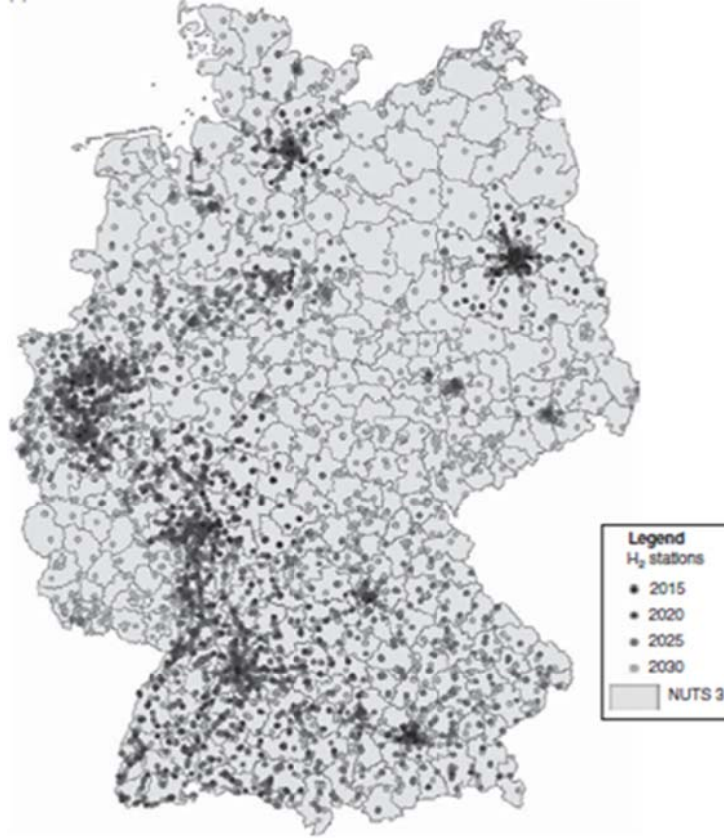
Kaynak: Ball M., Wietschel M., (Editors), The hydrogen economy opportunities and challenges, Cambridge University Press, New York, 2009

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Argonne ulusal laboratuvarında geleceğe ait bölgesel hidrojen talebi araştırılarak sonuçlar Grafik 5.17'de gösterildiği gibi rapor edilmiştir. Bu rapora göre bütün bölgelerdeki hidrojen talebi 2020 yılında sonra aniden artacaktır. Şekil 5.24'de ise Almanya'da yapılan bir çalışmada hidrojen yakıt dolum istasyonlarının 5'er yıllık dönemlerdeki artışını ve ülke içerisindeki yayılışını göstermektedir. 2015 yılında birkaç önemli merkezde kurulmaya başlayan hidrojen istasyonlarının 2030 yılına gelindiğinde bütün Almanya'ya yayıldığı öngörülmektedir.



Grafik 5.17. ABD'de Bölgelere Göre Hidrojen Talebinin 2050 Yılına Kadar Tahmini

Kaynak: Hydrogen demand, production and cost by region to 2050, Report, Argonne National Laboratory, 2005



Şekil 5.24. Almanya'da hidrojen yakıt istasyonlarının yıllara göre yer ve sayı tahminleri
Kaynak: Ball M., Wietschel M., (Editors), The hydrogen economy opportunities and challenges, Cambridge University Press, New York, 2009

Hidrojen enerji teknolojileri 1960 yıllardaki NASA'nın uzay çalışmaları ile önem kazanmış ve uzaya gönderilen araçlarda güç ve oksijen kaynağı olarak kullanılmıştır. Hidrojen ile çalışan elektrik üreteçlerine yakıt pilleri adı verilmektedir. Yakıt pilleri için cep telefonundan denizaltılarına, insansız hava araçlarından bireysel elektrik üretimine ve uydu güç sistemlerine kadar çok geniş bir yelpazede kullanım alanında görmek mümkündür. Stratejik sistemlerde kullanılabildiği gibi bir kamu kurumunun enerji ve ısı ihtiyacını karşılayacak sistemlere uygulanabilirliği dünyadaki birçok örneklerle ortaya konmuştur. Türkiye içten yanmalı motorlarda, otomobillerde, uçaklarda yakalayamadığı teknolojiden alınan ders ile hidrojen teknolojisinde de en azından diğer dünya ülkelerinin seviyesinde bu teknolojiyi takip etmesi gerektiği görülebilmektedir.

Hidrojen günümüzdeki fosil yakıtların fiyatları ile karşılaştırıldığında hala pahalı bir teknolojidir. Ancak petrol fiyatlarının artması ve hidrojen teknolojisindeki gelişmelerin olacağı hesaba katılırsa yakın gelecekte birçok sektörde bu enerji teknolojisine geçiş yapılacağını tahmin etmek hiç de zor değildir. Bu nedenle Türkiye'de hidrojen enerji teknolojilerine yatırım yapılması ve devlet tarafından desteklenmesi gerekmektedir.

5.5. Enerji Potansiyelleri

5.5.1. Hidroelektrik (HES)

5.5.1.1. Dünya Hidroelektrik Potansiyeli

Bir bölgede bütün tabii akışların %100 verimle değerlendirilebilmesi varsayımına dayanılarak hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o bölgenin brüt teorik hidroelektrik potansiyeli olarak tanımlanır. Ancak mevcut teknolojilerle bu potansiyelin tamamının kullanılması mümkün olmadığından mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek azami potansiyele teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel denir. Diğer taraftan teknik yapılabilirliği olan her tesis ekonomik yapılabilirliği olan tesis demek değildir. Teknik potansiyelin, mevcut ve beklenen yerel ekonomik şartlar içinde geliştirilebilecek bölümü ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel olarak adlandırılır.³⁸ Dünyanın brüt teorik hidroelektrik potansiyeli 43.378 TWh/yıl, ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli ise 9.180 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Kıtalar bazında en büyük ekonomik yapılabilir potansiyel 1.677 TWh/yıl Güney Amerika'dadır.

Tablo 5.56. Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Kıta	Brüt teorik hidroelektrik potansiyel (TWh/yıl)	Teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel (TWh/yıl)	Ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel (TWh/yıl)
Afrika	4380	1484	830
Asya	19717	8000	4684
Avustralya/Okyanusya	658	185	89
Avrupa	3129	1199	843
Kuzey ve Orta Amerika	7601	1842	1058
Güney Amerika	7893	2807	1677
Dünya Toplam	43378	15515	9180

Kaynak: <http://www.unesco.org/>, 2011 World Atlas & Industry Guide

Hidrolik enerji halen dünya elektrik enerjisi üretiminde en büyük paya sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır. 2010 yılında küresel elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık %16'sı hidroelektrik santrallerden karşılanmıştır. 2010 yılında 3.414 TWh elektrik enerjisi hidrolik kaynaklardan üretilirken, 2035 yılı için yapılan projeksiyonlarda 5.677 TWh'in enerjinin üretileceği tahmin edilmektedir. 2010 ile 2035 yılları arasında hidroelektrik enerji üretimdeki artışın hemen hemen %90'ının elektrik enerjisi talebinin güçlü ve hidroelektrik potansiyelinin yüksek olduğu OECD üyesi olmayan ülkelerde olacağı öngörülmektedir.³⁹ 2011 yılında 1.067 GW olan dünya hidroelektrik kurulu gücünün 2035'li yıllarda 1.680 GW'a ulaşması beklenmektedir.

³⁸ DSI Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/>

³⁹ IEA World Energy Outlook 2012.

Tablo 5.57. Dünya Hidroelektrik Enerji Tüketimi

Bölge	Hidroelektrik Tüketimi (TWh)		Pay (%)
	2010	2011	2011
Kuzey Amerika	650,5	740,7	21,2
Güney ve Orta Amerika	701,1	743,5	21,3
Avrupa-Avrasya	867,8	791,6	22,6
Orta Doğu	18,0	21,9	0,6
Afrika	101,5	103,6	3,0
Asya Pasifik	1103,4	1096,5	31,3
Dünya Toplamı	3442,4	3497,9	100

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2012.

Ekonomik yapılabilir potansiyel gözönünde bulundurulduğunda Afrika kıtası için kullanılmayan potansiyel oldukça fazladır.

5.5.1.2. Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli paya sahip olan kaynağı hidrolik kaynaklarıdır. Türkiye'nin brüt teorik hidroelektrik potansiyeli 433 TWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyeli 216 TWh ve ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli ise 140 TWh/yıl'dır. Bu rakamlara göre Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli dünya brüt teorik potansiyelinin % 1'idir. Dünyada 2011 yılında tüketilen 3.497,9 TWh elektrik enerjisi hidrolik kaynaklardan üretilmiştir. Aynı yıl Türkiye'de tüketilen hidrolik kaynaklı elektrik enerjisi miktarı 54,2 TWh olup, üretim miktarı bir önceki yıla göre % 1,1 artmıştır. Türkiye'de işletmede olan 303 adet hidroelektrik santral bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 17.372 MW ve ortalama yıllık üretimi ise 62.000 GWh olup, bu değer toplam teknik potansiyelin % 28,7'sine karşılık gelmektedir. 10.590 kurulu güç ve toplam potansiyelin % 21'ine karşılık gelen 35 TWh yıllık üretim kapasitesine sahip 256 hidroelektrik santral halen inşa halindedir. 164 TWh yıllık üretim kapasitesine karşılık gelen ve toplam kurulu gücü 19.535 MW olan 1.084 adet hidroelektrik santralin inşaatına henüz başlanmamıştır. Bu yapılacak santrallerle toplam kurulu güç 47.497 MW'a ulaşacaktır.

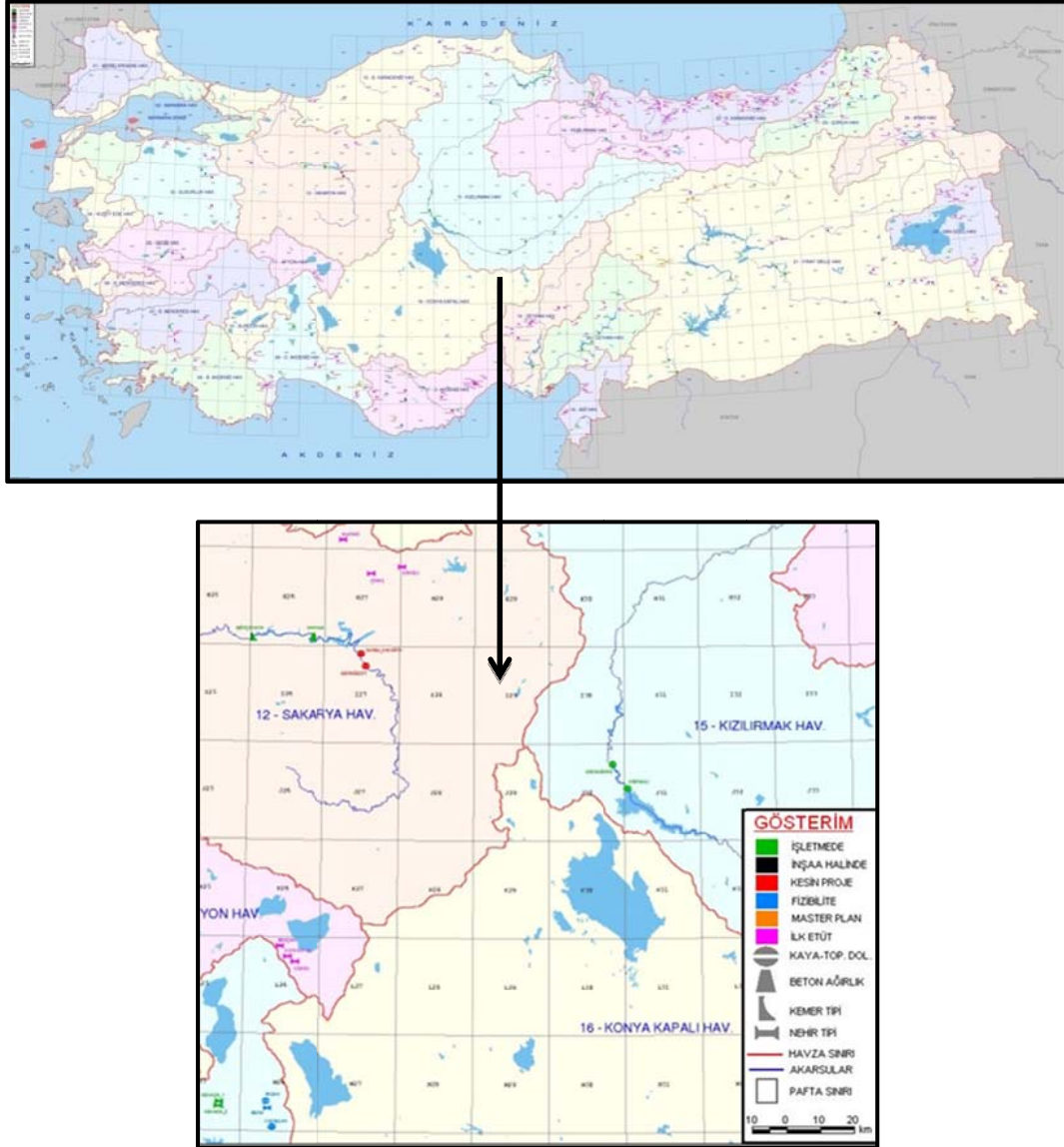
Tablo 5.58. Türkiye Hidroelektrik Enerji Tüketimi

Bölge	HES Sayısı	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (TWh)	Oran (%)
İşletmede	303	17332	62	38
İnşa Halinde	256	10590	35	21
İnşaatına Henüz Başlanmamış	1084	19535	67	41
Toplam	1643	47497	164	100

Kaynak:DSİ Genel Müdürlüğü, 2012

Sakarya havzası, Konya havzası ve Kızılırmak havzasında bulunan TR71 Bölgesinde 10 adet hidroelektrik santral bulunmaktadır. Bu santrallerden işletmede olan 5 tanesinin toplam kurulu gücü 123,77 MW'dır. İnşa halinde ise 5 adet hidroelektrik santral bulunmakta bunların toplam

kurulu gücü ise 62,31 MW'dır. İnşa halindeki santraller tamamlandığında TR71 bölgesindeki hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücü 186,08 MW olacaktır.



