

Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi

The energy potential of Turkey and its importance of renewable energy sources in terms of electricity production

Mutlu YILMAZ

Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara

Özet: Dünyada enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artarak devam etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde nüfus artışı, sanayileşme, insanların refah seviyesinin yükselmesi ve teknolojik gelişmelere paralel olarak önümüzdeki yıllarda enerji talebi daha da yoğun olacaktır. Fosil enerji kaynaklarının dünyada ciddi çevre sorunlarına yol açması, rezervlerinin yakın gelecekte tükenmesi, kaynak ülkelere bağımlılığın çeşitli siyasi ve ekonomik sorunlara yol açması ve fiyat istikrarlılıkları gibi nedenlerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kaynakları olan hidrolik, rüzgar, jeotermal, güneş, biyokütle, dalga, hidrojen vb. enerji kaynaklarından başta elektrik üretimi olmak üzere çeşitli yollarla yararlanılmaktadır. Tüm bu gelişmelere rağmen fosil enerji kaynaklarının dünya birincil enerji kaynakları tüketimindeki üstünlüğü tartışmasız bir şekilde devam etmektedir ve kısa vadede bu üstünlüğünü korumaya devam edecektir. Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'nin de artan nüfus ve büyüyen ekonomisine paralel olarak enerji kaynakları tüketimi yükselerek devam etmektedir. Mevcut enerji yapısı % 72 oranında dışa bağımlı olan Türkiye, bu oranı azaltabilmek için bir yandan sınırları içinde fosil enerji kaynakları hammaddesi arama çalışmalarını yürütürken, diğer yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin belirlenmesi ve kullanımı konusunda çalışmalar yapmaktadır. Bu şekilde ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılık azalırken, enerji kaynakları da çeşitlendirilecektir. Bu çalışmada Türkiye'nin mevcut enerji potansiyeli ortaya konmuş ve bu enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içindeki payları ve gelişimi verilmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelin önümüzdeki yıllarda yeterli olup olmayacağı tartışmalarına cevap aranmıştır.

Anahtar sözcükler: Enerji potansiyeli, elektrik enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları, fosil kaynaklar, kurulu güç.

Abstract: The need for energy sources in the world is gradually increasing day by day. Demand for energy will be much more in the future, parallel to population growth especially in developing countries, industrialization, increased welfare and technological developments. Renewable energy sources have aroused interest due to reasons such as serious environmental issues caused by fossil energy sources, potentially decreasing reserves, various political and economic problems caused by dependency on source providing countries and price instability. In developed countries particularly, renewable energy sources such as wind, geothermal, solar and biomass energy, wave and hydrogen have been utilized in different forms, especially in electricity production. Despite all developments, fossil energy sources have been overwhelmingly used all around the world in primary energy sources consumption and they will outnumber other energy sources in the short term. Parallel to growing population and economy in Turkey, a developing country, energy sources consumption is increasingly continuing. On one hand, Turkey, which is currently 70% dependent on energy providing countries, has been heavily conducting fossil energy sources raw material quest within its own borders in order to lower the percentage. On the other hand, there have been studies to explore potential of renewable energy sources and utilization. This case will lead to both a decrease in foreign energy dependency and a variety of energy sources. This research shows the current energy potential of Turkey and presents historical development of these energy sources and their share in electricity production. The research also seeks for answers to arguments that whether the potential will be sufficient in the future.

Key words: Energy potential, electrical energy, renewable energy sources, fossil fuels, installed capacity.

1.Giriş

Ekonomi ve sosyal kalkınma açısından enerji kaynakları oldukça önemlidir. Endüstri Devrimi sonrasında insanın enerji kaynaklarına olan talebi artmış ve bu artış günümüzde de devam etmiştir. Dünyada ihtiyaç duyulan enerjinin çok büyük bir kısmı fosil kaynaklardan (kömür, petrol ve doğal gaz) karşılanmaktadır (IEA, 2013). Fosil enerji kaynakları ya da klasik enerji kaynakları olarak tanımlanan bu yakıtlar günlük yaşantımız içinde her alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle son iki yüzyıldır fosil yakıtlar hem ucuz olmaları hemde üretim teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Endüstri devrimi sonrasında kömüre dayalı olan enerji arzına daha sonraki yıllarda petrol ve doğal gaz eklenmiştir. Ancak, 1973 Petrol Krizi sonrasında bu enerji kaynaklarına karşı bir güven sorunu ortaya çıkmıştır (Gürbüz, 2009). Bu kriz sonrasında dünya ülkeleri yeni enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Aynı zamanda fosil kaynakların yoğun bir şekilde çevre kirliliği yaratması da bu arayışı hızlandırmıştır. Bu süreç içerisinde aslında çok uzun yıllardan beri bilinen ve kullanılan, ancak fosil yakıtlarla rekabet edemediği için ikinci planda olan yenilenebilir enerji kaynakları tekrar önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle fosil kaynak rezervleri bakımından zengin olmayan AB ülkeleri ve sanayileşmiş Uzakdoğu ülkeleri ile enerji tüketimi çok büyük boyutlarda olan ABD bu kaynakların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması konusunda öncü olmuştur.

Türkiye’de artan nüfus, ekonomik gelişme ve gelişen yaşam standartlarına paralel olarak enerjiye olan talep her geçen gün artmaktadır. Dünyada yaşanan son ekonomik kriz nedeniyle, 2009 yılında bir önceki yıla göre %4,5 oranında gerileyerek, 103 Mtep’e (milyon ton eşdeğer petrol) düşen birincil enerji kaynakları tüketimi, daha sonraki yıllarda artmaya devam etmiş ve 2011 yılında 114,4 Mtep değerine ulaşmıştır. Bu üretimin 32,2 Mtep kısmı Türkiye’nin kendi kaynaklarını kullanarak elde ettiği enerjidir. Geri kalan 82,2 Mtep kısmı ise ithalat yoluyla karşılanmıştır. Bu yılda birincil enerji kaynaklarının ithalat bağımlılık oranı %71,8 oranında olmuştur (EÜAŞ, 2012).

2. Dünya’nın Enerji Durumu

Dünyada enerji tüketimi, önemli bölgesel değişikliklere karşın, ekonomik büyüme, teknolojik gelişme ve nüfus artışına paralel olarak sürekli bir artış eğilimi içindedir (Akova, 2008; Bahar, 2005; Yüksel and Kaygusuz, 2011) Önümüzdeki yıllarda da enerji tüketimindeki bu artış devam edecektir (Çizelge 1). Yapılan projeksiyonlara göre dünyada 2010-2040 yılları arasında birincil enerji tüketimi %56 oranında artacaktır. Ancak, enerji talebindeki bu artış her ülkede aynı seviyede beklenmemektedir (IEA, 2013). 1990’lı yıllardan sonra özellikle gelişmiş ülkelerin enerji talebinde bir yavaşlama gözlemlenirken, gelişmekte olan ülkelerin talepleri her geçen gün büyümeye devam etmiştir. Bu nedenle, önümüzdeki 30 yıllık süreçte OECD ülkelerinin enerji talebi % 17 oranında artarken, OECD dışı ülkelerde ise bu artışın % 90 civarında olması beklenmektedir. Bu grupta, Çin ve Hindistan gibi çok fazla nüfuslu, hızlı bir şekilde ekonomik büyüme gerçekleştiren ülkelerin bulunması, Asya kıtasında enerji kaynaklarına olan talebin yükselmesine neden olacaktır.

Çizelge 1. Dünya birincil enerji kaynakları tüketimi (Mtep)

Kaynak türü	1980		1990		2000		2011		2035	
	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%	Mtep	%
Petrol	3.107	43	3.230	37	3.649	36,4	4.130	31,5	5.053	27
Kömür	1.788	24,8	2.331	25	2.295	22,9	3.776	28,8	5.523	30
Doğal gaz	1.235	17	1.668	19	2.088	20,8	2.793	21,3	4.380	23
Nükleer	186	2,6	526	6	675	6,7	669	5,1	1.019	5
Hidrolik	148	2,1	184	2	225	2,3	301	2,3	460	2
Biyokütle	748	10,4	903	10	1.045	10,4	1.313	10	1.741	9
Diğer yenilenebilir	12	0,1	36	0,4	55	0,5	131	1	501	3
Toplam	7.224	100	8.779	100	10.034	100	13.113	100	18.676	100

Kaynak: ETKB

Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi

Dünya birincil enerji kaynakları tüketimi 1980 yılında 7.224 Mtep iken, 2000 yılında 10.034 Mtep'e ve 2011 yılında bir önceki yıla göre % 3,1 artarak 13.113 Mtep'e ulaşmıştır (IEA, 2013). Bu tüketim içinde %31,5 lik bir pay ile petrol ilk sırada gelir. Onu kömür (%28,8), doğal gaz (%21,3), biyokütle (%10), nükleer enerji (%5,1), hidrolik enerji (%2,3) ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları (%1) takip etmektedir (Çizelge 1). Bu değerler içinde fosil yakıtların payı %86,7, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise %13,3 tür. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) yapmış olduğu çalışmalara göre, dünyada birincil enerji kaynakları tüketiminin 2035 yılında 18.676 Mtep'e ulaşması öngörülmektedir. Bu öngörülere göre, 2035 yılında birincil enerji kaynakları içinde kömür tüketimi (%30) ilk sıraya yükselecektir. Petrol ise %27 lik pay ile ikinci sıraya gerileyecektir. Ayrıca doğal gaz ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji tüketimi içindeki oranları da artmaya devam edecektir. Bu süreçte nükleer enerji, biyokütle enerjisi ve hidrolik enerjinin payları ise azalacaktır (Çizelge 1).