Şekil 5.25. TR71 Bölgesini Kapsayan Havzalar

Kaynak: <http://www.eic.gov.tr/HES/index.aspx>

Sema Regülatörü ve Hidroelektrik Santral Projesi tesisleri, Kırıkkale ili Karakeçili ve Çelebi ilçeleri sınırları içinden geçen Kızılırmak Nehri üzerinde yer almaktadır. Bu proje ile Kızılırmak Nehri'nde Kesikköprü Barajı ve Hidroelektrik Santralinin kuyruk suyu kotu olan 744.05 m kotu ile Mansaptaki Kapulukaya Barajı'nın normal işletme seviyesi olan 724 m kotları arasındaki düşüden yararlanılarak hidroelektrik enerji üretimi amaçlanmaktadır. Proje ile kurulacak santralin kurulu gücü 17 MW olacaktır. Proje sonunda santralin asgari yıllık 65.000.000 kWh enerji üretimi sağlaması hedeflenmekte normalde ise 75.000.000-80.000.000 kWh enerji üretimi hedeflenmektedir.⁴⁰

⁴⁰<http://cgenerji.com/tr/sema/>

Tablo 5.59. TR71 Bölgesindeki Hidroelektrik Santraller

Tesis İli	Tesis Adı	Kurulu Gücü (MWe)	İnşa Halindeki Kapasite (MWe)	İşletmedeki Kapasite (MWe)
Kırıkkale	Sema Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali	14,98	14,98	0
	Köprükale Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali	13,2	13,2	0
	Hamzalı Hidroelektrik Santrali	16,7	0	16,7
	Kapulukaya	54	0	54
Nevşehir	Avanos Regülatörü ve Cemel Hidroelektrik Santrali	20,4	20,4	0
	Tuzköy Hidroelektrik Santrali	8,44	8,44	0
	Hasankale Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali	5,29	5,29	0
	Sarıhıdır Hidroelektrik Santrali	6	0	6
	Bayramhacılı Hidroelektrik Santrali	47	0	47
Niğde	Çamardı Hidroelektrik Santrali	0,07	0	0,07
Aksaray	-	0	0	0
Kırşehir	-	0	0	0
Toplam		0	62,31	123,77

Kaynak: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK)

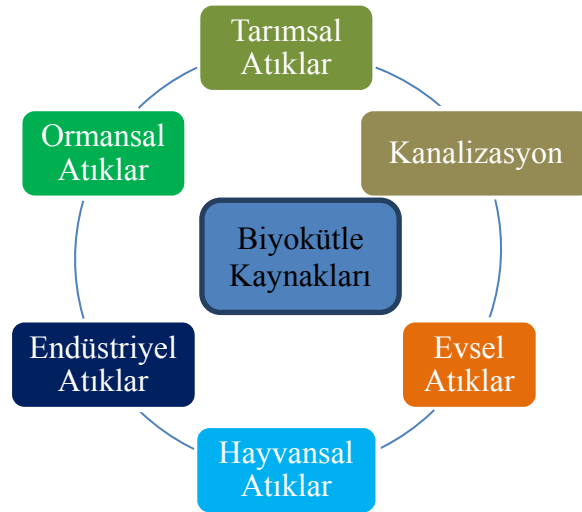
Köprükale regülatörü ve hidroelektrik projesi Kırıkkale ili, Yahşihan ilçesi sınırları içerisinde, Kızılırmak üzerinde yer almaktadır. Kurulu güç 13,2 MW olup yıllık enerji üretimi 65 GWh olacaktır.⁴¹ Hamzalı hidroelektrik santrali Kırıkkale ili sınırları içerisinde, Kızılırmak üzerinde yer alan nehir tipi santraldir. Kurulu gücü 17 MW olup, yıllık enerji üretimi 125 GWh'dir.⁴² Kapulukaya hidroelektrik santrali Kırıkkale ili sınırları içerisinde olup enerji ve içme suyu amaçlı kullanılmaktadır. Kurulu gücü 54 MW olup yıllık enerji üretimi 190 GWh'dir. Avanos Regülatörü ve Cemel hidroelektrik santrali Nevşehir ili Avanos ilçesi sınırları içerisinde Kızılırmak üzerinde yapılacak olup kurulu gücü 20,4 MW olacaktır. Yıllık 73,95 GWh enerji üretmesi beklenmektedir.⁴³ Tuzköy hidroelektrik santrali Nevşehir ili, Gülşehir ilçesi sınırları içerisinde Kızılırmak üzerinde inşa edilecek olup, kurulu gücü 8,44 MW olacaktır. Yıllık enerji üretimi yaklaşık 69,67 GWh olacaktır.⁴⁴ Hasankale Regülatörü ve hidroelektrik santrali Nevşehir ili sınırları içerisinde Kızılırmak üzerine kurulacak olup kurulu gücü 5,29 MW olacaktır. Yıllık enerji üretiminin 26,98 GWh olması beklenmektedir.⁴⁵ Sarıhıdır hidroelektrik santrali Nevşehir ili Avanos ilçesi Sarıhıdır Köyü'nde Kızılırmak üzerine 6 MW kurulu güç

⁴¹<http://www.soyakenerji.com.tr>⁴²<http://www.energo-pro.com>⁴³<http://www2.epdk.org.tr>⁴⁴<http://berdemir.com/tr/devam-eden-projeler/tuzkoey-hes.html>⁴⁵<http://www.hidrokonmuhendislik.com.tr>

ile kurulmuş olup, yıllık enerji üretimi yaklaşık 23 GWh'dir. Bayramhacılı barajı ve hidroelektrik santrali Kayseri ve Nevşehir İlleri sınırları içerisinde, Kızılırmak Nehri üzerinde yer almaktadır. Tesisin 48,5 MW kurulu güç kapasitesi ile yılda ortalama 166 GWh enerji üretilmesi beklenmektedir.

5.5.2. Biyoyakıt, Biyokütle ve Çöpgazi

Biyokütle 100 yıllık periyottan daha kısa bir sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan atıkları, gıda endüstrisi ve orman yan ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak tanımlanmıştır.⁴⁶ Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun da ise biyokütle organik atıklar, bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat artıkları, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtları ifade etmektedir. Biyokütle enerjisinin temeli bitkilerin fotosentez olayına dayanmaktadır ve biyokütle enerjisi, güneş enerjisinin kimyasal enerji halinde depolandığı organik maddelerin enerjisi olarak da ifade edilebilmektedir.⁴⁷ Biyokütle tabanlı malzemeler, hem doğrudan biyokütle, hem de biyoyakıt olarak enerji üretimi amaçlı kullanılmaktadır.⁴⁸ Biyoyakıtlar birincil ve ikincil yakıtlar olarak sınıflandırılır. Birincil yakıtlar odun ve talaş halinde işlenmemiş formda ısıtmada, soğutmada ve elektrik üretiminde, ikincil yakıtlar ise biyodizel ve etanol gibi biyokütlelerin işlenmesiyle otomobillerde ve çeşitli endüstriyel proseslerde kullanılmaktadır. Biyoyakıtlar ayrıca kaynağına ve türüne göre de sınıflandırılabilir. Bu yakıtlar odun ve talaş gibi katı, etanol, biyodizel ve piroliz yağları gibi sıvı, metan gibi gaz halde bulunabilmektedir.⁴⁹ Bitkisel ve hayvansal biyokütle kaynakları; orman ürünleri (enerji ormanları, ağaç kalıntıları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kanola, soya, aspir, pamuk, susam v.b), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b), elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum, v.b.), bitkisel artıklar (saman, kök, kabuk v.b), hayvansal atıklar, şehirsal ve endüstriyel atıklar şeklinde sıralanabilir.



Şekil 5.26. Biyokütle Kaynakları

⁴⁶ <http://www.dektmk.org.tr>

⁴⁷ <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/biomass.pdf>

⁴⁸ <http://www.enerji.gov.tr>

⁴⁹ Nigam ve Sing, Production Of Liquid Biofuels From Renewable Resources, Progress in Energy And Combustion Science 37 (2011) 52-68.

Biyokütle kaynakları, fosil esaslı alışlagelmiş enerji kaynaklarından (petrol, kömür doğalgaz gibi) farklı özellikler taşımaktadır. Bu kaynaklar, düşük ısı değerli, düşük yoğunluklu, yüksek su ve oksijen içerikli genellikle homojen olmayan bir yapıdadırlar. Bu gibi özellikler bir yakıt olarak bu kaynakların kalitesini olumsuz olarak etkilemekte ancak bu olumsuzluklar fiziksel süreçler ve dönüşüm süreçleri ile ortadan kaldırılabilmektedir.

Sıvı biyoyakıtlardan biyoetanol, benzin ve son yıllarda motorinle de karıştırılarak kullanılabilen, biyodizel ise motorinle karıştırılarak kullanılabilen veya doğrudan motorin yerine kullanılabilen biyoyakıtlardır. Biyogaz ise elektrik üretiminde kullanılabildiği gibi, zenginleştirilerek doğal gazın tüketilebildiği her alanda kullanılmaktadır. Katı biyokütle örneklerinden biyobriketler, biyopelletler, kömür ve odunun kullanıldığı her alanda kullanılabilmektedir. Ayrıca biyokütleden gazlaştırma, piroliz, plazma tekniği gibi termokimyasal yöntemlerle gaz ve sıvı biyoyakıtlar üretilmesi ve birçok kimyasal ürün elde edilmesi mümkündür.

5.5.2.1. Dünyada Biyokütle

Son yıllarda biyoyakıt olarak isimlendirilen bu kaynağı insanoğlu yüzyıllardır kullanmaktadır. Günümüzde de halen bir yakıt olarak yararlanılmakta olan odun ve tezeğin yanı sıra hint yağı mısırlılar tarafından aydınlatma yakıtı olarak, yer fıstığı yağı 1898’de Paris Dünya Fuarında sergilenen dizel araçta yakıt olarak kullanılmıştır. İlk ticari biyodizel 1988’de Avusturya’da üretilmiş, ilk sanayi tesisi 1991’de kurulmuştur. Biyoyakıt (biyoetanol+biyodizel) üretimi 2011 yılında bir önceki yıla göre % 0,7 büyümüştür. Bu artış oranı 2000 yılından beri biyoyakıt üretimi için görülen en küçük artış değeridir. 2010 yılında 58.457 MTEP olan üretim değeri 2011 yılında 58.868 MTEP’e yükselmiştir.

Tablo 5.60. Dünya Biyoyakıt Üretimi (Milyon TEP)

Bölge	2010	2011	Pay (%) 2011
Kuzey Amerika	26226	29224	49.6
Güney ve Orta Amerika	17863	16129	27.4
Avrupa-Avrasya	10811	9837	16.7
Orta Doğu	-	-	-
Afrika	29	29	*
Asya Pasifik	3528	3649	6.2
Dünya Toplamı	58457	58868	100

*% 0.05’den küçük

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2012

Avrupa Birliği’nde 2010 yılında 10.667 MTEP olan üretim değeri 2011 yılında 9.693 MTEP’e düşmüştür.⁵⁰ 2009 yılında ise dünya toplam birincil enerji arzının yaklaşık % 10’u biyokütle esaslı kaynaklardan oluşmuş ve bu miktarın çoğu gelişmekte olan ülkelerde ısıtma ve pişirme amaçlı kullanılmıştır. Son on yıla bakıldığında modern biyoenerji arzı giderek artmaktadır. 2010 yılında Dünya elektrik enerjisi üretiminin hemen hemen % 1,5’i

⁵⁰ BP Statistical Review of World Energy, June 2012

(280 TWh) biyokütle kaynaklarından üretilmiştir. Endüstri sektöründe ise ısı üretimi amaçlı 8 EJ enerji yine biyokütle kaynaklarından üretilmiştir.⁵¹

5.5.2.2. Türkiye’de Biyokütle

Türkiye’nin biyokütle kaynakları, tarım, orman, organik şehir atıkları, hayvansal atıklardan oluşmaktadır. Türkiye’nin kullanılabilir biyoenerji potansiyeli yaklaşık olarak 17 MTEP olup odun ve orman artıklarından enerji üretim potansiyeli yaklaşık 7 MTEP tahmin edilmektedir. Orman artıkları, Türkiye’nin enerji üretiminin yaklaşık 2 MTEP’ini karşılama potansiyeline sahiptir. Türkiye’de biyoenerji (odun) kaynaklarından elektrik üretimi ilk olarak 1929 yılında Sinop Ayancık’ta faaliyet gösteren Zingal Kereste Fabrikası’nda Çangal Ormanları’nda üretim artıklarından üretilmiştir. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü 1984 yılına kadar bu tesisten elektrik üretmiştir.⁵² 2008 yılında Çaycuma OYKA Kağıt Fabrikası’nda odunsu biyokütle yakıtı ile elektrik üretimine başlanmıştır. Kurulan santral 10 MW elektrik enerjisi üretme kapasitesine sahiptir. Enerji, kağıt hamuru yapımında değerlendirilemeyen odun talaşından elde edilmekte, kazanda üretilen buhar hem fabrikanın elektriğini hem de diğer endüstriyel işlemlerde ihtiyaç duyulan ısıyı üretmektedir.

Biyodizel, yağlı tohum bitkilerinden (kanola, ayçiçek, soya, aspir gibi) elde edilen bitkisel yağların veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve sonuçta yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel üretiminde kullanılabilir. Ülkemizde biyodizel ve biyoetanol ile ilgili çalışmalar 2000’li yılların başlarında başlamıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürütülen projelerle yatırımcılar 2000’li yılların başlarında biyoenerji ile tanışmış ve yatırımcıların konuya ilgisi büyük olmuştur. Bu çerçevede, kısa sürede pek çok biyodizel tesisi kurulmuş, hatta bazı kimya fabrikaları biyodizel tesislerine dönüştürülmüştür. 27.09.2011 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren EPDK kararına göre, piyasaya akaryakıt olarak arz edilen motorin türlerinin, yerli tarım ürünlerinden üretilmiş biyodizel (yağ asidi metil esteri-YAME) içeriğinin 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla en az % 1, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla en az % 2, 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla en az % 3 olması zorunluluğu getirilmiştir.



Şekil 5.27. Odundan Elektrik Üreten Jeneratör

⁵¹ <http://www.iea.org/topics/bioenergy>

⁵² <http://web.ogm.gov.tr>

Biyometanol, hammaddesi şeker pancarı, mısır, buğday ve odunsular gibi şeker, nişasta veya selüloz özlü tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilmekte ve benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılmaktadır. 2011 yılı itibarıyla ülkemizde üç adet biyometanol üretimi yapan firma bulunmaktadır. Bunlar Tarımsal Kimya Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş., Tezkin Tarımsal Kimya İnş. San. ve Tic. A.Ş., Konya Şeker San. ve Tic. A.Ş. Çumra Şeker Fabrikası'dır.

Biyogaz, organik bazlı atıkların anaerobik fermantasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif, yandığında parlak mavi bir alev çıkaran ve bileşiminde yaklaşık olarak; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunan bir gaz karışımıdır. Biyogaz üretiminde kullanılan organik atık/artık kaynaklar, hayvansal atıklar, bitkisel atıklar, organik içerikli şehir ve endüstriyel atıklardır.