Önümüzdeki 30 yıllık dönemde birincil enerji kaynaklarının tüketiminde fosil enerji kaynakların oranı (%80) biraz azalmakla birlikte hala önemini koruyacağı öngörülmektedir (Yüksel and Kaygusuz, 2011). Bu süreçte yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla önem kazanması beklenmektedir. Ayrıca fosil kaynakların neden olduğu küresel iklim değişikliği ve daha farklı çevre sorunları yüzünden özellikle karbon emisyon oranı yüksek olan gelişmiş ülkelerin Kyoto Protokolü'ndeki taahhütlerine bağlı olarak bu emisyonları azaltmaları gerekmektedir. Örneğin, AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranının 2020 yılında %20 oranında olması hedeflenmiştir (Karadağ vd., 2009).

3.Türkiye'nin Enerji Yapısı

Enerji bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasının en önemli girdilerinden biridir. Nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ile birlikte küreselleşme sonucu artan ticaret ve üretim olanaklarına bağlı olarak doğal kaynaklara ve enerjiye olan talep her geçen gün artmaktadır (Narin, 2008). Türkiye'de enerji kaynaklarına olan talebin yoğun olarak yaşandığı ülkelerdendir. Nitekim 2000 yılında 78,8 Mtep olan birincil enerji kaynakları tüketimi 2011 yılında 114,4 Mtep değerine ulaşmıştır (EÜAŞ, 2012). Aynı dönemde birincil enerji kaynakları üretimi ise 32,2 Mtep olmuştur (Çizelge 2). Türkiye'de 1990-2008 yılları arasında birincil enerji kaynaklarına olan talep dünya ortalamasının 3 katı olmuştur. Yine Türkiye OECD ülkeleri içinde geçtiğimiz 10 yıllık süreçte enerji talep artışının en hızlı olduğu ülkedir. Aynı şekilde Türkiye elektrik talebinde 2000 yılından günümüze büyük ekonomiler içinde Çin (%174,8) ve Hindistan'dan (%56,8) sonra % 55,3'lük artış oranı ile üçüncü sırada gelmektedir(TMMOB, 2012). Bu verilere göre önümüzdeki yıllarda enerji arzının ekonomik büyümeye paralel bir şekilde artarak devam edeceği beklenmektedir. Bu talebin 2015 yılı için 170 Mtep, 2020 yılında isen 222 Mtep düzeyine ulaşması öngörülmektedir (ETKB, 2013). Buna karşın yerli enerji kaynakları üretimi bu hızda artmayacak ve dışa olan bağımlılığımız da artacaktır.

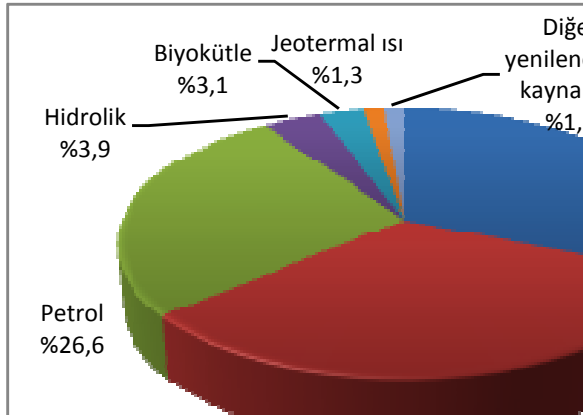
Çizelge 2. Türkiye birincil enerji kaynakları üretim ve tüketimi (2011)

Kaynak türü	Birincil enerji kaynakları üretimi		Birincil enerji kaynakları tüketimi	
	Enerji üretimi (bin tep)	Oranı (%)	Enerji tüketimi (bin tep)	Oranı (%)
Kömür	17.870	55,5	35.841	31,3
Doğal gaz	652	2,0	36.909	32,2
Petrol	2.555	7,9	30.499	26,6
Hidrolik	4.501	14,0	4.501	3,9
Biyokütle	3.555	11,0	3.573	3,1
Jeotermal ısı	1.463	4,5	1.463	1,3
Diğer yenilenebilir kaynaklar	1.633	5,1	1.712	1,5
Toplam	32.229	100	114.480	100

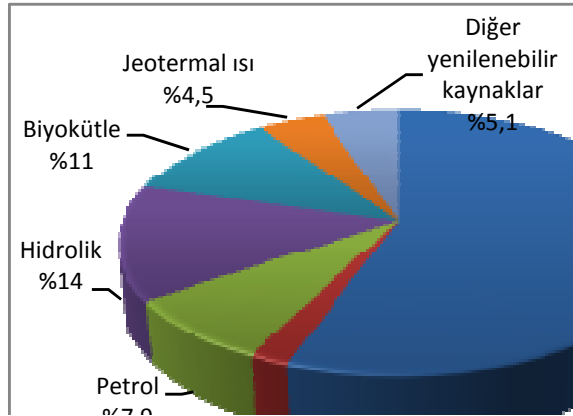
Kaynak:EÜAŞ

Türkiye’de birincil enerji kaynakları tüketiminde en büyük pay %32,2’lik oranı ile doğal gaz (36.909 bin tep) aittir. Onu %31,3 oranı ile kömür (35.841 bin tep), % 26,6 ile petrol (30.499 bin tep), %3,9 ile hidrolik (4.501 bin tep), %3 ile biyokütle (3.573 bin tep), %1,5 ile (1.712 bin tep) diğer yenilenebilir kaynaklar ve %1,3 ile jeotermal ısı (1.463 bin tep) izlemektedir. Bu tablo içinde fosil kaynakların payı % 90,2, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %9,8 seviyesindedir (Çizelge 2, Şekil 1).

Türkiye’nin toplam birincil enerji kaynakları üretiminde ise %55,5 oranı ile kömür ilk sırada (17.870 bin tep) gelmektedir. Bu üretim değeri içinde Türkiye’de diğer fosil kaynaklara göre zengin sayılabilecek rezerv miktarı ile linyit kömürü önemli bir yer tutar. Daha sonra sırasıyla %14 ile hidrolik (4.501 bin tep), %11 ile biyokütle (3.555 bin tep), %7,9 ile petrol (2.555 bin tep), %5,1 ile diğer yenilenebilir kaynaklar (1.633 bin tep), %4,5 ile jeotermal ısı (1.463 bin tep) gelir. Türkiye birincil enerji kaynakları üretimi içinde doğal gaz %2 oranı (625 bin tep) ile en son sırada yer alır(Çizelge 2; Şekil 2). Türkiye’nin birincil enerji kaynakları üretiminde fosil enerji kaynaklarının payı %65,4, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise %34,6’dır.



Şekil 1. Türkiye birincil enerji kaynakları tüketim oranları (2011)



Şekil 2. Türkiye birincil enerji kaynakları üretim oranları (2011)

Türkiye’de birincil enerji kaynakları üretimi 1970 (14,5 Mtep) ile 2011 yılları (32,2 Mtep) arasında geçen 41 yıllık dönemde % 122 oranında artmıştır. Aynı dönemde birincil enerji kaynakları tüketimi ise % 508 oranında artmıştır (Çizelge 3, Şekil 3). Bu süreçte toplam enerji tüketimindeki yerli oranı, 1970 yılında %77 iken hızla artan enerji talebine bağlı olarak 2011 yılında %28,1’e kadar gerilemiştir. Birincil enerji kaynakları tüketimindeki artışın yerel üretimden fazla olması Türkiye’nin enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığını her geçen yıl artırmaktadır.