Hayvansal atıkların, mezbaha atıklarının ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıkların bilhassa kırsal kesimler de biyogaz tesislerinde kullanılabilme potansiyelleri bulunmaktadır. Bitkisel artıklar ince kıyılmış sap, saman, anız ve mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları ve çimen artıkları gibi bitkilerin işlenmeyen kısımları ile bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklardır. Organik içerikli şehir ve endüstriyel atıklar, kanalizasyon çamurları, sanayi atıkları, organik madde derişimi yüksek endüstriyel ve evsel atık sular biyogaz üretiminde kullanılmaktadır. Bu atıklar özellikle belediyeler ve büyük sanayi kuruluşlarında tesis edilen biyogaz üretim merkezlerinde kullanılan atıklardır.⁵³

TR71 illerinden Kırşehir'in Çiçekdağı ilçesinde faaliyet gösteren İlci Çiçekdağı Tarım İşletmesi bünyesinde TÜBİTAK TEYDEP projeleri çerçevesinde hayvansal atıkların çevreye zararının azaltılması ve enerji üretimi ile son çıktıların gübre olarak işletme arazilerinde kullanımını sağlamak ve bu konuda bölge çiftçilerine örnek teşkil etmek amacıyla bir biyogaz projesi 2008 yılında başlatılmıştır. Kurulu gücü 250 kW olan İlci biyogaz tesisi Almanlar tarafından inşa edilmiş olup kurulum maliyeti 2500 Euro/kW'tır. Tesisin amortisman süresi sadece elektrik satışı ile 4 yıl olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.28. İlci Çiçekdağı Biyogaz Üretim Tesisi (Kırşehir)

⁵³ <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle.aspx>

Tablo 5.61. Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimleri ve Biyogazdaki Metan Miktarları

Kaynak	Biyogaz Verimi (l/kg)	Metan Oranı (Hacim %'si)
Sığır Gübresi	90-310	65
Kanatlı Gübresi	310-620	60
Buğday Samanı	200-300	50-60
Mısır Sapları ve Artıkları	380-460	59
Keten-Kenevir	360	59
Algler	420-500	63
Atık Su Çamuru	310-800	65-80

Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>

Çöp gazı ise katı atık depolama alanlarından elde edilen gazdır. Doğalgazın ısıl değerinin yarısına yaklaşan bir değere sahip olan önemli enerji kaynaklarından birisidir. Çöp gazında % 40-% 60 oranlarında bulunan metan gazının önemli bir enerji kaynağı olmasının yanında, çevre için çok zararlı bir gaz cinsi olması onun önemini daha da artırmaktadır. Atmosferdeki CO₂ dengesini bozan sera gazlarından en önemlisi metandır. Metanın diğer gazlarla karşılaştırıldığında atmosfere verdiği zararın CO₂ gazına göre 20 kat fazla olduğu hesaplanmıştır.⁵⁴ Katı atık depolama alanları dünyada oluşan toplam metan emisyonlarının % 25'inden daha fazlasından tek başına sorumludur. Ayrıca yanıcı ve patlayıcı özelliğinden dolayı, çöp gazı kontrolü bugün birçok ülkede bir zorunluluk haline gelmiştir.

Ülkemizde birçok “Çöp Gazından Elektrik Enerjisi Üretimi” projesi gerçekleştirilmiştir. Bu projelerden bazıları; İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin bir iştiraki olan İSTAÇ AŞ. tarafından işletilen Avrupa Yakası Kemberburgaz-Odayeri Katı Atık Düzenli Depolama sahasında 28,30 MW kapasiteli, Anadolu Yakası Şile-Kömürcüoda sahasında 14,15 MW kapasiteli enerji santralleridir. Ayrıca Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nin iştiraki olan İZAYDAŞ Kurumu tarafından işletilen Solaklar - Kocaeli Katı Atık Düzenli Depolama sahasında 2,26 MW kapasiteli bir çöp gazından enerji üretim santrali kurulmuştur (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Bazı Biyokütle Santralleri

⁵⁴ <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/ch4.html>

Tablo 5.62. 2012 ve 2013 Yılı İlk Dört Ayı İtibariyle Kurulan Biyokütle Enerji Santralleri

Santral Adı	İl	Yakıt Cinsi	Ünite Gücü (MW _e)	Ünite Sayısı	İlave Kurulu Güç (MW _e)
Odayeri Biyogaz Projesi	İstanbul	Biyogaz (Çöp Gazı)	1,415	3	4,245
Karma-1 Bes	Sakarya	Biyokütle	1,487	1	1,487
Frito Lay Kojenerasyon Santrali	Kocaeli	Biyogaz/DG	0,635	1GM	0,305
Kırıkkale Çöp Gazı (Biyokütle) Santrali	Kırıkkale	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,003	1 GM	1,003
Biyokütle (Çöp Gazı) Santrali	Kayseri	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,305	1 GM	1,305
Biyokütle (Çöp Gazı) Santrali	Bursa	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,400	1 GM	1,400
Sezer Bio Enerji Biyogaz Elektrik Üretim Santrali	Antalya	Biyokütle	0,250	2 GM	0,500
2. Etap 3. Kısım Gaz Motoru Generatör Grupları	İstanbul	Biyogaz (Çöp Gazı)	1,364	3 GM	4,092
Biyokütle (Çöp Gazı) Santrali	Bursa	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,400	1 GM	1,400
Arel Enerji Biyokütle Tesisi	Afyonkarahisar	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,200	1 GM	1,200
Kocaeli Çöp Biyogaz (Lfg) Santrali Tesisi Biyokütle Elektrik Üretim Tesisi	Kocaeli	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,063	1 GM	1,063
İstanbul - Şile - Kömürcüoda Çöp Biyogaz Projesi	İstanbul	Biyogaz (Çöp Gazı)	1,415	2 GM	2,830
Ekim Biyogaz Santrali	Konya	Biyogaz	1,200	1 GM	1,200
Biyogaz Santrali	Kocaeli	Biyogaz	0,330	1 GM	0,330
Biyokütle (Çöp Gazı) Enerji Santrali	Adana	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,415	3 GM	4,245
Biyokütle (Çöp Gazı) Santrali	Kayseri	Biyokütle (Çöp Gazı)	1,305	1 GM	1,305

Kaynak: <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>

5.5.3. Nükleer Enerji

Nükleer enerji radyoaktif olarak kararsız bazı atom çekirdeklerinin kontrollü bir şekilde nötronlar ile bombardımanı ile gerçekleşen ve fisyon adı verilen çekirdek tepkimeleri sonucu daha küçük atom çekirdeklerine parçalanması ve bu proses esnasında bir miktar kütle kaybı (enerjiye dönüşmesi) ile açığa çıkan yüksek ısının elektrik enerjisiye dönüştürülmesidir. Atomun nötronlar ile parçalanması 1934 yılında Enrico Fermi tarafından gerçekleştirilmiştir. 1942 yılında Enrico Fermi ve arkadaşları tarafından Şikago'da nükleer reaksiyonların kendiliğinden sürdürülebildiği görülmüş ve böylece dünya ilk nükleer reaktör ile tanışmıştır. Nükleer güç İkinci Dünya Savaşında kullanıldıktan sonra elektrik üretmek amacıyla ilk nükleer santral 1951 yılında ABD'de kuruldu. 1954'te ise nükleer enerji ilk defa

bir denizaltıda enerji kaynağı olarak kullanıldı. 1970’li yıllardaki petrol darboğazı nükleer enerjiye ilgiyi arttırmış ve bu teknolojinin gelişmesine yol açmıştır.

Nükleer enerjinin kullanımında en çok dikkat edilmesi gereken nokta çalışan malzemenin radyoaktif olmasıdır. Radyoaktif çekirdeklerin uygun bir şekilde kullanılması ve kullanım sonrasında uygun bir şekilde depolanması oldukça önemlidir. Nükleer güç santrallerinde radyoaktif reaksiyonların gerçekleştiği reaktörler haricinde elektrik üretilen bölüm dahil geri kalan kısımlar herhangi bir termik santralden farklı değildir. Nükleer santrallerden, çevreye termik santrallerden salınan zararlı emisyonlara rastlanmaz.

Nükleer Enerjinin avantajlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

1. Çevreci bir enerji türü olup, zararlı emisyon bırakmaz. Dünyadaki nükleer enerji kullanımı ile yaklaşık % 17 daha az sera gazı salınımı sağlanır⁵⁵.
2. Nükleer enerji santralleri, yenilenebilir enerji kaynakları gibi iklim ve tabiat şartlarına bağlı değildir. Termik santrallerdeki gibi kömürün kalitesinden, hidrokarbonlu yakıtlardaki gibi rezerv miktarlarından ve fiyat dalgalanmalarından etkilenmez.
3. Nükleer reaktör diğer yakıt türlerine göre oldukça az yakıt kullanmakta ve oldukça az atık çıkmaktadır. Nükleer santrallerde kullanılan 1 kg yakıt ile elde edilecek enerji ancak 3.000.000 kg kömür ile karşılanabilir. 500 MW’lık bir nükleer güç santralinden çıkacak atık miktarı 15 ton olmakta ve bu atık uygun depolarda depolanabilmektedir. Aynı gücü verebilecek bir termik santralinden ise 1.000.000 ton petrol atığı çıkmakta ve çevreyi kirletmektedir.
4. Nükleer güç santrallerinde üretilen enerjinin birim maliyetleri diğer enerji türlerine göre daha düşüktür ve sürdürülebilirdir.
5. Kullanılan nükleer yakıtlar işlenerek yeniden kullanılabilir. Plütonyum, uranyum içeren artık yakıtın % 97’si ile yeniden enerji üretilebilmektedir.
6. Nükleer güç santrallerinin kullanım ömrü diğer reaktör türlerine göre daha uzundur.
7. Nükleer yakıtlar uzun süre depolanabilmektedir. Dolayısıyla yıllar boyunca kullanılacak yakıtlar kullanım zamanları gelene kadar uygun depolarda bekletilebilmektedir. Türkiye’de ancak 15 günlük doğalgaz depolanabilmektedir. Bu değer bazı ülkelerde yıllık tüketim miktarının % 15 civarındadır.

5.5.3.1. Dünyada Nükleer Enerji

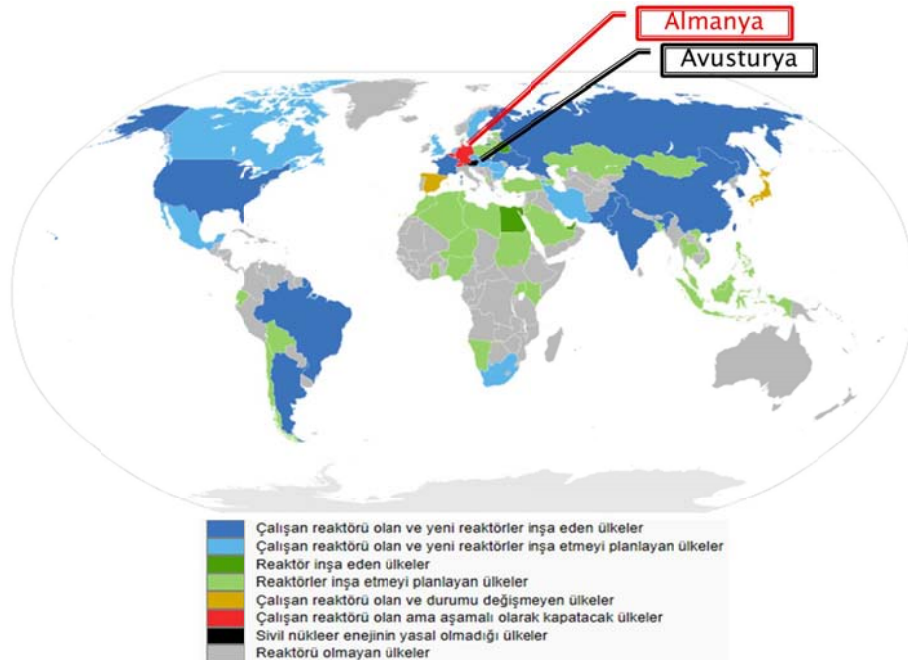
Dünyada nükleer enerji alt yapısı Avrupa ve ABD’de 80’li yıllarda hemen hemen tamamlanmış olup nükleer güç reaktörleri buradaki ülkelerin enerji ihtiyaçlarının önemli bir kısmı karşılanmasında rol oynamaktadır.

Dünyada hali hazırda 437 nükleer reaktör ile 373.209 MWe kurulu güç ile enerji üretmekte olup, Japonya’daki depremden dolayı Fukushima’daki iki reaktör haricinde uzun süreli kapatılan bir reaktör bulunmaktadır⁵⁶.

⁵⁵ Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrallere İlişkin Bilgiler, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı.

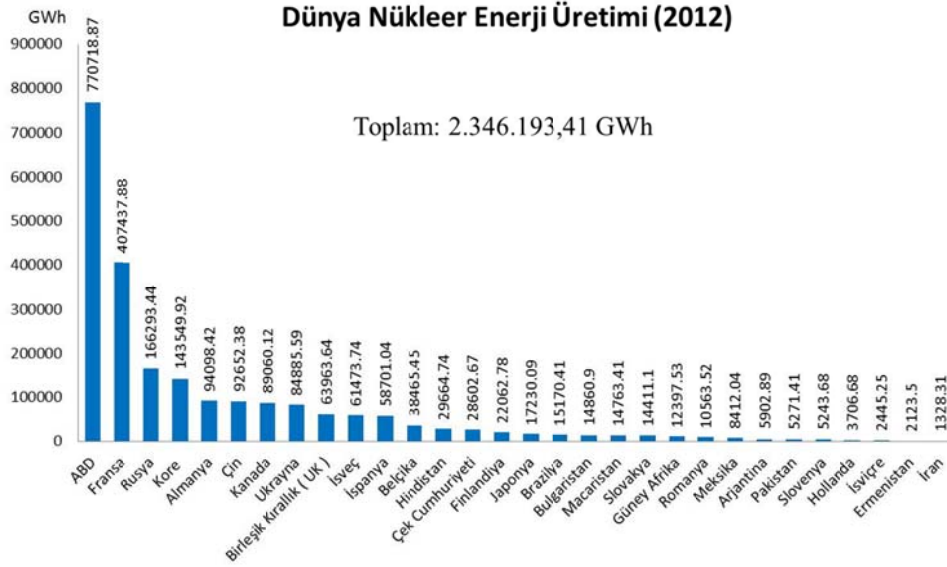
Şekil 5.30’da dünyada ülkelerin nükleer enerji durumları özetlenmiştir. Buna göre nükleer enerjiyi terk etme kararı almış tek ülke Almanya olduğu görülmektedir. Nükleer reaktör kurulum teknolojisinde Almanya’nın birçok rakibi olduğu, buna karşılık nükleer enerjinin alternatifi rüzgâr türbinleri ve güneş pilleri gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinde ise sanayisinin oldukça gelişmiş ve en hazır teknolojiye sahip ülkeler arasında olduğu düşünülürse yenilenebilir enerji teknolojilerini desteklemesi ve teşvik etmesinin yadsınmaması gerekir. Haritadan nükleer enerjiye sahip olmayan ülkelerin genellikle teknolojik açıdan geri kalmış sanayide ilerleyememiş ülkeler olduğu, sanayisi gelişmiş ve yüksek teknolojiye sahip olan ve yüksek miktarlarda enerji tüketen ülkelerin hemen hemen tamamının ise nükleer reaktörlere sahip olduğu ve reaktör kurmaya devam ettikleri görülmektedir.

2012 yılı için ülkelerin nükleer enerji üretimleri incelendiğinde, Grafik 5.18’den Amerika Birleşik Devletleri’nin 770.719 GWh ile birinci olduğu ve ardından 407.437 GWh ile Fransa, 166.293 GWh ile Rusya, 143.549 GWh ile Kore, 94.098 GWh ile Almanya’nın ilk beş ülkeyi oluşturdukları görülmektedir. Günümüzde en ileri teknolojiye sahip olan ülkelere birisi olan Japonya’da 50 tane nükleer reaktöre sahip olduğu Grafik 5.19’dan görülebilmektedir. Japonya enerjisinin yaklaşık % 84’ünü dışarıdan ithal etmektedir. 2011 yılında meydana gelen Fukushima-Daichi nükleer kazasından sonra Japon toplumu ve yöneticileri tarafından nükleer enerji sorgulanmış, birçok alternatif ve yenilenebilir enerji teknolojileri uygulamaya konulmaya çalışılmış ancak nükleer enerjinin alternatifini bulamadıklarından tekrar nükleer enerjiye dönmüşlerdir.



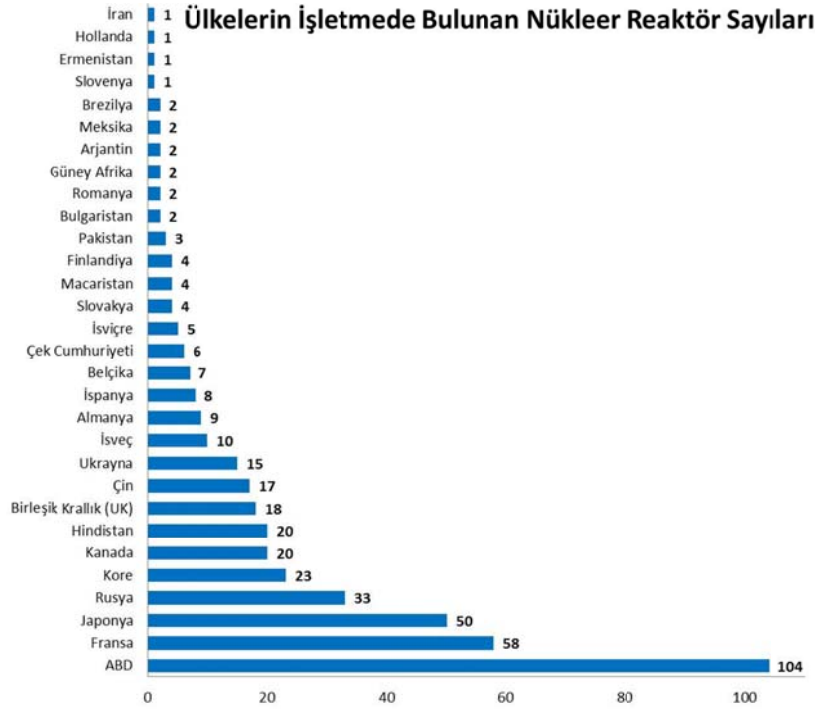
Şekil 5.30. Dünyadaki Ülkelerin Nükleer Enerjiye Olan Pozisyonları
Kaynak: Plans for New Nuclear Reactors. World Nuclear Association (2009-09)

⁵⁶ International Atomic Energy Agency, <http://prisweb.iaea.org/Wedas/WEDAS.asp>



Grafik 5.18. Nükleer Enerjiye Sahip Olan Ülkelerin 2012 Yılında Ürettikleri Enerji Miktarı
Kaynak: IAEA, PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)

Nükleer teknolojiye sahip ülkelerdeki reaktör sayıları Grafik 5.19’da görülmektedir. 104 adet reaktör ile en çok reaktöre sahip ülkenin ABD olduğu, Tablo 5.63 incelendiğinde ise 3.399 MWe güce sahip 3 adet reaktörünün kurulum aşamasında olduğu, Grafik 5.20’den 9 adet daha reaktör kurmayı planladığı, Tablo 5.64’den 15 adet daha reaktör kurmayı hedeflediği görülmektedir. İkinci sırada en çok reaktöre sahip olan ülke 58 reaktörle Fransa olmakta, Grafik 5.21 incelendiğinde ise Fransa’nın toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 75’inin nükleer enerjiden karşılandığı görülmektedir. En çok reaktöre sahip ülkelerden Japonya’nın 50, Rusya’nın 33 ve Kore’nin 23 reaktörü bulunmaktadır.



Grafik 5.19. Nükleer Teknolojiye Sahip Olan Ülkelerdeki Reaktör Sayısı
Kaynak: IAEA, PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)

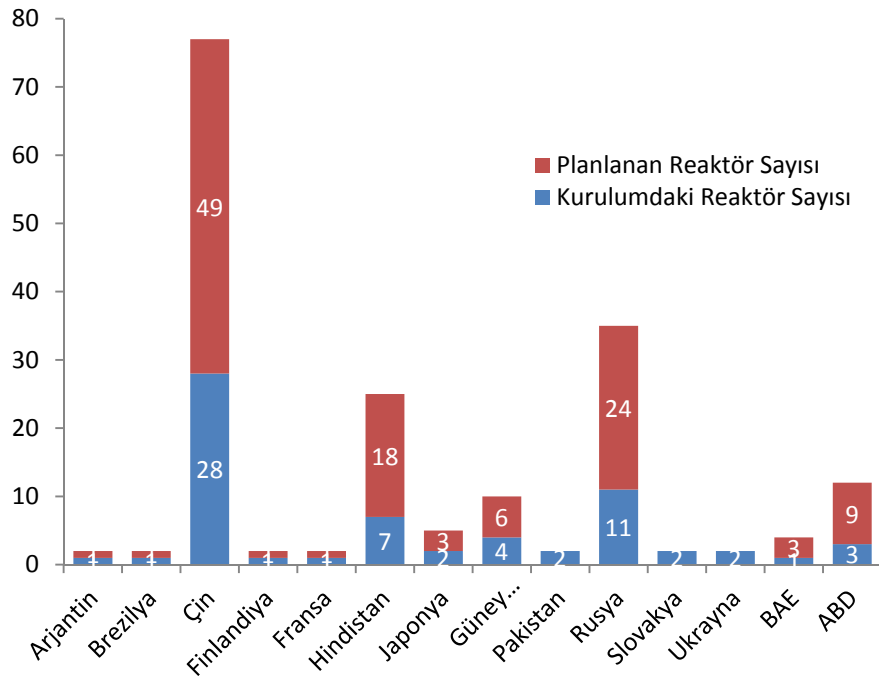
Nükleer enerji teknolojisini en çok kullanan ülkelerin bu enerjiden vazgeçemedikleri ve devam ettirmek istedikleri halen kurulumda olan reaktör sayıları ile de Tablo 5.63'den görülmektedir. Grafik 5.20'de ise göze çarpan en önemli noktalardan birisi dünyanın en fazla büyüyen ekonomisi olan Çin'in 28 adet reaktör kurmakta olduğu ve 49 adet daha reaktör kurmayı planladığıdır. Çin'in enerji üretimi büyük oranda (% 60 civarında) kömüre bağlıdır. 17 tane kurulu nükleer reaktörü olan Çin'in 49 adet daha reaktör kurması enerji politikasının kömürden nükleere yönlendirdiği anlaşılmaktadır. Yakın zamanda nükleer bir felaket geçiren Japonya'nın 3 tane daha nükleer reaktör kurması, enerjide Türkiye gibi dışa bağımlı bir ülke olarak nükleer enerjinin kendileri için vazgeçilmez olduğunu göstermektedir.

Nükleer enerji kullanan ülkelerde toplam tükettikleri enerjideki nükleer paya bakıldığından genellikle gelişmiş ülkelerin büyük oranda nükleer enerjiden faydalandıkları görülmektedir (Grafik 5.21). Burada da dikkate değer bir nokta İran ve Rusya gibi daha çok petrol ve ürünleri olarak dışarıya enerji ihraç eden ülkelerin nükleer enerjiyi de kullanmalarıdır. Dünyada en çok petrol ihraç eden 3. ülke durumundaki İran'ın uluslararası tepkilere rağmen nükleer enerjide ısrarcı olması da oldukça düşündürücüdür.

Tablo 5.63. Dünyada Kurulum Aşamasındaki Nükleer Reaktör Sayıları ve Kurulu Güç Miktarları

Ülkeler	Reaktör Sayısı	Net Kapasitesi MWe
Arjantin	1	692
Brezilya	1	1245
Çin	28	27.844
Finlandiya	1	1.600
Fransa	1	1.600
Hindistan	7	4.824
Japonya	2	2.650
Güney Kore	4	4.980
Pakistan	2	630
Rusya	11	9.297
Slovakya	2	880
Ukrayna	2	1.900
Birleşik Arap Emirlikleri	1	1.345
ABD	3	3.399

Kaynak: IAEA, PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)



Grafik 5.20. Dünyadaki Bazı Ülkelerdeki Kurulum Aşamasındaki ve Kurulumu Planlanan Reaktör Sayıları

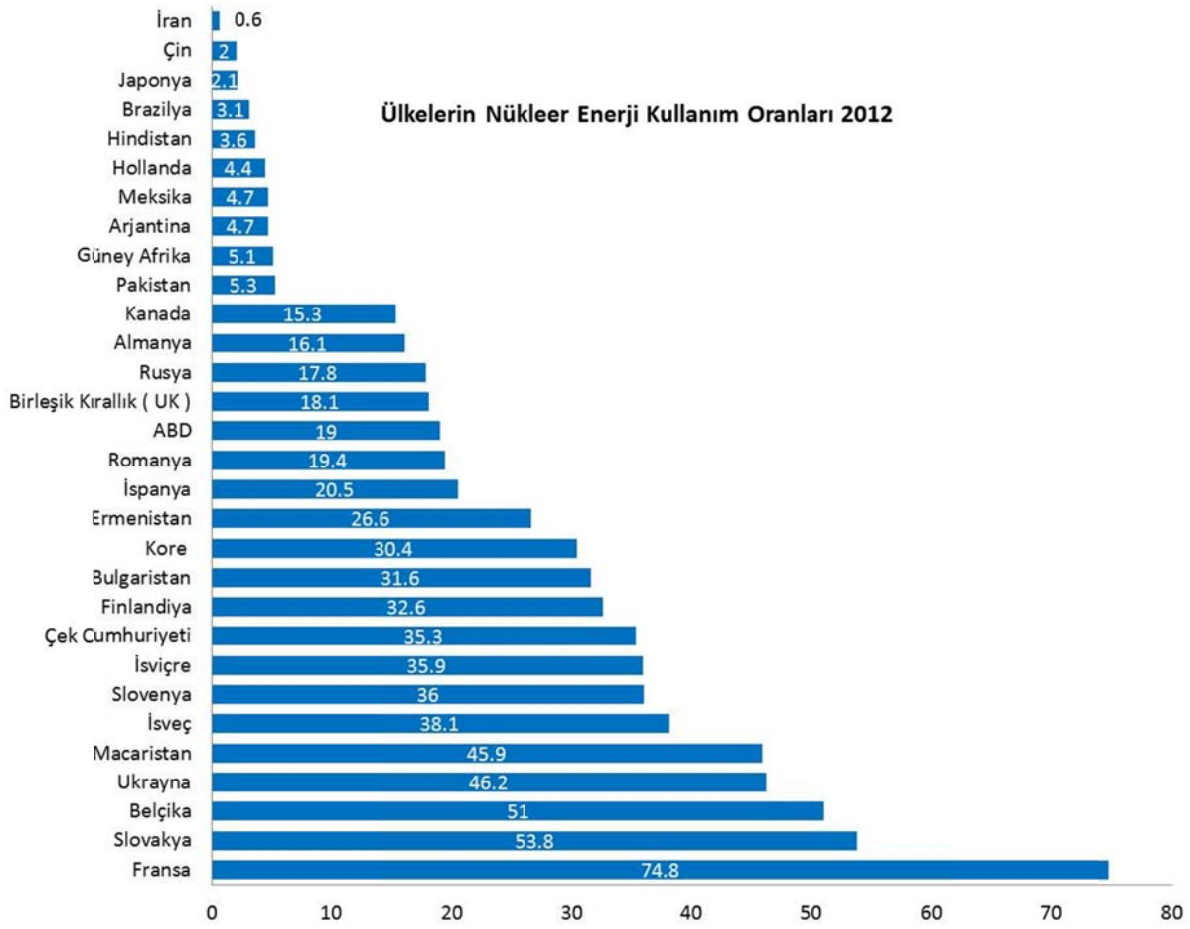
Kaynak: IAEA, PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)

Tablo 5.64. Nükleer Enerji Kullanan Ülkelerdeki Kullanımdaki, Kurulum Aşamasındaki, Kurulması Planlanan ve Kurulması Hedeflenen Reaktör Sayıları

Ülkeler	Kullanımdaki	İnşa Halindeki	Planlanan	Hedeflenen
Arjantin	2	1	1	2
Ermenistan	1	0	1	
Bangladeş	0	0	2	0
Belarus	0	0	2	2
Belçika	7	0	0	0
Brezilya	2	1	0	4
Bulgaristan	2	0	1	0
Kanada	19	0	2	3
Şili	0	0	0	4
Çin	17	28	49	120
Çek Cumhuriyeti	6	0	2	1
Mısır	0	0	1	1
Finlandiya	4	1	0	2
Fransa	58	1	1	1
Almanya	9	0	0	0
Macaristan	4	0	0	2
Hindistan	20	7	18	39
Endonezya	0	0	2	4
İran	1	0	2	1

Ülkeler	Kullanımdaki	İnşa Halindeki	Planlanan	Hedeflenen
İsrail	0	0	0	1
İtalya	0	0	0	10
Japonya	50	3	9	3
Ürdün	0	0	1	
Kazakistan	0	0	2	2
Kuzey Kore	0	0	0	1
Güney Kore	23	4	6	0
Litvanya	0	0	1	0
Malezya	0	0	0	2
Meksika	2	0	0	2
Hollanda	1	0	0	1
Pakistan	3	2	0	2
Polonya	0	0	6	0
Romanya	2	0	2	1
Rusya	33	10	24	20
Suudi Arabistan	0	0	0	16
Slovakya	4	2	0	1
Slovenya	1	0	0	1
Güney Afrika	2	0	0	6
İspanya	7	0	0	0
İsveç	10	0	0	0
İsviçre	5	0	0	3
Tayland	0	0	0	5
Türkiye	0	0	4	4
Ukrayna	15	0	2	11
Birleşik Arap Emirlikleri	0	1	3	10
Birleşik Krallık (İngiltere)	16	0	4	9
ABD	103	3	9	15
Vietnam	0	0	4	6
TOPLAM		64	161	118

Kaynak: IAEA, PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)



Grafik 5.21. Nükleer Teknolojiye Sahip Ülkelerin Tükettikleri Enerjideki Nükleer Enerji Payı

Kaynak: IAEA, PRIS (International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System)

5.5.3.2. Türkiye’de Nükleer Enerji

2012 yılı için Türkiye enerji talep artışında 1,5 milyar nüfusa sahip Çin’den sonra dünyada ikinci sırada yer almaktadır. Enerji kaynaklarının sınırlı olması yönüyle Japonya’ya benzeyen ülkemizin enerji ihtiyaç artışı ortalama % 7-8 civarında olmaktadır. Bu iki ülkeden Çin yakın gelecekte en çok nükleer santrale sahip olacak ülkeler arasında yer alırken, Japonya 50 reaktör ile en çok reaktöre sahip ikinci ülkedir. Ülkemizin enerji projeksiyonu incelendiğinde ihtiyacının artacağı yönde ilerleyeceği öngörülmektedir. Türkiye’nin cari açığından daha fazla miktarda enerji ithal ettiği düşünülürse Türkiye’nin acilen yüksek miktarda enerjiyi kendi öz kaynakları ile üretmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Ülkemizin artan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla 2007 yılında 5710 sayılı Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun yürürlüğe girmiştir. Geçtiğimiz günlerde Japon hükümeti ile Sinop’ta toplam 4.480 MWe kurulu güce sahip olacak 4 ünite, Mayıs 2010’da da Rusya Federasyonu ile Mersin-Akkuyu’da 4800 MWe kurulu güce sahip 4 ünitelerden oluşacak nükleer reaktör kurulumuna ilişkin anlaşma imzalanmıştır.