Çizelge 3. Yıllara göre Türkiye birincil enerji kaynakları üretim ve tüketimi (1970-2011)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Üretim (bin tep)	14.516	16.473	17.358	21.935	25.478	26.719	27.621	26.285	32.493	32.229
Tüketim (bin tep)	18.845	27.446	31.963	39.335	52.648	62.893	78.865	89.099	109.266	114.480

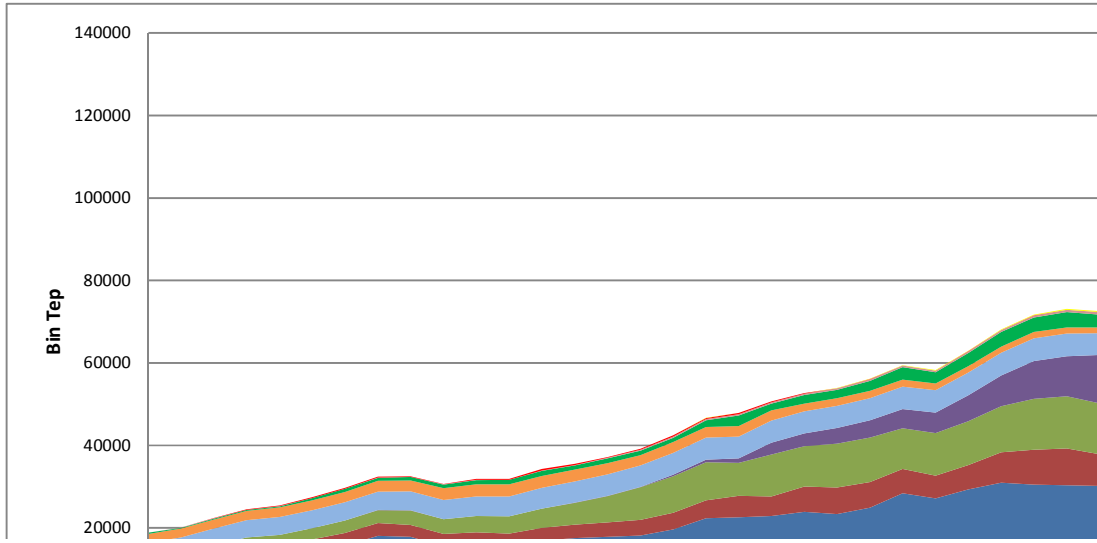
Kaynak: ETKB

Enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığın bu kadar yüksek olması ve fosil kaynakların fiyatlarının her geçen gün artması enerji kaynakları ithalatına ödenen döviz miktarını da artırmaktadır.

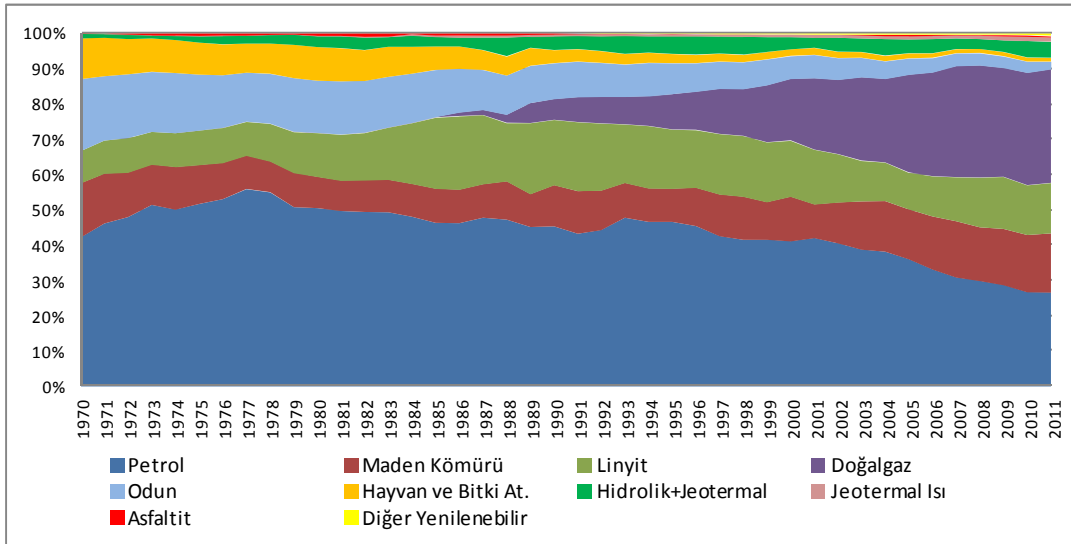
Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi

1990 yılında 4,6 milyar dolar olan enerji ithalatı, 2012 yılında 59,8 milyar dolara yükselmiştir. Bu toplam 236 milyar dolarlık toplam ithalat içinde %25,3 gibi büyük bir pay oluşturmuştur (İGM, 2013).

Türkiye’de birincil enerji kaynakları tüketimi içinde 1970 yılında en büyük pay % 42,2 ile petrole (7,9 Mtep) aittir. Ancak daha sonraki yıllarda petrol fiyatlarındaki yükselme sonucu tüketim miktarı artışı diğer enerji kaynaklarına göre daha az olmuştur. Bunun sonucu olarak 2011 yılında petrolün gelen tüketim içindeki payı %26,6’ya gerilemiştir (Şekil 4). 1970-2011 yılları arasında enerji tüketimi içinde oransal payı gerileyen bir diğer kaynak biyokütle enerjisidir. Bu enerji kaynağı 1985 yılına kadar enerji arzı içinde petrolden sonra ikinci sırada gelmektedir. Ancak bu yıldan itibaren tüketim içindeki payı her geçen yıl azalmıştır. Şekil 4 incelendiğinde dikkati çeken bir diğer durum ise doğal gazın enerji arzı içindeki hızlı yükselişidir. 1987 yılında doğal gaz ithalatının başlamasıyla birlikte Türkiye birincil enerji tüketimi içindeki payı her geçen yıl yükselmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Türkiye’de birincil enerji kaynakları tüketiminin gelişimi (1970-2011)



Şekil 4. Türkiye’de birincil enerji kaynakları tüketiminin oransal gelişimi (1970-2011)

4. Türkiye'nin Enerji Potansiyeli

Türkiye'nin enerji potansiyelini fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki bölüm halinde inceleyebiliriz. Maden kömürü, linyit, asfaltit, bitümler, petrol ve doğal gaz ülkede bulunan fosil enerji kaynaklarıdır. Ancak Türkiye linyit dışında bu kaynak türleri açısından zengin bir ülke değildir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ise hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle enerjisi açısından önemli potansiyeli bulunmaktadır.

4.1. Fosil enerji kaynakları

Fosil enerji kaynakları Türkiye enerji potansiyeli içinde büyük yer tutmamaktadır. Ortadoğu ve Kafkasya'da zengin petrol ve doğal gaz yatakları olmasına rağmen jeolojik özellikleri gereği Türkiye'de bu enerji kaynaklarına pek rastlanmamaktadır. Aynı durum maden kömürü için de geçerlidir. Türkiye'nin fosil enerji kaynaklarından sadece linyit rezervleri yönüyle kendi ihtiyacını karşılayabilmesi söz konusudur.

4.1.1. Kömür

Türkiye'de mevcut fosil enerji kaynakları içinde en önemli pay kömüre aittir. Üretilen kömürler genellikle termik santraller, çimento sektörü, demir-çelik endüstrisi ve konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Ülkedeki yerli kömür üretimi 17,8 Mtep (2011 yılı) olup, bu üretim değeri 32,2 Mtep olan toplam birincil enerji kaynakları üretiminin % 55,5'lik bölümünü karşılamaktadır. Dünya Enerji Konseyi (WEC) istatistiklerine göre dünya kömür rezervleri 861 milyar tondur (WEC, 2010). Türkiye 15,2 milyar tonluk rezervi ile dünyadaki kömürün yaklaşık %1,7'ine sahiptir. Türkiye'deki kömürlerin 1,3 milyar tonunu maden kömürü, 13,9 milyar tonunu ise linyit kömürü oluşturmaktadır ve mevcut üretim şartlarına göre 167 yıl kullanılacak bir kömür rezervi bulunmaktadır (Çizelge 4).

Türkiye'nin en önemli maden kömürü rezervleri Zonguldak kömür havzasındadır. Osmanlı İmparatorluğu döneminden beri işletilmekte olan bu havzada Armutçuk, Üzülmüş, Kozluk, Karadon ve Amasra sahalarında üretim yapılmaktadır (Doğanay, 1998; Karabulut, 2000). Kömür madeninin bulunduğu günlerden günümüze kömür çıkarımı yapılan sahalarda, 1975'te 4,8 milyon ton ile en yüksek yıllık üretim değerine ulaşılmıştır. Ancak daha sonraki yıllarda maden kömürü üretimi azalarak 2,5 milyon ton civarına gerilemiştir (TKİ, 2013). Maden kömürü havzasının karmaşık jeolojik yapısı, kapalı işletme yöntemi uygulanan bölgede çıkarım koşullarının zorlaşması ve maden ocaklarında derinlere inildikçe üretim maliyetlerinin yükselmesi bu üretim düşüşünün en önemli nedenleridir. Yerli üretimin ihtiyaca cevap verememesi nedeniyle özellikle son yıllarda artan bir şekilde maden kömürü ithalatı, yapılmaya başlanmıştır. 1973 yılında 16 bin ton ile başlayan maden kömürü ithalatı 2012 yılında 30 milyon tona ulaşmıştır. İthalat yapılan ülkelerin başında Rusya Federasyonu, Kolombiya, ABD, Avustralya ve Güney Afrika Cumhuriyeti gelmektedir (TKİ, 2013).