5.5.3.3. Toryum

Nükleer enerji hammaddeleri olarak uranyum ve toryum kullanılmaktadır. Ancak, yakıt çevirimi ile ilgili problemler nedeniyle toryum kullanan nükleer santraller ekonomik değildir ve bu nedenle de yaygınlık kazanmamıştır.

Dünya'daki toryum rezervlerinin önemli bir kısmı Türkiye'de bulunmaktadır. Dünyadaki toryum rezervlerinin ülkelere göre dağılımları Tablo 5.65'de verilmiştir. Buna göre dünyadaki toplam rezervin % 14'ü Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'de, MTA tarafından yapılan çalışmalarla, Eskişehir- Sivrihisar-Kızılcaören yöresindeki nadir toprak elementleri ve toryum kompleks cevher yatağında, ortalama tenörü %0,2 ThO₂ olan 380.000 ton görünür rezerv tespit edilmiştir.

Toryum ile ilgili birçok ülkede çalışmalar yapılmaktadır. ABD, Fransa ve Hindistan 1000 megawattlık sıvı florür toryum ile çalışabilecek bir güç santrali üzerine araştırmalarını devam ettirmektedir. 4. Nesil nükleer güç santralleri olarak adlandırılan Toryum güç santrallerinin 2025 yılından sonra devrede olacağını tahmin edilmektedir.

Tablo 5.65. Ülkelerin Toryum Rezervleri

Ülke	Ton	Yüzde (%)
Hindistan	846.000	16
Türkiye	744.000	14
Brezilya	606.000	11
Avustralya	521.000	10
ABD	434.000	8
Mısır	380.000	7
Norveç	320.000	6
Venezüella	300.000	6
Kanada	172.000	3
Rusya	155.000	3
Güney Afrika	148.000	3
Çin	100.000	2
Grönland	86.000	2
Finlandiya	60.000	1
İsveç	50.000	1
Kazakistan	50.000	1
Diğer	413.000	8
Dünya toplamı	5.385.000	100

Kaynak: Uranium 2007: Resources, Production and Demand, Nuclear Energy Agency (Haziran 2008)

5.5.4. Kaya Gazı (Şeyl Gazı)

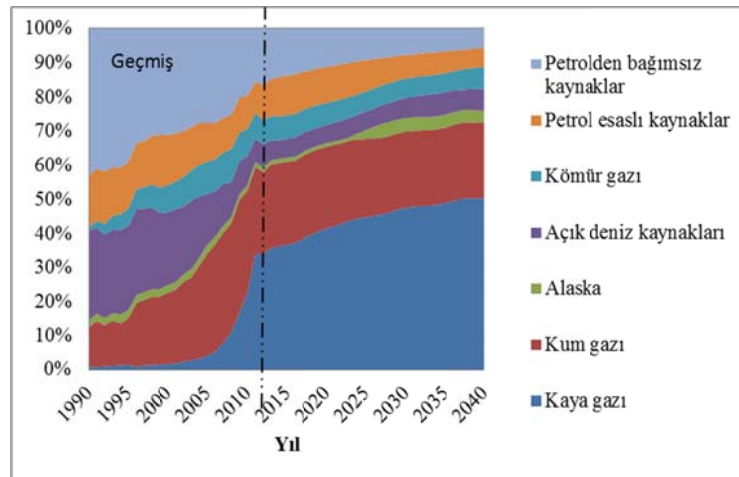
Organik kayaçlar sınıfına giren ve içeriğinde kerojen bulunan kaya gazı, organik çözücülerde çözünmemektedir. Şeyl gazı, bitümlü şist veya bitümlü şeyl olarak da adlandırılan kaya gazının özelliği ısıtıldığında petrol ve doğalgaz üretilebilmesidir. Özellikle 10-15 yıldır ABD tarafından doğalgaza alternatif olarak görülen ve rezervler ve üretim konusunda ciddi çalışmalar yapılan kaya gazı, ülkemizde de son yıllarda yerli fosil kaynak olarak gündeme gelmektedir.

Günümüzde en önemli enerji üretim kaynaklarının petrol ve doğalgaz olması, ancak bu kaynakların sınırlı rezervleri, fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar ve enerji güvenliği bakımından riskli olmaları sebebiyle çok eskiden bilinen bununla birlikte daha önceleri ekonomik olmayan kaya gazının ülkemizde rezervlerinin bulunmuş olması çok önemlidir. Ancak bu rezervlerin varlıklarından bahsedilirken bütün şeylerin kaya gazı içermediği, bunlardan gaz üretilebilmesi için içerisindeki organik madde miktarının önemli olduğu ve kayanın belli bir olgunluğa erişmiş olması gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

5.5.4.1. Dünyada Kaya Gazı

Kaya gazı ilk olarak 1821 yılında ABD'nin New York şehrinde çıkartılmasına rağmen doğalgaz rezervlerinde 1970 yılında meydana gelen düşüşlere kadar endüstriyel olarak çıkartılması düşünülmemiştir.⁵⁷ Bununla birlikte son on beş yılda ise gerek bulunan rezervler gerekse açılan sondaj kuyuları ile birlikte kaya gazı ABD'de önemli bir doğalgaz kaynağı haline gelmiştir. 2000 yılında ABD'deki doğalgaz ihtiyacının sadece % 1'i kaya gazından sağlanmakta iken 2010 yılı itibariyle % 20'ye ulaşmıştır. Amerikan hükümetine bağlı Enerji Enformasyon Dairesi (EIA)'ne göre 2035 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin doğalgaz ihtiyacının % 46'sının kaya gazından sağlanacağı öngörülmektedir (Grafik 5.22).⁵⁸

EIA tarafından hazırlanan "World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, EIA Report-April 2011" adlı rapora göre dünyada önemli miktarda kaya gazı rezervine sahip toplam 32 ülke vardır. Raporda bu ülkelerin iki grup halinde incelenmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Birinci grup ülkeler en azından belli bir altyapıya sahip ve doğalgaz ithalatına önemli derecede bağımlı, ayrıca bu ithalat miktarına bakılarak önemli derecede rezervi olduğu düşünülen ülkelerdir. Kaya gazı gelişiminin bu ülkelerin gelecekteki gaz dengelerini ciddi oranda değiştirebileceği ve kalkınma yönünde motive edebileceğini göstermektedir. Bu ülkeler arasında Fransa, Polonya, Ukrayna, Güney Afrika, Fas ve Şili ile birlikte Türkiye'de sıralanmaktadır.



Grafik 5.22. ABD Doğalgaz İhtiyacının Kaynaklara Göre Karşılanma Oranı (1990-2040 İzdüşümü)

Kaynak: U.S Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2013

⁵⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Shale_gas#History

⁵⁸ World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, EIA Report-April 2011

İkinci grup ülkeler olarak ise kaya gazı rezerv tahminleri çok yüksek olan (yaklaşık 6.000 trilyon litre ve üzeri) veya halihazırda doğalgaz üretimi olan ülkelerdir. Bu ülkelerden Amerika Birleşik Devletleri dışında dikkate değer olanları Kanada, Meksika, Çin, Avustralya, Libya, Cezayir, Arjantin ve Brezilya olarak bildirilmektedir (Tablo 5.66). Mevcut altyapılarına bağlı olarak bu ülkelerin rezervlerinin kullanılabilir hale dönüştürülmesinin farklı zaman dilimlerinde gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.

Tablo 5.66. Kaya Gazı, Doğalgaz Rezervleri ile Rezerve Sahip Ülkelerin Yıllık Doğalgaz Üretim ve Tüketim Oranları (2009)

ÜLKE	2009 Doğalgaz pazarı (trilyon litre, kuru ağırlık)			İspatlanmış doğalgaz rezervleri (trilyon litre)	Teknik olarak geri kazanılabilir kaya gazı rezervleri (trilyon litre)
	Üretim	Tüketim	İthalat (İhracat)		
Fransa	0,85	48,99	98%	5,66	5.097,03
Almanya	14,44	92,60	84%	175,56	226,53
Hollanda	79,00	48,70	(62%)	1.387,53	481,39
Norveç	103,36	4,53	(2.156%)	2.038,81	2.350,30
Polonya	5,95	16,42	64%	164,24	5.295,25
TÜRKİYE	0,85	35,11	98%	5,66	424,75
Ukrayna	20,39	44,17	54%	1.104,36	1.189,31
ABD	583,33	645,62	10%	7.716,34	24.409,12
Kanada	159,42	85,23	(87%)	1.755,64	10.986,94
Meksika	50,12	60,88	18%	339,80	19.283,77
Çin	82,97	87,22	5%	3029,90	36,10
Hindistan	40,49	52,95	24%	1.073,21	1.783,96
Pakistan	38,51	38,51	-	841,01	1.444,16
Avustralya	47,29	30,87	(52%)	3.114,85	11.213,47
G.Afrika	1,98	5,38	63%	0,00	13.733,67
Libya	15,86	5,95	(165%)	1.548,93	8.211,89
Tunus	3,68	4,81	26%	65,13	509,70
Cezayir	81,55	28,88	(183%)	4.502,38	6.541,19
Venezüella	18,41	20,10	9%	5.065,88	311,49
Kolombiya	10,48	8,78	(21%)	113,27	538,02
Arjantin	41,34	43,04	4%	379,45	21.917,24
Brezilya	10,19	18,69	45%	365,29	6.399,61
Şili	1,42	2,83	52%	99,11	1.812,28
Uruguay	0,00	0,00	100%		594,65
Bolivya	12,74	2,83	(346%)	750,40	1.359,21
Toplam	1.446,71	1.469,08	(3%)	35.781,45	150.879,96
Dünya toplamı	3.015,75	3.021,41	0%	187.146,1	

¹Kuru üretim ve tüketim: EIA, International Energy Statistics, 8 Mart, 2011

²İspatlanmış gaz rezervleri, Oil and Gas Journal, Dec., 6, 2010, P. 46-49.

Kaynak: World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States, EIA Report-April 2011

5.5.4.2. Türkiye’de Kaya Gazı

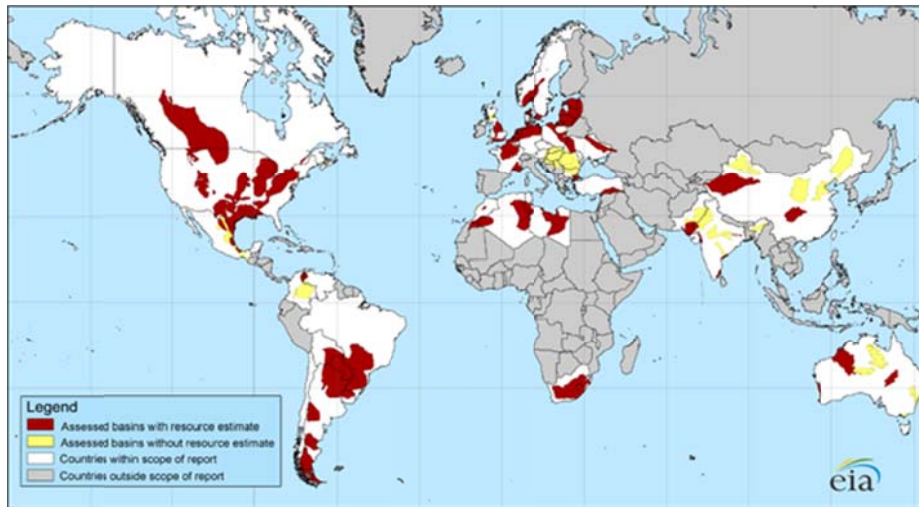
Ülkemizde bitümlü şeyl etütleri MTA Enstitüsünün kurulmasıyla başlamış ve ilk yıllarda çalışmalar bütün Dünyada olduğu gibi sentetik petrol eldesi amacıyla sürdürülmüştür. Bu amaçla; Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Hatıldağ (Bolu), Himmetoğlu (Bolu), Mengen (Bolu), Ulukışla (Niğde), Bahçecik (Kocaeli), Burhaniye (Balıkesir), Beydili (Ankara), Dodurga (Çorum), Çelteç (Amasya), sahalarında etütler Boyalı (Kastamonu), Demirci (Manisa), Ilıcılık (Çankırı), Aspiras (Kastamonu) sahalarında prospeksiyon çalışmaları yapılmış bu çalışmalar sonucunda ülkemizde 1,64 milyar ton bitümlü şeyl rezervi belirlenmiştir (Şekil 5.31).