Çizelge 4. Türkiye'nin fosil enerji kaynakları rezervleri

Kaynak	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Maden kömürü (milyon ton)	525	424	368	1.319
Linyit (milyon ton)	13.442	450	7	13.900
Petrol (milyon ton)	42	-	-	42
Doğal gaz (milyar m ³)	7	-	-	7
Asfaltit (milyon ton)	45	29	8	82
Bitümler (milyon ton)	555	1.086	269	1.641

Kaynak: TKİ

Mevcut kömür kaynakları içinde linyit, Türkiye enerji yapısı içinde en önemli paya sahiptir. Türkiye'de uzun yıllar elektrik enerjisi üretimi içinde linyite bağlı termik santraller ön planda olmuştur. Ancak ülkedeki elektrik talebinin hızla gelişmesine paralel olarak bu kaynağın üretim

miktarı düşmemekle birlikte, elektrik üretimindeki payı gerilemiştir. Türkiye'deki 13,9 milyar tonu bulan linyit rezervlerinin % 51,1'i Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), % 18,3'ü Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ), % 18,1'i Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) ve % 7,5'i özel sektöre aittir (TKİ, 2013).

Türkiye'deki linyitlerin ısı değeri oldukça düşüktür. Toplam rezervlerin %56'sı 1000-1500 kcal/kg arasında ısı değerine, tüm rezervlerin %90'ı ise 3000 kcal/kg'ın altında bir ısı değerine sahiptir (Balat, 2010). Bu yüzden linyitler büyük oranda termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Isı değeri yüksek olan linyitler ise daha çok konutların ısıtılması ve sanayi için değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin en büyük linyit rezervleri Afşin-Elbistan havzasında bulunur. Yaklaşık 4,8 milyar ton rezervi ile bu saha aynı zamanda en büyük linyite dayalı termik santrallere (2.795 MW) sahiptir. Ayrıca Konya-Karapınar (1,8 milyar ton), Afyon-Dinar (941 milyon ton), Eskişehir-Alpu (902 milyon ton), Manisa-Soma (720 milyon ton), Ankara-Çayırhan (366 milyon ton) önemli linyit rezervlerine sahip bölgelerdir (TKİ, 2013).

Türkiye'deki linyit üretimi dalgalı bir seyir göstermektedir. 1990'lı yıllarda 50-65 milyon ton arasında olan yıllık üretim, 1998 yılından sonra düşmeye başlamıştır ve 2004 yılında 43,7 milyon ton ile en düşük seviyesine inmiştir. Bu yıldan sonra tekrar yükselen üretim 70 milyon tonun üzerine çıkmıştır. 2012 yılı itibariyle ise yıllık linyit üretimi değeri 70 milyon ton olmuştur. Üretim miktarı termik santrallere bağlı olarak gelişmektedir. Üretimin yaklaşık %90'lık kısmı TKİ ve EÜAŞ tarafından yapılmaktadır. Özel sektörün payı ise oldukça düşüktür.

Asfaltit, petrol kökenli katı bir yakıt olup yüksek yumuşama noktasına sahip doğal asfalt benzeri bir maddedir (Şengüler, 2007). Türkiye'de 82 milyon ton olan asfaltit rezervleri genellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Şırnak ve Silopi çevresindedir.

Organik kayaçlar içinde önemli bir yeri olan bitümler ısıtıldığında petrol ve gaz üretilebilen kayaçlardır. Türkiye'de 1,6 milyar ton olan rezervler genellikle Ankara-Beypazarı, Kütahya-Seyitömer, Hatıldağ-Bolu ve Dodurga-Çorum'da dağılışı göstermektedir (Şengüler, 2007).

4.1.2. Petrol

Türkiye'de petrol arama çalışmalarına Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemlerinde başlanmıştır. İmparatorluk sınırları içinde petrol ilk olarak İskenderun, Trakya ve Musul'da aranmıştır. Arama faaliyetleri Cumhuriyetin ilk yıllarında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne kaydırılmış ve 1940 yılında Raman 1 kuyusunda petrolün bulunmasıyla sonuçlanmıştır (Doğanay, 1998). Türkiye'de petrol üretimine 1946 yılında 544 ton ile başlanmıştır. Daha sonra artan bu üretim değeri 1991 yılında 4,4 milyon ton ile en üst seviyesine ulaşmıştır. Bu yıldan itibaren petrol üretimi gerilemeye başlamış ve 2012 yılında 2,3 milyon tona kadar düşmüştür. Üretilen petrolün %70'ini (1,7 milyon ton) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) büyük bölümü Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki sahalardan karşılanmaktadır (EPDK, 2013).

1954 yılında yürürlüğe giren Petrol Yasası ile Türkiye 18 ayrı petrol bölgesine bölünerek yerli ve yabancı özel şirketlerin petrol arama ve üretim yapmasına izin verilmiştir. Bugün başta TPAO olmak üzere pek çok şirket bu faaliyetlerde bulunmaktadır.

Dünya birincil enerji tüketiminde ilk sırada olan petrol, Türkiye'de 42 milyon ton rezerve sahiptir (Çizelge 4). Ülkenin 2012 yılı petrol tüketimi yaklaşık 29 milyon ton civarındadır. Bunun %7,9'luk kısmı yerli üretim olup geri kalan kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. İthalatı büyük oranda İran (%51), Irak (%17), Rusya (%12), Suudi Arabistan (%11), Kazakistan (%7) gibi ülkelerden yapılmaktadır (TPAO, 2013).

4.1.3. Doğal gaz

Diğer fosil kaynaklara göre hava kirliliği yönünden daha çevreci olan doğal gaz 21. yüzyılın en önemli enerji kaynaklarından biridir. Bu enerji kaynağı Türkiye enerji pazarı içinde çok hızlı bir biçimde gelişmiştir (Şekil 4). Ülkede ilk doğal gaz üretimi 1976 yılında Trakya'da gerçekleşmiş ve

üretilem gaz Hamitabat ve çevresindeki sanayi kuruluşlarına verilmiştir (Şahin, 2007). Ancak üretim değerleri yüksek olmadığı için pek yaygınlaşmamıştır. Rusya'dan 1987 yılında başlanan ithalatla birlikte Türkiye'deki doğal gaz tüketimi hızlı bir şekilde artmıştır. Aradan geçen 25 yıllık süre sonunda tüketilen doğal gaz 2012 yılında 45.886 milyon m³'e ulaşmıştır. Bu miktarın sadece 686 milyon m³'ü yerli kaynaklara aittir (TPAO, 2013). Doğal gaz ihtiyacının % 1,5'ünü yerli kaynaklardan sağlayan Türkiye geri kalan bölümünü ithal etmektedir. Neredeyse tamamen dışa bağımlı bir enerji kaynağı olmasına rağmen doğal gaz Türkiye birincil enerji kaynakları tüketimi içinde %32,2 oranı ile ilk sırada gelmektedir (Çizelge 2). Ülkedeki toplam doğal gaz rezervleri 7 milyar m³'tür (Çizelge 4). Bu rezerv değeri Türkiye'nin üç aylık toplam tüketiminden daha azdır.

Türkiye'de tüketilen doğal gazın 2011 yılı sektörel dağılımına bakıldığında elektrik üretiminin ilk sırada (%53,5) geldiğini görürüz. İkinci sırada konutların ısıtılması (%25,7), üçüncü sırada ise sanayi sektörü (%20,8) gelmektedir.

Türkiye ithal ettiği doğal gazı Rusya (%58), İran (%19), Azerbaycan (%9), Cezayir (%9), Nijerya (%3) ve spot piyasalardan (%2) karşılamaktadır. Bunlardan Rusya, İran ve Azerbaycan'dan Türkiye'ye doğal gaz boru hatlarıyla Cezayir, Nijerya ve spot piyasalardan LNG olarak gelmektedir.

4.2. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yönünden fosil kaynaklara göre daha avantajlı durumdadır. Özellikle; hidrolik, rüzgar, güneş, biyokütle ve jeotermal enerjilerin potansiyeli oldukça yüksektir (Çizelge 5).

Günümüzde Türkiye'de yenilenebilir enerji bakımından elde edilen enerji miktarı (ısı ve elektrik) toplam birincil enerji arzının %9,8'ini oluşturmaktadır (Çizelge 2). Ülkede kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları içinde hidrolik ve biyokütle % 72 gibi büyük bir orana sahiptir. Bu enerji kaynaklarının potansiyelini belirleme ve üretim değerlerini yükseltmek için son yıllarda yoğun bir çalışma yapılmaktadır. Çünkü dünyada yenilenebilir enerjiler ülkelerin enerji politikaları içinde her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

Çizelge 5. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli

Kaynak	Kurulu güç potansiyeli
Hidrolik	47.497 MW/Yıl 164.000 (GWh/Yıl)
Rüzgar	48.000 MW/Yıl
Jeotermal	Elektrik 610 MW/Yıl Isı 31.500 MW/Yıl
Biyokütle	Elektrik 2,6 Mtep Isı 6 Mtep
Güneş	56.000 MW/yıl 380.000 GWh/yıl

Kaynak: ETKB

4.2.1. Hidrolik enerji

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en önemli potansiyellerden biri hidrolik enerjidir. Ülkenin brüt hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyeli ise 164 milyar kWh/yıl seviyesindedir (DSİ, 2013). Bu değerler ile Türkiye dünya teknik hidroelektrik potansiyelinin %1'ine, Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sına sahiptir ve Norveç'ten sonra Avrupa'da ikinci sırada gelmektedir. Ülkedeki ekonomik hidroelektrik potansiyel 47.497 MW/yıl bir kurulu güce karşılık gelmektedir ve günümüzde bu gücün 19.619 MW/yıl bölümü (%41,3) işletme halindedir. Ülkedeki hidroelektrik potansiyelin büyük bir kısmı hala kullanılamamaktadır. İnşaatı devam eden 256 HES 8.343 MW/yıl kapasiteye sahiptir. Bu santraller tamamlandığında potansiyelin kullanım oranı ancak %58,9'a ulaşacaktır (Çizelge 6).

Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi

Türkiye'deki hidroelektrik santraller 26 ana akarsu havzasına dağılmış durumdadır. Bu havzalar içinde Fırat ve Dicle oldukça önemli bir yer tutmaktadır ve bu bölgede uygulanan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Türkiye'nin en büyük elektrik üretim, sulama ve bölgesel kalkınma çalışmasıdır. GAP tamamlandığında 22 baraj, 19 HES'de toplam 7476 MW bir kurulu güçte 27 milyar kWh/yıl bir elektrik üretimi gerçekleştirilecektir. Ayrıca 1,82 milyon hektar tarım arazisi de sulama olanaklarına kavuşacaktır (GAP, 2013).

Çizelge 6. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli

	HES adedi	Toplam kurulu güç (MW)	Oranı (%)
İşletmede	303	19.619	41,3
İnşaat halinde	256	8.343	17,5
İnşaatına henüz başlanmayan	1.084	19.535	41,1
Toplam	1.643	47.497	100

Kaynak: DSİ

4.2.2. Rüzgar enerjisi

Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgar enerjisi en gelişmiş olan ve ticari anlamda en elverişli enerji türüdür (Albostan vd., 2009). Bu gelişmeye paralel olarak rüzgar enerjisine bağlı olan kurulu güç çok kısa sürede 2012 yılı sonunda 282.577 MW'a ulaşmıştır. Rüzgar gücünden elektrik enerjisi üretiminde Çin son yıllarda göstermiş olduğu gelişme ile ilk sırada yer alırken onu ABD, Almanya ve İspanya takip etmektedir (GWEC, 2013).

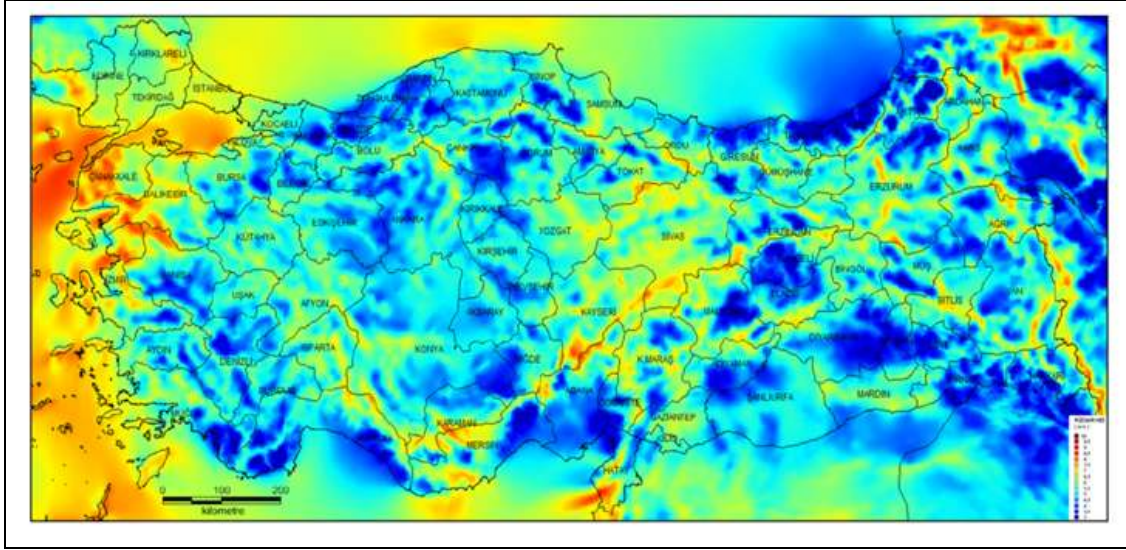
Türkiye 784.347 km² yüzölçümü ile geniş alanı olan bir ülkedir ve sahip olduğu iklim özellikleri nedeniyle önemli bir rüzgar potansiyeli barındırmaktadır (Erdoğan, 2009). Türkiye'deki rüzgar enerjisi potansiyeli; rüzgar hızına ve rüzgarın sürekliliğine bağlı olarak bölgeler ölçeğinde farklılık göstermektedir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından Türkiye'nin rüzgar potansiyelini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmış ve bunun sonucu 2006 yılında Türkiye Rüzgar Potansiyeli Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Bu atlas Türkiye'de orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro ölçekli rüzgar akış modeli kullanılarak üretilen rüzgar kaynak bilgileri verilmektedir. Bu çalışmalar ışığında Türkiye'de elektrik üretilebilecek rüzgar enerjisi potansiyeli rüzgar hızı 7,0 m/sn üzeri değerlere göre hesaplandığında 10.463 MW deniz, 37.386 MW kara olmak üzere toplam 47.849 MW olarak belirlenmiştir (Çizelge 7) (YEGM, 2013).

Çizelge 7. Türkiye rüzgar enerjisi potansiyeli

Rüzgar kaynak derecesi	Rüzgar sınıfı	50 m'de rüzgar gücü (W/m ²)	50 m'de rüzgar hızı (m/s)	Toplam alan km ²	Rüzgarlı arazi yüzdesi	Toplam kurulu güç potansiyeli (MW)
Orta	3	300-400	6,5 - 7,0	16.781,39	2,27	83.906,96
İyi	4	400-500	7,0 - 7,5	5.851,87	0,79	29.259,36
Harika	5	500-600	7,5 - 8,0	2.598,86	0,35	12.994,32
Mükemmel	6	600-700	8,0 - 9,0	1.079,98	0,15	5.399,92
Sıra dışı	7	> 800	> 9,0	39,17	0,01	195,84
Toplam						131.756,40

Kaynak: YEGM

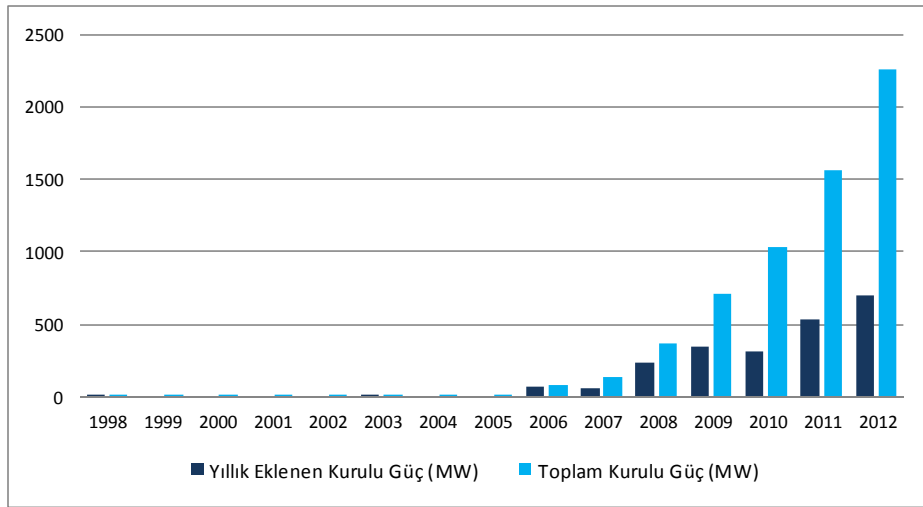
REPA'ya göre Ege ve Marmara sahilleri Türkiye'nin en iyi rüzgar potansiyeline sahip olan alanlardır (Güler, 2009). Bu çalışmada yerden 30 m, 50 m, 70 m ve 100 m yükseklikteki rüzgar hızlarının gösterildiği haritalar hazırlanmıştır. Yerleşim alanları dışında yerden 50 m yükseklikteki rüzgar hızları Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz kıyılarında 6,0-7,0 m/sn, iç kesimlerde ise 5,5-6,5 m/sn civarındadır. Batı Akdeniz kıyılarında 5,0-6,0 m/sn iç kesimlerinde 4,5-5,5 m/sn, Kuzeybatı Ege kıyılarında 7,0-8,5 m/sn, iç kesimlerde ise 6,5-7,0 m/sn'dir (Çağlar, vd. 2008). Özellikle, Ege denizi kuzeydoğusu rüzgar potansiyeli yönünden oldukça iyi durumdadır. Ayrıca İç Anadolu Bölgesi'nin doğusu, Orta Toroslar ve Doğu Akdeniz'de ortalama rüzgar hızı değerleri yönünden enerji üretimi için oldukça elverişlidir. Orta şiddete sahip ve elektrik enerjisi üretimi açısından uygun olmayan alanlar Türkiye'de geniş yer kaplamaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Türkiye Rüzgar Hızı Haritası (50m)

Kaynak :EİE

Türkiye’de 2012 yılı sonunda rüzgar enerjisine bağlı elektrik üretim kapasitesi 2.312 MW’a ulaşmıştır (Şekil 6). Bu da toplam potansiyelin %4,8’i gibi çok küçük bir değer oluşturmaktadır.