Şekil 5.31. Türkiye Mevcut Kaya Gazı Rezerv Haritası

Kaynak: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

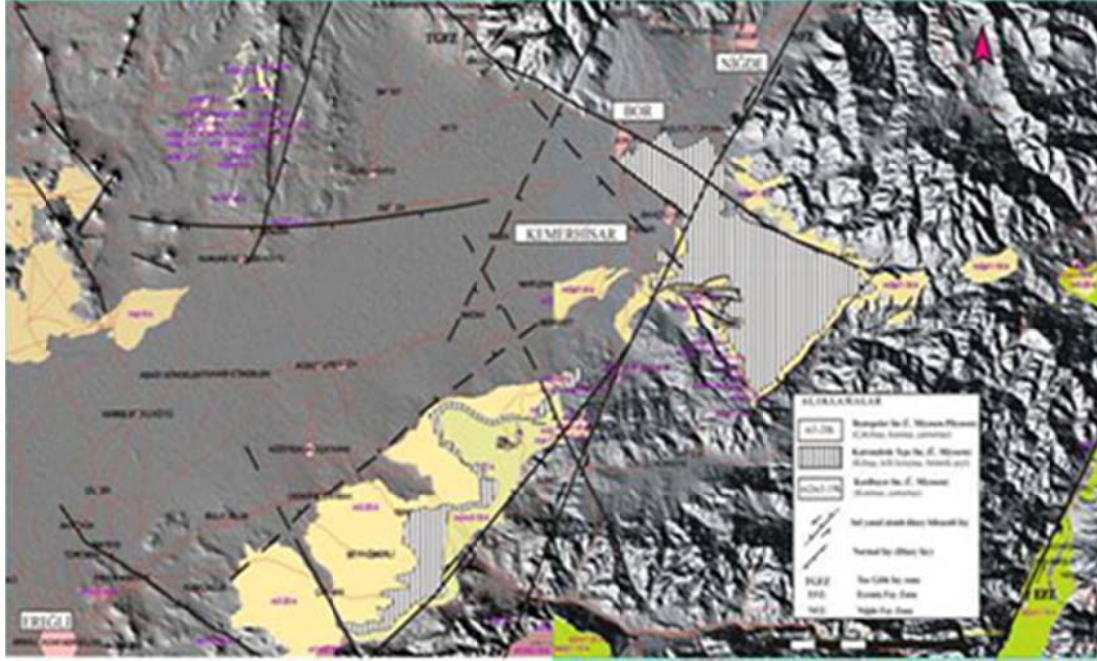
Amerikan Enformasyon İdaresi tarafından yayınlanan “Annual Energy Outlook 2013” raporunda toplamda 32 ülkede yaklaşık 70 formasyonu içeren 48 kaya gazı rezervinden bahsedilmektedir. Bu değerlendirmeler göreceli olarak yakın denebilecek dönemde ümit vadeden ve yeterli jeolojik verilere sahip havzalara sahip olan belirlenmiş bir grup ülkenin durumlarını kapsamaktadır. Buna göre Şekil 5.32’de bu havzaların yerleri ve bölgeleri analiz edilmiştir. Haritaya göre Türkiye’de Trakya bölgesi ile Güneydoğu Anadolu bölgesinin dahil olduğu bölgelerde kaya gazı rezervlerinin olduğu görülmektedir.



Şekil 5.32. Dünya Kaya Gazı Rezervine Sahip 48 Ana Ülke

Kaynak: U.S Energy Information Administration

218 milyar 121 milyon dolar ile 687 milyar 191 milyon dolar arasında değiştiği tahmin edilmektedir.⁶⁰



Şekil 5.34. Konya-Niğde Neojen Havzası Uydu Görüntüsü ve Jeoloji Haritası

Kaynak: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

Tablo 5.67. Ereğli-Bor Havzası Petrollü Şeyl Potansiyel Rezervinin Dünya Petrollü Şeyl Rezervleri ile Karşılaştırılması

ÜLKE	Petrollü Şeyl Sahası	Rezervi (milyar ton)	Üretilebilir Şeyl Petrolü Miktarı (milyar varil)
ABD	Utah, Colarado, Wyoming	213.00	1.621
Avustralya	Doğu Queensland	67.00	1,72
Estonya	Rakvere	1.50	-
Brezilya		9.60	-
Kanada	Nova Scotia	1.50	0.25
İsrail	Necef Çölü	15.36	0.60
Ürdün	GB Amman	60.00	4.00
Ukrayna	-	8.80	0.30
Fas	Tarfaya	12.30	3.42
Türkiye	Ülke Geneli + Ereğli Bor havzası	1.64 + 8.00	-

Kaynak: Ülkemizde Yeni Belirlenen Petrollü Şeyl Potansiyel Rezervi ve Şeyl Petrolü Üretimin Araştırılması, Abdurrahman Murat, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 2010, Sayı 9, Sayfa 1-8

⁶⁰ Enerji Enstitüsü



Şekil 5.35. Konya-Niğde Neojen havzasında yapılan çalışmalarda **a)** sondaj çamuru ile birlikte çıkan petrol, **b)** petrollü karot örneği, **c)** kimyasal eritici ile çözündürülmüş petrol

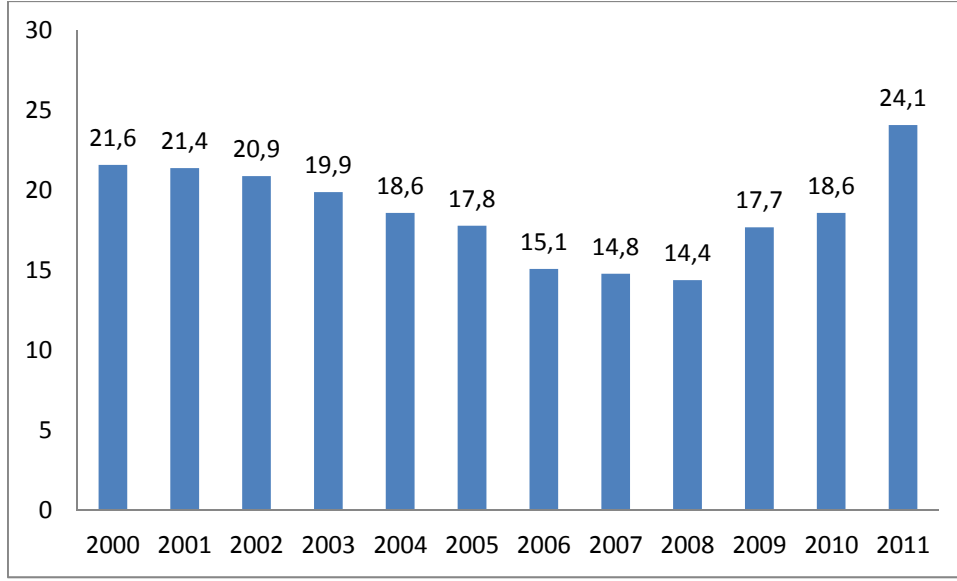
Kaynak: <http://www.mta.gov.tr>

6. ENERJİ ÜRETİM, TÜKETİM VE DAĞITIM VERİLERİ

6.1. Kayıp Kaçak Oranları

Enerji üretiminin yanında üretilen enerjinin tüketildiği yere doğru bir şekilde ulaştırılabilmesi de önemli bir konudur. Özellikle elektrik enerjisi üretimi sonrası gerek dağıtım gerekse dağıtım sonrası ülke genelinde % 20'leri bulan kayıp ve kaçak oranları görülmektedir (Grafik 6.1). Bu oranların aşağı çekilebilmesi için iletim hatlarında yapılacak iyileştirmeler ve kaçak kullanımın önüne geçilebilmesi için önlemlerin alınması öncelikler arasında yer almalıdır.

Bölgeye bakıldığında ise bu oranların ülke ortalamasının altında olmasına rağmen Niğde için % 10,6, Aksaray için % 10,1 yüksek denebilecek seviyelerdedir (Tablo 6.1). Bölge illeri için elektrik dağıtımının özel şirketler tarafından yerine getiriliyor olması, altyapının iyileştirilmesi, kontrollerin artırılması, yasal düzenlemelerin caydırıcı hale gelmesi ile birlikte bu oranların düşeceği ön görülmektedir.



Grafik 6.1. Yıllara Göre Türkiye Elektrik Kayıp-Kaçak Oranları*

*2008 yılından itibaren yapılan özelleştirmeler sonucunda TEDAŞ bünyesinde 2011 yılı itibarıyla 8 dağıtım bölgesi, 29 il bulunmaktadır.

Kaynak: TEDAŞ

Tablo 6.1. TR71 Bölgesi İlleri 2008-2012 Yılları Kayıp-Kaçak Oranları

	2008	2009	2010	2011	2012
Aksaray	% 7,9	% 9,4	% 11,2	% 10,8	% 10,1
Kırşehir	% 8,8	% 9,1	% 13,9	% 8,2	% 7,8
Nevşehir	% 7,4	% 5,1	% 8,9	% 8,9	% 8,3
Niğde	% 8,4	% 9,5	% 6,5	% 11	% 10,6
Kırıkkale	% 6,6	-	-	-	-

Kaynak: MEDAŞ

6.2. Enerji Maliyetlerinin Yıllara Göre Değişimi

Enerji ihtiyacının dünya ve ülkemiz için hızla artması, diğer taraftan sınırlı kaynakların hızla tükenmesi ve dünyada meydana gelen önemli tabiat olayları, toplumsal, siyasi ve ekonomik hadiseler enerji fiyatları üzerinde olumsuz yönde sürekli bir baskı oluşturmaktadır. 2003-2013 yılları arasında birincil enerji kaynaklarının birim maliyetleri incelendiğinde fiyatların sürekli arttığını, herhangi bir kaynakta fiyat azalması olmadığı açıkça görülmektedir (Tablo 6.2 ve 6.3).

Tablo 6.3 incelendiğinde birim enerji (kWh) üretimi açısından doğalgazın hemen hemen her dönem daha ucuz olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanında elde edilen veri aralığı içerisinde birim maliyet olarak yerli linyitin de doğalgaza rakip olabileceği, ancak bu konuda linyit rezervlerinin, yıllık üretimin ve çevresel faktörlerin ön plana çıkacağı anlaşılmaktadır.

Tablo 6.2. Yıllara Göre Birim Enerji Birim Fiyatlarındaki Değişim (TL)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Doğalgaz	0,276	0,349	0,420	0,524	0,529	0,917	0,617	0,626	0,714	0,914	0,916
Linyit (Soma)	-	0,151	0,143	0,145	0,170	0,203	0,222	-	-	-	-
Linyit (İthal)	0,183	-	0,189	0,328	0,344	0,585	0,407	0,525	0,610	0,678	0,712
Fuel Oil	0,691	0,881	1,099	1,148	1,361	1,385	1,560	1,640	2,300	2,010	1,950
Elektrik	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,196	0,214	0,217	0,237	0,284	0,284
LPG	1,344	1,480	1,848	2,140	2,550	1,735	3,200	4,107	4,196	4,964	4,411
Motorin	1,359	1,800	1,943	2,138	2,519	2,673	2,804	3,190	3,929	4,214	4,036
Tüpgaz	1,518	1,660	2,118	2,460	2,836	3,143	3,319	4,202	4,590	4,732	4,590

Kaynak: İGDAŞ

Tablo 6.3. Yıllara Göre Birim Enerji Birim Fiyatlarındaki Değişim (TL/1.000 kWh)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Doğalgaz	0,038	0,048	0,057	0,071	0,071	0,124	0,083	0,084	0,096	0,123	0,123
Linyit (Soma)	-	0,046	0,043	0,044	0,052	0,062	0,067	-	-	-	-
Linyit (İthal)	0,055	-	0,049	0,084	0,088	0,150	0,104	0,135	0,157	0,174	0,183
Fuel Oil	0,089	0,114	0,142	0,148	0,175	0,178	0,201	0,211	0,296	0,259	0,251
Elektrik	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,230	0,251	0,254	0,279	0,333	0,333
LPG	0,136	0,149	0,187	0,216	0,258	0,175	0,323	0,415	0,424	0,501	0,446
Motorin	0,159	0,210	0,227	0,250	0,294	0,312	0,327	0,372	0,459	0,492	0,471
Tüpgaz	0,157	0,171	0,219	0,254	0,293	0,325	0,343	0,434	0,474	0,489	0,474

Kaynak: İGDAŞ

7. ENERJİ ALTYAPISI

Türkiye elektrik enerjisi brüt tüketimi (üretim+dış alım–dış satım) 2010 yılında bir önceki yıla göre % 8,4 artarak 210,4 milyar kWh, 2011 yılında ise % 9,4 artış göstererek 230,3 milyar kWh'a ulaşmıştır. Türkiye net tüketimi 2010 yılında 172 milyar kWh, 2011 yılında ise 186 milyar kWh olmuştur. Ulusal şebekede 2010 yılında puant talep 33.392 MW, minimum yük 13.513 MW, 2011 yılında ise puant talep 36.122 MW, minimum yük 14.822 MW olarak gerçekleşmiştir. Türkiye elektrik enerjisi üretiminde kamu kurumlarının yanı sıra özel sektör kuruluşları da yer almaktadır. Kamu santrallerinin kurulu güçleri ve üretim miktarları 1984 yılına göre 2011 yılında yaklaşık 3,5 kat büyümüştür. Buna karşılık özel sektör santrallerinin toplam kurulu gücü aynı dönemde yaklaşık 23 kat, toplam üretim miktarı ise yaklaşık 35 kat büyümüştür.⁶¹ Türkiye üretim ve iletim sistemi, Gölbaşı Milli Yük Tevzi Merkezi ile 9 adet Bölgesel Yük Tevzi Merkezinden yönetilmektedir. Bunlar Adapazarı, Çarşamba, Keban, İzmir, Gölbaşı, İkitelli, Erzurum Çukurova ve Kepez Yük Tevzi Merkezleridir. Türkiye'deki dağıtım hatlarının uzunlukları toplamı 987.644 km olup mevcut durumu Tablo 7.1'de verilmektedir.

⁶¹ Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu, TEİAŞ 2012

Tablo 7.1. Türkiye Elektrik İletim Sistemi Enerji Nakil Hat Uzunluklarının Yıllara Göre Gelişimi (km)

YILLAR	380 kV	220 kV	154 kV	66 kV	TOPLAM
2002	13.625,5	84,5	28.506,0	549,3	42.765,3
2003	13.958,1	84,5	30.961,7	718,9	45.723,2
2004	13.970,4	84,5	31.005,7	718,9	45.779,5
2005	13.976,9	84,5	31.030,0	718,9	45.810,3
2006	14.307,3	84,5	31.163,4	477,4	46.032,6
2007	14.338,4	84,5	31.383,0	477,4	46.283,3
2008	14.420,4	84,5	31.653,9	508,5	46.667,3
2009	14.622,9	84,5	31.931,7	508,5	47.147,6
2010	15.559,2	84,5	32.607,8	508,5	48.760,0
2011	15.978,4	84,5	32.878,4	509,4	49.450,7

Kaynak: Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu, TEİAŞ 2012

Tablo 7.2. Türkiye Elektrik Dağıtım Sistemi Hat Uzunlukları (km)

	33 kV	15,8 kV	10,5 kV	6,3 kV	Diğer	OG Toplamı	0,4 kV	TOPLAM
Havai Hat Toplamı	348281	26244	421	5094	0	380041	522928	902968
Yeraltı Kablosu	27079	3853	3479	1391	90	35892	48784	84676
Toplam	375359	30097	3900	6486	91	415933	571711	987644

Kaynak: TEDAŞ

Tablo 7.3. TR71 İllerinin 2011 ve 2012 Yılları Puantı Ve Verilen Enerjiler

	Trafo Merkezi Adedi	Trafo Adedi	Kurulu Gücü (MVA)		Puantı		Verilen Enerji kWh	
			Tabi	Cebri	2011	2012	2011	2012
Nevşehir	5	7	346	408	191	171	725.169.336	722.892.060
Niğde	4	8	360	412	213	235	780.407.260	887.599.620
Kırşehir	3	6	175	218	81	85	426.520.846	451.268.981
Aksaray*								
Kırıkkale*								

Kaynak: MEDAŞ

*Verilere ulaşılamadı

Bölge illerinde toplam üretim kapasitesi 3,38 GW olup (inşa halinde ve işletmede olanların tamamı dahil) bu miktar ülke üretiminin % 6,15'ine tekabül etmektedir. Tablo 8.2'de bölge illerine ilişkin kurulu güç (inşa halinde ve işletmede) değerleri verilmiştir.