Şekil 6. Türkiye’de yıllara göre rüzgarenerjisi kurulu gücü ve artışı (1998-2012)

Türkiye’nin ticari anlamdaki ilk rüzgar santrali 1998 yılında İzmir Çeşme’de (8,7 MW) işletmeye açılmıştır. Dünyada özellikle 2000 yılından itibaren rüzgar enerjisine bağlı kapasite çok hızlı bir gelişme seyri izlerken Türkiye’de 2006 yılına kadar rüzgar enerjisi ile ilgili pek bir gelişme olmamıştır. Ülkede rüzgar enerjisinin gelişmeye başlaması bu yıldan sonra gerçekleşmiştir (Şekil 6). Bu gelişmede 2005 yılında 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu’nun yasallaşması etkili olmuştur. Bu kanunla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep büyük oranda artmıştır. Enerji Piyasası Düzenleme ve Denetleme Kurumu’na (EPDK) rüzgar enerji santrali kurabilmek için 2004, 2006 ve 2007 yıllarında toplam 86.029 MW’lık bir başvuru yapılmıştır. Bu Türkiye’nin mevcut ekonomik kapasitesinin oldukça üzerinde bir değerdir. Ancak EPDK çeşitli nedenlerden dolayı bu başvuruları sonuçlandırmadığı için santrallerin işletmeye geçmesi gecikmektedir.

4.2.3. Jeotermal enerji

İlkeçalardan beri insanlığın yıllardır sağlık ve temizlik amaçlarına göre kullandığı jeotermal kaynakların günümüzde ısıtma, elektrik üretimi ve sanayide de kullanması, yenilenebilir olan bu kaynağın önem kazanmasına neden olmuştur. Jeotermal enerji kısaca yerkürenin doğal ısısı olup, yerkabuğunun derinliklerinde birikmiş olan basınç altındaki sıcak akışkan (su, buharı, gaz) ve sıcak kuru kayaların içerdiği termal enerji olarak tanımlanır.

Alp-Himalaya sistemi içinde bulunan Türkiye aktif faylar bakımından oldukça zengindir. Bu fay hatları boyunca ülkede oldukça fazla doğal sıcak su akışı mevcuttur. Yer kabuğunun farklı derinliklerinde uygun jeolojik şartlarda doğal olarak oluşan ve yeryüzüne kendiliğinden çıkan bu sular mineral, tuz ve çeşitli element özellikleri açısından farklılıklar göstermektedir. Bu kaynaklar sıcaklık ve kimyasal özelliklerine göre farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Buna göre dünya uygulamalarında jeotermal kaynakların kullanımı doğrudan ve dolaylı şekilde olmaktadır. Doğrudan kullanım alanları genellikle düşük (20-70 °C) ve orta sıcaklıklı sahalardaki (70-150 °C) kaynaklarını kullanılması şeklide olmaktadır. Bu kaynaklar bölgesel ısıtma, soğutma, tarımsal ürün kurutma, mineral tuz eldesi, termal turizm ve endüstriyel sahalarda kullanılmaktadır Yüksek sıcaklıklı (150°C) sahalardan ise elektrik elde etmek için faydalanılmaktadır (Külekçi, 2009; Yılmaz and Bayar 2006).

Türkiye'de yaklaşık 1.000 kadar doğal çıkan sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Ayrıca MTA yapmış olduğu çalışmalarda 198 adet jeotermal alan tespit etmiştir. Bu çalışmalar sonunda Türkiye'nin jeotermal ısı potansiyeli 31.500 MW olarak hesaplanmıştır (Hepbaşlı and Çanakçı, 2003; MTA, 2013; Toklu, 2013). Araştırmalardan elde edilen bilgilere göre Türkiye'deki en büyük jeotermal potansiyeli Batı Anadolu (%79) sahiptir. Onu İç Anadolu (% 8,5), Marmara (% 7,5), Doğu Anadolu (% 4,5) ve diğer bölgeler (% 0,5) takip eder. Türkiye'deki jeotermal kaynakların % 94'ü düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral elde etmek vb.) için, % 6'sı ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (Koçak, 2001; Korkmaz Başel, vd. 2009). Elektrik üretimi için 20 uygun alan bulunmaktadır ve bunların tamamı Batı Anadolu'da yer alır (Çizelge 8). Ülkedeki toplam jeotermal elektrik üretim potansiyeli 640 MW' tır ve bu potansiyelin 162,2 MW'ı (2012 yılı) işletme halindedir (Çizelge 9). Türkiye dünyada jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretimi açısından 12. sırada gelmektedir. Bu sıralama içinde ilk ABD yer alır. Onu Filipinler, Endonezya ve Meksika takip eder (GEA, 2013).

Çizelge 8. Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretim potansiyeli olan sahalalar

Sıra	Saha adı	Sıcaklığı (°C)	Sıra	Saha adı	Sıcaklığı (°C)
1	Denizli-Kızıldere	242	11	Aydın-Umurlu	155
2	Aydın-Germencik-Ömerbeyli	232	12	İzmir-Seferihisar	153
3	Manisa-Alaşehir-K.dere	214	13	Manisa-Salihli-Caferbey	150
4	Aydın-Yılmazköy	192	14	Aydın-Hıdırbeyli	146
5	Aydın-Pamukören	188	15	Aydın-Sultanhisar	145
6	Manisa-Salihli-Göbekli	182	16	Denizli-Karataş	137
7	Çanakkale-Tuzla	174	17	İzmir-Balçova	136
8	Aydın-Salavatlı	171	18	İzmir-Dikili	130
9	Denizli-Tekkehamam	168	19	Aydın-Nazilli-Bozyurt	120-127
10	Kütahya-Simav	162	20	Aydın-Atça	124

Kaynak: ETKB

Çizelge 9. Türkiye'de işletmede olan jeotermal elektrik santralleri (2012)

Tesis yeri	Kurulu gücü (MW)	İşletmeye alınış yılı
Denizli- Kızıldere-Sarayköy	15	1984
Aydın-Salavatlı (Dora-1)	7,95	2006
Denizli-Kızıldere	6,85	2008
Aydın-Germencik	47,4	2009
Aydın-Salavatlı (Dora-2)	9,5	2010
Çanakkale-Tuzla	7,5	2010
Aydın- Hıdırbeyli (Irem)	20	2011
Aydın- Hıdırbeyli (Sinem)	24	2012
Aydın-Hıdırbeyli (Deniz)	24	2012
Toplam	162,2	

Kaynak: Parlaktuna vd. 2013

Genellikle konutların ısıtılması ve termal turizm amaçlı kullanım şekli yaygın olan jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kapasitesi dünyada 50.583 MW olmuştur. Doğrudan kullanım açısından Türkiye’de de yaygın olarak konut, termal tesis ve seraların ısıtılmasında yararlanılmaktadır (Kömürcü and Akpınar, 2009). Bu şekilde kullanım kapasitesi yönünden dünyada ABD ilk sıradadır (12.611 MW). Daha sonra Çin (8.898 MW), İsveç (4.460 MW), Norveç (33.00 MW), Almanya (2.485 MW), Japonya (2.099 MW) gelmektedir (GEA, 2013). Türkiye 2.084 MW kullanım değeri ile dünyada yedincidir. Türkiye’nin 31.500 MW doğrudan kullanım kapasitesi göz önüne alındığında potansiyelinin ancak %6,6’sını kullanabildiği görülür. Kapasitenin tamamı kullanıldığında 5 milyon konut eşdeğeri bir ısıtma elde edilmiş olacaktır. Bu konut ısıtmak için büyük oranda doğal gazla bağlı bir politika izleyen Türkiye için çok büyük bir değerdir. Türkiye’de ısıtma yapmaya uygun 120 saha tespit edilmiş olup bunlardan 18’inden ısıtma amaçlı yararlanılmaktadır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Türkiye’de jeotermal enerji ile bölgesel ısıtma yapılan yerler