Tablo 8.2. TR71 Bölge İllerinde İnşa Halinde ve İşletmede Olan Santral Yatırımları

İl	Sıra No	Santral Adı	Kurulu Güç (MW)	Kaynak Türü	Durumu
Aksaray	1	Enfaş Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	2,13	Yenilenebilir(Biyokütle)	İnşa Halinde
	2	Öncel Elektrik Üretim Ltd. Şti.	53,55	Termik(Doğalgaz)	İnşa Halinde
	3	Koni İnşaat Sanayi Anonim Şirketi	40	Yenilenebilir(Rüzgar)	İnşa Halinde
	4	Bergama Prestij Jeotermal Enerji Maden İnşaat Turizm Ticaret A.Ş.	10	Yenilenebilir(Jeotermal)	İncelemede
	5	Keskinkılıç Gıda San. Ve Tic. A.Ş.*	18,8	Termik(Doğalgaz)	İşletmede
Kırıkkale	1	Zarif Enerji Ve Elektrik Üretim Tekstil San. Ve Tic. Ltd Şti.	1,003	Yenilenebilir(Biyokütle)	İşletmede
	2	Kızılırmak Elektrik Üretim A.Ş.	1.200	Termik(Doğalgaz)	İnşa Halinde
	3	İç Anadolu Doğal Gaz Elektrik Üretim Ve Ticaret A.Ş.	420	Termik(Doğalgaz)	İnşa Halinde
	4	Cg Enerji Elektrik Üretimi İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	14,98	Hidrolik(Akarsu)	İnşa Halinde
	5	Alaşar Hes Enerji İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	13,2	Hidrolik(Akarsu)	İnşa Halinde
	6	Reşadiye Hamzalı Elektrik Üretim Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi	16,7	Hidrolik(Akarsu)	İşletmede
	7	Eüaş	54	Hidrolik(Akarsu)	İşletmede
	8	Farcan Enerji Üretim A.Ş.	398,4	Termik(Doğalgaz)	İnşa Halinde
	9	Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.*	46	Termik(Fuel Oil)	İşletmede
Kırşehir	1	Ahi Grup Doğalgaz Elektrik Üretim A.Ş.	71,372	Termik(Doğalgaz)	İnşa Halinde
	2	Kanyon Enerji Üretim Ve Tic. A.Ş.	840	Termik(Doğalgaz)	İnşa Halinde
	3	Al-Yel Elektrik Üretim A.Ş.	150	Yenilenebilir(Rüzgar)	İnşa Halinde
	4	Petlas Lastik San. Ve Tic. A.Ş.*	6	Termik(Diğer)	İşletmede
	5	Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.*	6	Termik(Diğer)	İşletmede
Nevşehir	1	Zeynep Enerji Üretim San. Ve Tic. A.Ş.	20,4	Hidrolik(Akarsu)	İnşa Halinde
	2	Baten Enerji Üretim A.Ş.	8,44	Hidrolik(Akarsu)	İnşa Halinde
	3	Ar-Es Elektrik Üretim Limited Ş.	5,29	Hidrolik(Akarsu)	İnşa Halinde
	4	Molu Enerji Üretim A.Ş.	6	Hidrolik(Akarsu)	İşletmede
	5	Senerji Enerji Üretim A.Ş.	47	Hidrolik(Akarsu)	İşletmede
Niğde	1	Kayseri Ve Cıvırı Elektrik T.A.Ş.	0,068	Hidroelektrik(HES)	İşletmede
	2	Oren Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	8,73	Termik(Doğalgaz)	İşletmede
	3	Göknur Gıda Mad.İth. İhr.Ve San. Tic.A.Ş.*	1,55	Termik(Diğer)	İşletmede
	4	Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.*	9,6	Termik(Diğer)	İşletmede
	5	Gümüştaş Madencilik Ve Tic. A.Ş.*	1,29	Termik(Doğalgaz)	Uygun bulundu

*Otoprodüktör lisansı

Kaynak: <http://lisans.epdk.org.tr/>

9. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Ülkemizin 2023 yılı için hedef olarak belirlediği 500 milyar dolarlık ihracat rakamları, üretim yapan ve ürettiğini yurtdışında pazarlayabilen bir ülke anlamına gelmektedir. Üretmenin enerji ile eşdeğer olduğu bir durumda, bu ülkemizin daha çok enerjiye ihtiyacı olacağı ve enerji tüketeceği anlamına gelmektedir. Önceki bölümlerde vurgulandığı üzere maalesef net enerji ithalatçısı olan Türkiye'nin daha çok enerji tüketeceği bir ortamda, yeni enerji kaynakları bulması yanında, “Enerji Verimliliği” üzerinde durulması da büyük önem arz etmektedir.

Enerji Verimliliği Kanunu’nda yer alan “Enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.”⁶² ifadesi bu konuda yapılacak çalışmaların amacı için genel bir çerçeve çizmiştir. Bununla birlikte enerji verimliliğinin, enerji kaynaklarının üretimlerinden tüketimlerine kadar her aşamada etkin bir şekilde kullanılması şeklinde tanımlanması da yanlış olmayacaktır. Enerji verimliliği sayesinde,

- Dışa bağımlılık azaltılacak
- Doğal kaynaklar ve çevre korunacak
- Fosil yakıtlara olan ihtiyaçlar azaltılarak enerji güvenliği arttırılacak
- Sağlanacak maddi katkı ile ekonomik ve sosyal kalkınma gelişimi hızlanacaktır.⁶³

Ülkemizde enerji verimliliği konusundaki çalışmalar ve yasal düzenlemelerin temelleri 2000 yılına dayanmaktadır. Bu sürecin bir devamı olarak 18/4/2007 tarihli “Enerji Verimliliği Kanunu” kabul edilerek 2/5/2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Kanun çerçevesinde enerji üretim, iletim, dağıtım ve tüketimi sırasında, yaşam alanlarında, ulaşım ve her türlü endüstriyel işletmede enerji bilincinin yerleştirilmesi ile ilgili yapılacaklar tarif edilmiştir. Aynı kanunda ulusal düzeyde enerji verimliliği stratejileri, planları ve programları hazırlayan, bunların etkinliğini değerlendiren, gerektiğinde revize edilmelerini, yeni önlemlerin alınmasını ve uygulanmasını koordine eden “Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu”nun görev alanları, yetkileri ve sorumlulukları belirlenmiştir.

Son olarak ise 2012 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı koordinatörlüğünde kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının katılımları ile bir toplantı düzenlenmiş ve “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023” hazırlanarak kamuoyuna dikkatine sunulmuştur.⁶⁴ Toplantının ve belgenin amacı tüm katılımcıları bir araya getirerek geçmişe yönelik bu konudaki faaliyetlerin değerlendirmesini yapmak, karşılaşılan güçlüklerin tespit etmek ve ülkemizin enerji verimliliği konusunda yol haritasının belirlenmesine katkı sağlamaktır.

Bu belgede belirtilen en temel hedeflerden birisi 2011 yılında tüketilen enerji miktarının 2023 yılında % 20 oranında azaltılması olmuştur. Bu hedef kapsamında belirlenen stratejik amaçlar;

⁶² Enerji Verimliliği Kanunu, Kanun Numarası: 5627, Kabul Tarihi: 18/4/2007

⁶³ Koç Üniversitesi, Türkiye’nin Enerji Verimliliği Haritası ve Hedefler (2012)

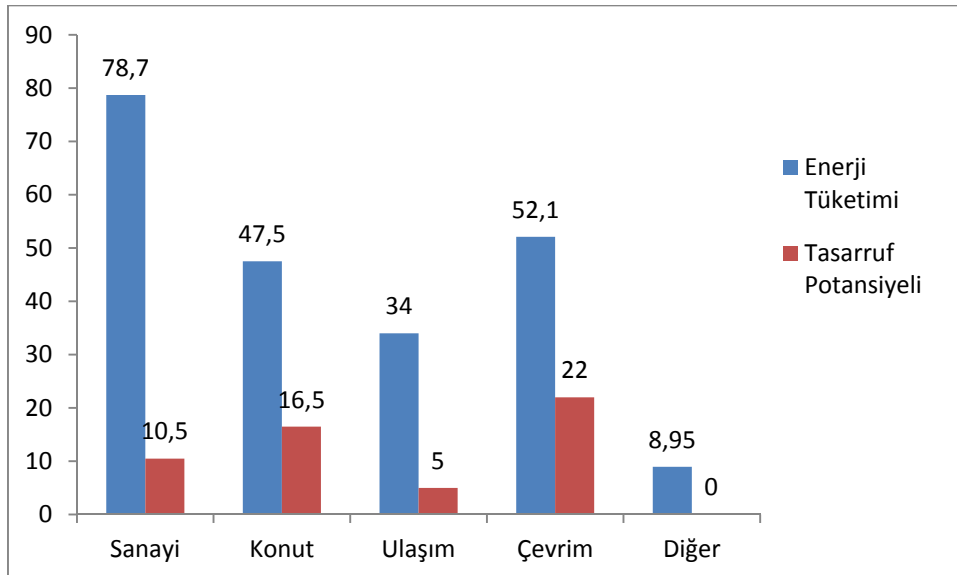
⁶⁴ Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012- 2023 (Resmi Gazete 25/2/2012 Sayı: 28215)

- “Sanayi ve hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunu ve enerji kayıplarını azaltmak
- Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak; yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak
- Enerji verimli ürünlerin piyasa dönüşümünü sağlamak
- Elektrik üretim, iletim ve dağıtımında verimliliği artırmak, enerji kayıplarını ve zararlı çevre emisyonlarını azaltmak
- Motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketimini azaltmak, kara, deniz ve demir yollarında toplu taşıma payını artırmak ve şehiriçi ulaşımda gereksiz yakıt sarfiyatını önlemek
- Kamu kesiminde enerjiyi etkin ve verimli kullanmak
- Kurumsal yapıları, kapasiteleri ve işbirliklerini güçlendirmek, ileri teknoloji kullanımını ve bilinçlendirme etkinliklerini artırmak, kamu dışında finansman ortamları oluşturmak⁶⁵

başlıkları altında incelenmiştir.

Bu konuda yapılacak çalışmalar ile sektörel olarak ulaşılabilecek tasarruf potansiyelleri Grafik 9.1’de görülmektedir. Bu projeksiyon ve yapılan hesaplamalarla sadece % 15’lik elektrik potansiyelinin geri kazanılması durumunda 2012 yılı rakamlarına göre 6,5 milyar TL’lik doğalgazlı santral yatırımı önlenebileceği veya yılda 4,3 milyar USD’lık doğalgazın ithalatının yapılmayacağı öngörülmektedir. Ayrıca binalarda sağlanacak % 30 ve ulaşımda sağlanacak % 15’lik tasarruf ile 3,4 milyar USD’lık petrol ve doğalgazın ithalatına gerek olmayacağı tahmini yapılmaktadır.⁶⁶

Grafik 9.1. Sektörlere Göre Enerji Verimliliği Potansiyelleri



Kaynak: Sunum: “Frekans Konvertörü ve Yüksek Verimli Motorlar”, A. Selim Gültekin, Tüpraş

⁶⁵ Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012- 2023 (Resmi Gazete 25/2/2012 Sayı: 28215)

⁶⁶ Kaynak: Erdal Çalıkoğlu, “Enerji Verimliliği (Enver)&Kanunu” (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, n.d.), http://www.emo.org.tr/ekler/b86e315ae7833fe_ek.pdf

Henüz ispatlanmış petrol, doğalgaz vb. rezervi olmayan ülkemiz için bu rakamlar bile yurtdışı bağımlılığının azaltılması açısından ciddi görünmektedir. Bu konuda gerçekleştirilen yasal düzenlemelerin yanında devlet desteklerinin sağlanması, özel sektörün hem ülke çıkarlarına katkı hem karlılıklarını arttırmak için firma maliyetlerini düşürme istekleri ve son olarak sivil toplum kuruluşlarının çalışmaları önem arz etmektedir.

Bu anlamda Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan “Verimlilik Arttırıcı Projeler (VAP)” özel sektör ve kamu tarafından değerlendirilebilecek destekler olarak görülmektedir. Müdürlük tarafından 2009 yılında toplam 17 projeye 1.007.361,97 TL, 2010 yılında toplam 15 projeye 1.089.370,43 TL ve 2012 yılında toplam 11 projeye 1.380.368,03 TL’lik destek uygun görülmüştür.⁶⁷

Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. Tüpraş, Kırıkkale Rafinerisi 2009 yılında iki adet proje desteği almış ve TR71 bölgesi için iyi bir örnek teşkil etmiştir. Proje kapsamında sadece pompalarda hız kontrolü ile yapılan iyileştirmelerle 1.676.160 kWh/yıl elektrik tasarrufu sağlanmıştır. Bunun maddi karşılığı olan yıllık 380.000 TL’nin yatırım maliyetini 13 ay gibi kısa bir sürede geri döndürdüğü görülmüştür.⁶⁸

⁶⁷ <http://www.eie.gov.tr/>

⁶⁸ Sunum: “Frekans Konvertörü ve Yüksek Verimli Motorlar”, A. Selim Gültekin, Tüpraş

10. GZFT ANALİZİ

TR71 BÖLGESİ ENERJİ SEKTÖRÜ GZFT ANALİZİ			
GÜÇLÜ YANLAR	ZAYIF YANLAR	FIRSATLAR	TEHDİTLER
TR71 Düzey 2 Bölgesinin güneş enerjisinden yararlanabilir alanlar arasında olması	Bölgede henüz büyük ölçekli yatırım yapılmamış olması	Yatırımcının bu teknolojiye olan ilgisi	İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olması
	Güneş enerjisinden elektrik üretimi için uygulanan teşviklerin yetersiz oluşu	Fotovoltaik hücre ve panel üretilmesi konusunda yapılan çalışmalar	Yerli üretimin teşvik edilmesi yerine yabancı firmaların ürün satmaları
Bölge illerinde kurulu 5 adet HES, 1 adet Termik Santral, 1 adet Biyokütle Santralinin varlığı. İnşa halinde olan 3 adet büyük ölçekli termik santral (Kurulu Gücü>300 MW), 2 adet küçük ölçekli Termik Santral (Kurulu gücü<300 MW), 1 adet Biyokütle Santrali, 5 adet HES ve 2 adet RES'nin varlığı.	Bölgede elektrik iletim dağıtım hatlarının yetersizliği	Doğal gaz boru hatlarının bölge üzerinden geçiyor olması	Küresel ısınma ve İklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarının azalması
		Bölge illerinin birçoğunun Kızılırmak havzası üzerinde bulunması	Termik santrallerde kullanılan doğal gazın dışa bağımlı kaynak olması
Bölgede rüzgar enerjisi potansiyelinin bulunması	Rüzgar enerjisi potansiyeli atlaslarının bir çok mevkide gerçeği yansıtmaması	Yatırımcıların rüzgar enerjisine olan ilgisi	İl yatırım maliyetlerinin yüksek olması
			Kuşların göç yolları
Bölgede sanayinin hızlı bir şekilde gelişmesi	Mevcut enerji alt yapısının yetersizliği	Bölge illerinin yeni teşvik sistemi kapsamında öncelikli iller arasında olması	
		Bölgede kurulacak enerji üretim santralleri projelerindeki artış	

TR71 BÖLGESİ ENERJİ SEKTÖRÜ GZFT ANALİZİ (DEVAM)			
GÜÇLÜ YANLAR	ZAYIF YANLAR	FIRSATLAR	TEHDİTLER
Bölge illerinde Jeotermal Kaynakların varlığı	Jeotermal kaynakların genellikle elektrik üretiminde kullanılabilecek nitelikte olmaması	Termal turizm, seracılık ve konut ısıtması ve metin içerisinde bahsi geçen diğer sektörlerde jeotermal kaynakların kullanılabilmesi	Jeotermal kaynakların değerlendirilmesine yatırımcının ilgisizliği
		Ülkemizde, termal ve sağlık turizmine olan ilginin artıyor olması	Çıkarılan jeotermal akışkanın sahadan uzak bir noktada tekrar rezervuarın beslenmemesi, sürdürülebilirliğin engellenmesi
Bölgede 6 adet Üniversite (Ürgüp'te Kapadokya MYO) bulunması	Üniversite-Sanayi İşbirliği'nin istenilen düzeyde olmaması	Üniversitelerde Teknokent kurulması çalışmalarının hız kazanmış olması	Üniversitelerin öz kaynaklarının sınırlı olması
		TÜBİTAK ve Sanayi Bakanlığı'nın enerji projeleri konusunda destekleri	
Bölgenin tarım arazisi açısından zengin olması	Bazı enerji bitkilerinin yetiştirilmesine uygun iklim koşullarının olmaması	Tarım arazilerinde etkin bir şekilde güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilebilmesi imkanı	Önümüzdeki 5-10 yıl içinde su kaynaklarının azalarak sulu tarıma ket vurması
		Bölge illerinde yaygın bir şekilde yetiştirilen patatesten biyoetanol üretilmesi	

11. 2014- 2023 YILLARI VE SONRASINA YÖNELİK HEDEF VE STRATEJİLER

TR71 BÖLGESİ ENERJİ SEKTÖRÜ HEDEF VE STRATEJİLERİ			
Hedefler	Faaliyet	İlgili Kuruluşlar	Süre
TR71 Bölgesinde enerji verimliliği çalışmalarının yapılması	Konutlarda ısı yalıtımı uygulamaları	Valilikler, Ahiler Kalkınma Ajansı, Belediyeler, Yapı ve Denetim Firmaları, Şehircilik ve Çevre Müdürlükleri, Tarım İl Müdürlükleri, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Elektrik Dağıtım Şirketleri, Doğalgaz Dağıtım Şirketleri, bölge üniversiteleri	2014-2018
	Az enerji tüketen elektrikli cihazların yaygınlaştırılması,		
	Sulu tarım yapılan bölgelerde damla sulama sistemine geçilerek enerji sarfiyatının azaltılması		
	Ulaşımında toplu taşıma araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması		
	Birleşik ısı ve güç sistemlerinin (Kojenerasyon) yaygınlaştırılması		
	Akıllı sayaç uygulamalarının yaygınlaştırılması		
TR71 Bölgesinde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması ve kaynak planlanması	Konutlarda sıcak su kullanımında güneş kollektörlerinin kullanılması	Valilikler, Ahiler Kalkınma Ajansı, Belediyeler, Şehircilik ve Çevre Müdürlükleri, Tarım İl Müdürlükleri, Devlet Su İşleri, Sivil Toplum Kuruluşları, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Elektrik Dağıtım Şirketleri, bölge üniversiteleri	2014-2023
	Elektrik üretimi için güneş tarlalarının kurulması		
	Elektrik üretimi için rüzgar santrallerinin kurulması		
	Mevcut akarsu potansiyellerinin kullanılması		
	Bölgenin rüzgar ve güneş potansiyellerinin bilimsel olarak belirlenmesi		
	Bölgenin jeotermal kaynaklarının bilimsel olarak belirlenmesi		
	Yerel yönetimler tarafından çöp gazı tesislerinin kurulması		
	Dağıtılmış güç sistemlerinin yaygınlaştırılması		
	Bölgede yenilenebilir enerji sistemleri konusunda yatırım yapan firmaların desteklenmesi		
	Bölge üniversitelerine yenilenebilir enerji konusunda Ar-Ge desteğinin verilmesi		

TR71 Bölgesinde enerji Altyapısının İyileştirilmesi ve Geliştirilmesi	İletim hatları ve trafo merkezlerinin modernizasyonu	Valilikler, Ahiler Kalkınma Ajansı, Belediyeler, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Elektrik Dağıtım Şirketleri, BOTAS, Doğalgaz dağıtım şirketleri	2014-2019
	Doğal gaz dağıtım hatlarının yaygınlaştırılması		
	Elektrik enerjisi kullanımında kayıp ve kaçak oranlarının azaltılması		
Enerji sektöründe üniversite-sanayi işbirliğinin artırılması	Üniversite-sanayi işbirliğinin önemi ile ilgili seminer ve çalıştaylar düzenlenmesi	Valilikler, Ahiler Kalkınma Ajansı, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Sanayi Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, bölgedeki endüstriyel kuruluşlar, bölge üniversiteleri	2014-2016
	Enerji konusunda Tübitak ve Sanayi Bakanlığı destekli proje sayılarının artırılması		
	Kalkınma ajansının enerji ile ilgili projelere desteğinin artırılması		
	Üniversite-sanayi işbirliği ile pilot uygulamalara yer verilmesi		
Enerji sektörüne yönelik eğitim çalışmalarının yapılması	Üniversitelerde enerji ile ilgili enstitü, araştırma-uygulama merkezleri ve bölümlerin açılması	Valilikler, Ahiler Kalkınma Ajansı, Milli Eğitim Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, bölge üniversiteleri	2014-2023
	Yenilenebilir enerji ile ilgili bilinçlendirme çalışmalarının erken yaşlarda başlanması		
	Enerji verimliliği ile ilgili bilinçlendirme çalışmalarının erken yaşlarda başlanması		
Enerji Sektörünün çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması	Yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi	Valilikler, Ahiler Kalkınma Ajansı, Belediyeler, Yapı ve Denetim Firmaları, Şehircilik ve Çevre Müdürlükleri, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Doğalgaz Dağıtım Şirketleri, bölge üniversiteleri, sanayi kuruluşları	2014-2020
	Doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması		
	Merkezi ısıtma sistemlerinin teşvik edilmesi		
	Sanayi ve konutlarda bacalarda filtre kullanımının yaygınlaştırılması		
	Taşıtlarda zararlı emisyonların azaltılması		
	Toplu taşıma araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması		

12. EYLEM VE YATIRIM ÖNERİLERİ

TR71 bölgesine ilişkin enerji kaynaklarına göre potansiyeller yukarıda verilmiştir. Bu veriler incelendiğinde bölgenin birincil enerji kaynakları potansiyelinin az ancak yenilenebilir enerji potansiyelinin oldukça iyi olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda özellikle güneş ve rüzgar enerjilerinden faydalanmak bölgemiz açısından büyük önem arz etmektedir. Bu kaynaklara ilişkin potansiyeller gerçekçi olarak belirlenmeli ve yayınlanmalıdır. Güneş enerjisinde kollektör, fotovoltaiik ve hibrit sistem kullanımının yaygınlaştırılması ve desteklenmesi gerekmektedir. Sulu tarımın hakim olduğu ve yer altı suyu kullanımının yaygın olduğu Niğde, Nevşehir ve Aksaray illerinde sulamaya yönelik yenilenebilir enerji tabanlı çözümler geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Güneş tarlalarının kurulumu teşvikler kapsamında değerlendirilerek bölgenin enerji üretimine kazandırılmalıdır. Yenilenebilir enerji sektörüne ilişkin sanayi altyapısının bölgemizde oluşabilmesi için bu konuda çalışan Ar-Ge merkezleri desteklenerek bilgi ve tecrübe birikimi oluşması sağlanmalı ve bölge yatırımcılar açısından cazip bir hale getirilmelidir. Bölgede mevcut kaya gazı rezervleri titizlikle ele alınmalıdır. Kırşehir, Nevşehir, Kırıkkale ve Niğde illerinde mevcut hidrolik enerji potansiyeli araştırılarak HES kurulabilecek alanlar belirlenmelidir. Mevcut enerji altyapısı modernize edilerek kayıp kaçak oranları minimize edilmelidir. Mevcut enerji potansiyelinin optimum kullanımı için enerji verimliliğine önem verilmelidir.

13. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Enerji üretim ve tüketim miktarları ülkelerin kalkınmışlık ve gelişmişlik düzeyini yansıtan önemli göstergeler olarak kabul edilmektedir. Ülkemiz, artan nüfusu, gelişen sanayisi ve ekonomisiyle 21. yüzyılda dünyada çok önemli bir yere sahip olmaya aday ülkeler arasındadır. 2012 yılı sonu itibarıyla ülkemizin kurulu gücü 55,3 GW olup bu gücün % 36,2'si hidrolik, % 33'ü doğalgaz, % 15'i linyit, % 7'si ithal kömür, % 3,14'ü fuel oil, % 1,25'i taş kömürü, % 3,55'i rüzgar, % 0,25'i biyogaz, % 0,2'i jeotermal, % 0,05'i motorin ve % 0,39 diğer kaynaklardan oluşmaktadır. Doğalgaz en önemli ithal kaynak olup gerek elektrik enerjisi üretiminde gerekse sanayide ve konutlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizin 2023 yılı hedefleri arasında elektrik enerjisi üretiminde yerli kaynakların payının artırılması öncelikli olarak yer almaktadır. Bu bağlamda yerli kaynak potansiyellerinin belirlenmesi, planlanması ve etkin kullanımı bu hedefe ulaşmada çok önemli aşamalardır. Ülkemizde yatırım aşamasına gelmiş olan nükleer enerji, enerji maliyetinin düşürülmesinde ve kurulu güç kapasitesinin arttırılmasında önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Bu faktörün etkin kullanılması ve bu alanda yerli teknolojilerin geliştirilmesi enerji bağımsızlığına ve arz güvenliğine gidilen yolda önemli dönüm noktalarıdır. Nükleer enerji ile ilgili 2007 yılında 5710 sayılı “Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun” yürürlüğe girmiş ve bu konudaki çalışmalar hız kazanmıştır. Mayıs 2013'de Japon hükümeti ile Sinop'ta toplam 4.480 MW kurulu güce sahip olacak 4 ünite, Mayıs 2010'da da Rusya Federasyonu ile Mersin-Akkuyu'da 4.800 MW kurulu güce sahip 4 ünitelerden oluşacak nükleer reaktör kurulumuna ilişkin anlaşmalar imzalanmıştır. Ülkemiz açısından önem arz eden bir diğer konu kömür rezervlerinin en kısa sürede ekonomiye kazandırılarak işletmeye alınmasıdır. Doğalgaz ağırlıklı olan elektrik üretim yapısının değiştirilmesinde kömür rezervlerinin etkin kullanılması çok önemlidir. Bir diğer önemli husus ise mevcut yenilenebilir enerji potansiyelinin enerji arzındaki payının arttırılmasıdır. Özellikle ülkemizin sahip olduğu güneş ve rüzgar enerjisi potansiyeli göz önünde bulundurularak bu konuda yatırımları teşvik edici programlar ve çalışmalar yapılmalıdır. 2007 yılında kabul edilen 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” paralelinde enerjinin etkin

kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması sağlanmalı bu konuda toplumumuzda bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

TR71 Bölgesinde, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulunun verilerine göre lisans kriteri açısından yürürlükte olan kurulu 5 adet Hidroelektrik Santral, 1 adet Termik Santral, 1 adet Biyokütle Santrali, inşa halinde olan 3 adet büyük ölçekli termik santral (Kurulu Gücü>300 MW), 2 adet küçük ölçekli Termik Santral (Kurulu gücü<300 MW), 1 adet Biyokütle Santrali, 5 adet Hidroelektrik Santral ve 2 adet Rüzgar Enerjisi Santrali bulunmaktadır. Bu bölgede toplam kurulu güç 3.38 MW'tır. TR71 Bölgesinde kömür, linyit, doğalgaz ve petrol rezervleri bulunmamakta ancak bölge illeri ve özellikle Niğde'nin güneş enerjisi potansiyeli açısından Türkiye ortalaması üzerinde bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Yakın gelecekte yoğun bir şekilde güneş enerjisi santrallerinin bu bölgede yerini alması beklenmektedir. Rüzgar enerjisi potansiyel açısından ülkemizin en zengin bölgeleri Ege ve Marmara bölgeleri olup son yıllarda bu bölgelerde yatırımlar oldukça hız kazanmıştır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan rüzgar atlası sonuçlarına göre TR71 Bölgesinde rüzgar enerjisi santrali kurulabilecek toplam alan 14,07 km² olup toplam kurulu güç kapasitesi 70,32 MW'tır. Bölgede jeotermal kaynaklar elektrik enerjisi üretilebilecek nitelikte olmayıp daha çok turizm amaçlı kullanılmaktadır. Kırşehir'de 1900 konut jeotermal kaynakla ısıtılmaktadır. Çöp gazı ve biyoyakıtlarda enerji üretiminde diğer aktörlerden olup, bu kaynakların kullanıldığı sistemler hızla artmaktadır. 2013 yılında bölge illerinden Kırıkkale'de belediye bünyesinde çöp gazı kullanarak elektrik enerjisi üretimine başlanılmıştır. Bu da kaynak çeşitliliği açısından önemli adımlardandır. Bor-Ereğli havzasında 8,3 milyar varil petrole karşılık kaya gazı (Şeyl) potansiyeli bulunmakta ve bu potansiyel ileriye dönük olarak bölge için çok önem arz etmektedir.

Ülkemiz enerji üretiminde yerli kaynakların ve özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması, toplam kurulu gücümüze nükleer enerjinin de dahil edilerek kaynak çeşitliliğinin sağlanması, enerji üretim sistemlerinde yerli imalatın kullanılması, enerji verimliliği çalışmalarının hızlandırılması enerji konusunda üzerinde durulması gereken önemli konulardır. Bu bağlamda TR71 bölgesi için benzer stratejiler izlenmeli, özellikle güneş enerjisinden etkin kullanım teşvik edilmelidir.