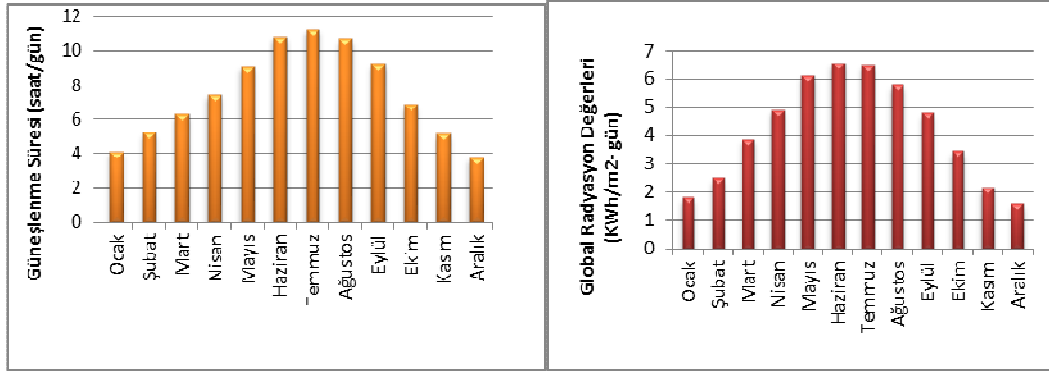
Yer adı	Isıtılan konut sayısı/kurulu kapasite	Başlama tarihi	Su sıcaklığı °C
Balıkesir-Gönen	3.400	1987	80
Kütahya- Simav	5.000	1991	137
Kırşehir	1.900	1994	57
Kızılcahamam	2.500	1995	80
İzmir- Balçova	15.000	1996	137
Afyonkarahisar	4.600	1996	95
Nevşehir-Kozaklı	1.300/3.500	1996	90
İzmir-Narlıdere	1.500	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	1.950/3.000	2005	96
Yozgat-Sarıkaya	600/2.000	2007	60
Yozgat-Sorgun	1.500	2008	80
Yozgat-Yerköy	500/3.000	2009	65
İzmir-Bergama	7.850/10.000	2009	60

Kaynak: ETKB

4.2.4. Güneş enerjisi

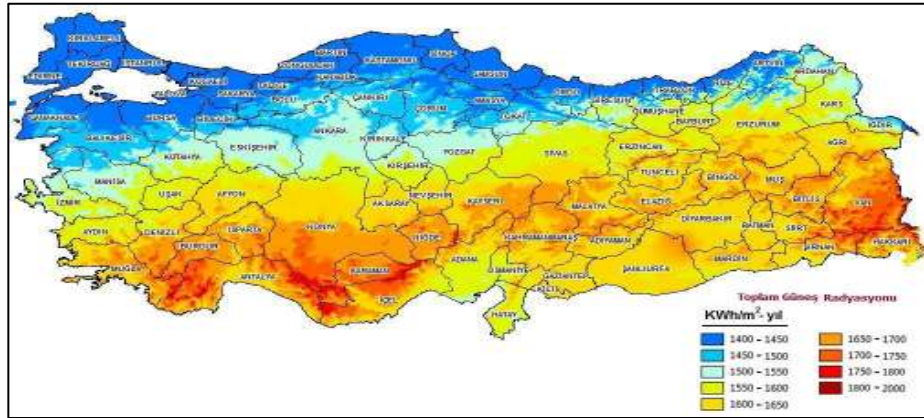
Dünya’nın en önemli enerji kaynağı güneştir. Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarda yararlanılmaktadır. Güneş enerjisi çevreci, temiz bir enerji kaynağı olduğu için fosil enerji kaynaklarına alternatif olacak bir enerji olarak görülmektedir. Türkiye bulunduğu matematik konum gereği güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça iyi durumdadır. Ülkede yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat, (günlük 7,2 saat) yıllık ortalama güneş radyasyon değeri 1311 kWh/m² (günlük 3,6 kWh/m²) dir (Toklu, vd., 2010). Aylık ortalama güneşlenme süreleri bakımından temmuz (365 saat), ağustos (343 saat) ve haziran ayları (325 saat) potansiyellerinin yüksek olduğu görülür (Şekil 8). Aylık ortalama radyasyon değerleri açısından da benzer durum söz konusudur (Şekil 9).

Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi



Şekil 7. Türkiye'nin aylara göre günlük güneşlenme süresi Şekil 8. Türkiye'nin aylara göre güneş radyasyonu değerleri

EİE tarafından 2010 yılında Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) hazırlanmıştır. (Şekil 9). Bu çalışmaya göre, Türkiye'de yaklaşık 56.000 MW termik santral kapasitesine eşdeğer güneş enerjisi potansiyelinin bulunduğu ve bu potansiyelden yararlanılması durumunda yıllık ortalama 380 milyar kWh elektrik enerjisi üretilebileceği hesaplanmıştır. Ancak Türkiye'de bu potansiyelden ticari anlamda yararlanma yok denecek kadar azdır. Hâlihazırda güneş pili (PV) kapasitesi 1000 kW civarındadır. Güneş enerjisinin oldukça önemli bir potansiyelinin bulunmasına rağmen güneş enerjisinden elektrik elde etme maliyetlerinin oldukça yüksek olması yenilenebilir olan bu enerji kaynağının ticari şekilde kullanmasını kısıtlayan en önemli nedenlerden biridir. Ancak, her geçen gün maliyetlerdeki düşmeye ve özellikle AB ve ABD gibi gelişmiş ülkelerin uyguladığı teşvikler nedeniyle dünyada güneş enerjisinden elektrik elde etme çalışmaları hızlı bir şekilde artmaktadır.



Şekil 9. Türkiye'nin güneş radyasyonu haritası

Kaynak: EİE

Türkiye'de güneş enerjisi potansiyelinin bölgesel dağılımına bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ilk sırada geldiği görülür. Onu sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri takip eder. Güneş enerjisi bakımından en düşük potansiyele sahip olan bölge ise Karadeniz Bölgesi'dir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Türkiye'de bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli

Coğrafi bölge	Toplam güneş enerjisi (kWh/m²-yıl)	Güneşlenme süresi (saat/yıl)
Güney Doğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971

Kaynak: YEGM

Türkiye’de güneş enerjisinden daha çok sıcak su temini amacıyla yararlanılmakta olup bu amaçla ülkedeki toplam kurulan kolektörler 17 milyon m² alana ulaşmıştır. Buna her yıl yaklaşık olarak 1 milyon m² ilave yapılmaktadır (Balat, 2010).

4.2.4. Biyokütle enerjisi

Biyütle biyolojik kökenli fosil olamayan organik madde kütesidir. Biyokütle terimi çok geniş anlamda yaşayan organizmalardan üretilen madde anlamına gelir (Üçgül ve Akgül, 2010). Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Acaroğlu, 2008). Örneğin, odun, tarımsal atıklar (saman, mısır kocanları, pamuk atıkları vb.) şehir kanalizasyon atıkları, endüstriyel organik atıklar (şeker sanayisinden küspe vb.) biyokütle enerji kaynaklarıdır.

Geleneksel olarak biyokütle, ateşin bulunuşundan günümüze bilinen ve kullanılan bir enerji kaynağıdır. Modern anlamda biyokütlenin kullanımı ise 21. yüzyılda olmuştur. Biokütle enerjisi modern anlamadaki uygulamalarda biyogaz, biyoetanol, biyodizel, biyomentanol, biyodimetiler, biyoyağ gibi enerji kaynaklarına dönüşmektedir (Akova, 2008; Ögüt, 2007). Yaygın olarak kullanılan ise biyodizel, biyoetanol ve biyogazdır.

Biyodizel; Kolza, ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohumlular hatta hayvansal yağlar kullanılarak üretilen bir yakıt türüdür. Biyoetanol; İçlerinde şeker olan mısır, buğday, şekerpancarı gibi tarımsal ürünlerin fermantasyonu sonucu elde edilir. Biyogaz, organik maddelerin (hayvansal atıklar, bitkisel atıklar, şehir ve endüstriyel atıklar) oksijensiz şartlarda fermantasyonu sonucu oluşan ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır. Biyogaz teknolojisi ise organik kökenli artık maddelerden hem enerji elde edilmesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına olanak vermektedir.

Dünya birincil enerji kaynakları içinde biyokütle enerjisi %10 gibi oldukça önemli bir paya sahiptir (Çizelge 1). Ancak bunun çok büyük bir kısmı klasik anlamda yakacak olarak kullanılmaktadır. Benzer bir durum Türkiye için de geçerlidir. Biyokütle Türkiye birincil enerji kaynakları üretiminde %11, tüketiminde ise % 3,1 orana sahiptir (Çizelge 2). Türkiye’de bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyokütle genellikle ısınma amaçlı kullanılır. Özellikle kırsal kesimlerde evlerin ısıtılmasında bu enerji kaynağı ilk sırada yer almaktadır. Modern anlamadaki biyokütle enerjisinin gelişimi Türkiye’de özellikle 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu’nda yerli hammaddeden elde edilmek şartıyla biyoyakıtlara ÖTV muafiyeti tanınmasından sonra gelişme göstermiştir (Ögüt, 2007).

Türkiye’nin yıllık 117 milyar ton civarında biyokütle potansiyeli bulunmaktadır. Bu değer yıllık 32 Mtep’dir (Demirbaş, 2008, Gökçöl vd. 2009). Bu potansiyel içinde en büyük pay yıllık bitkilere aittir (14,5 Mtep). Daha sonra sırasıyla orman atıkları (5,4 Mtep), çok yıllık bitkiler (4,1 Mtep) gelmektedir. Türkiye’nin hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen biyogaz miktarının 1,5-2 Mtep olduğu tahmin edilmektedir. (Çizelge 12).

Çizelge 12. Türkiye’nin biyokütle potansiyeli

Biyokütle çeşitleri	Enerji değeri (Mtep)	Yıllık biyokütle üretimi (milyon ton)
Yıllık bitkiler	14.9	55
Orman artıkları	5.4	18
Çok yıllık bitkiler	4.1	16
Tarım endüstrisi atıkları	3.0	10
Odun endüstrisi atıkları	1.8	6
Hayvan atıkları	1.5	7
Diğer	1.3	5
Toplam	32.0	117

Kaynak: Demirbaş, 2008, Gökçöl vd. 2009

5. Türkiye'de Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin en temel göstergelerinden biridir ve enerji sektöründe elektrik enerjisinin kritik bir önemi bulunmaktadır (Atılğan, 2000). İkincil enerji kaynaklarından olan elektrik enerjisinin üretiminde Türkiye'de fosil yakıtlardan doğal gaz, kömür, petrol ve asfaltit yenilenebilir enerji kaynaklarından isen hidrolik, rüzgâr, jeotermal, biyokütle enerjisinden faydalanılmaktadır. Önümüzdeki yıllarda ise nükleer enerji ve güneşten elektrik enerjisi üretmek için çalışmalar başlatılmıştır. Elektrik enerjisi bir yandan sanayi ve hizmet üretiminde temel girdi olarak diğer yandan ise konutlar ve sosyal donatı alanlarında tüketim olarak kullanılmaktadır (Rumeli, 2007).

Kişi başına elektrik enerjisi tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren en önemli parametrelerden biridir. Bu nedenle elektrik enerjisi tüketimi sanayileşmiş ve ekonomik yönden gelişmiş ülkelerde oldukça yüksektir. Örneğin; Norveç'te kişi başına yıllık 24.997 kWh, Kanada'da 16.995 kWh, ABD'de 13.616 kWh, Japonya'da 8.475 kWh, Almanya'da 7.185 kWh elektrik enerjisi tüketilmektedir. Dünya ortalaması ise 2.752 kWh'dır. Gelişmekte olan ülkeler içinde yer alan Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi ve tüketimi hızlı bir şekilde artmasına rağmen dünya ortalamasının altında bir değere sahiptir. Türkiye'de 1923 yılında 7 kWh olan kişi başı tüketim, 1975 yılında 334 kWh, 2000 yılında 1.449 kWh, 2008 yılında 2264 kWh olarak gerçekleşmiş 2011 yılında ise 2.490 kWh'a ulaşmıştır (ETKB, 2012).

Türkiye'de elektrik enerjisi üretmek için yapılan çalışmalar Osmanlı İmparatorluğu döneminde başlamıştır. Bu dönemde ilk elektrik 1902 yılında su değirmeni ile çalışan 2 kW'lık bir dinamo ile Tarsus'ta kullanılmıştır. Daha sonra 1914 yılında İstanbul'da bir termik santral faaliyete geçmiştir (Karabulut, 2000). Cumhuriyet'in kurulduğu 1923 yılında Türkiye'de elektrik üretmek için gerekli olan kurulu güç sadece 33 MW'tır. Daha sonraki yıllarda ekonomik gelişmeye paralel olarak kurulu güç artarak devam etmiştir ve 2012 yılında 57.071 MW'a ulaşmıştır (Çizelge 13, Şekil 10).

5.1. Kurulu Güç

Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü 1930 yılında 78 MW iken aradan geçen süreçte artarak 2012 yılında 57.071 MW'a ulaşmıştır. Bu gücün % 61,4'ü termik (35.027,2 MW), % 34,4'ü hidrolik (19.609,4 MW) ve %4,3'ü jeotermal+rüzgar (2.422,8 MW) santrallerine aittir (Çizelge 13). Termik santraller içinde de en büyük payı doğal gaz oluşturmaktadır. Türkiye'de Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren elektrik üretiminde termik santrallere dayalı bir altyapı mevcuttur. Bunun kaynak türü ve oranı zaman zaman değişmekle birlikte termik santrallerin üstünlüğü önümüzdeki yıllarda da devam edecektir. Cumhuriyetin ilk yıllarında termik ve hidrolik santrallere dayalı olan elektrik üretimi kurulu gücüne 1984 yılından sonra diğer yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırdığımız rüzgar ve jeotermal kaynaklar da eklenmiştir.

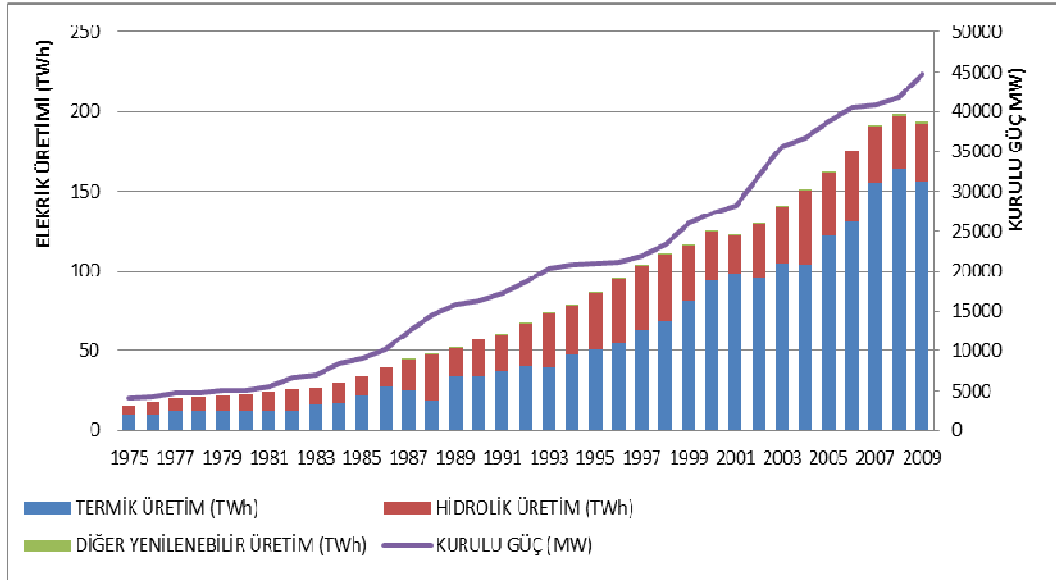
Çizelge 13. Türkiye'de yıllara göre elektrik enerjisi kurulu güç ve üretimi (1930-2012)

Yıllar	Kurulu güç (MW)				Üretim (GWh)			
	Termik	Hidrolik	Jeo. +Rüz.	Toplam	Termik	Hidrolik	Jeo. +Rüz.	Toplam
1930	74,8	3,2		78,0	104,4	1,9		106,7
1950	389,9	17,9		407,8	759,4	30,1		789,5
1970	1.509,5	725,4		2.234,9	5.590,2	3.032,8		8.623,0
1975	2.407,0	1.779,6		4.186,6	9.719,2	5.903,6		15.622,8
1980	2.987,9	2.130,8		5.118,7	11.927,2	11.348,2		23.275,4
1985	5.229,3	3.874,8	17,5	9.121,6	22.168,0	12.044,9	6,0	34.218,9
1990	9.535,8	6.764,3	17,5	16.317,6	34.314,9	23.148,0	80,1	57.543,0
1995	11.074,0	9.862,8	17,5	20.954,3	50.620,5	35.540,9	86,0	86.247,4
2000	16.052,5	11.175,2	36,4	27.264,1	93.934,2	30.878,5	108,9	124.921,6
2010	32.278,5	15.831,2	1.414,4	49.524,1	155.827,6	51.795,5	3.584,6	211.207,7
2011	33.931,1	17.137,1	1.842,9	52.911,1	171.638,3	52.338,6	5.418,2	229.395,1
2012	35.029,0	19.619,7	2.422,7	57.071,4	174.542,2	57.836,9	6.701,0	239.080,0

Kaynak: TEİAŞ

5.2. Elektrik üretim ve tüketimi

Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi genel olarak bir artış içinde olmuştur. Şekil 10’da görüldüğü gibi 1975 yılından günümüze sadece 2001 (-%1,1) ve 2009 (-%2) ekonomik krizlerinde Türkiye’de elektrik üretiminde bir gerileme görülür. Ancak daha sonraki yıllarda üretim tekrar artmış ve 2012 yılına gelindiğinde 239.080 GWh olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin % 73’ü (174.542,2 GWh) termik santrallerden, % 24,2’si (57.836,9 GWh) hidrolik santrallerden ve % 2,8’i jeotermal ve rüzgar santrallerinden (6701 GWh) elde edilmiştir (Çizelge 13).



Şekil 10. Türkiye’de elektrik kurulu güç ve üretiminin (1975-2009)

Kaynak: TEİAŞ

Türkiye’de elektrik santrallerinin kaynaklara göre kurulu güç açısından (2012 yılı) dağılışı incelendiğinde %34,4 ile hidrolik kaynakların ilk sırada geldiği görülür. Daha sonra sırasıyla doğal gaz (%32,2), linyit (%14,3), maden kömürü (% 7,5), rüzgar (%4) takip etmektedir (Çizelge 14). Kaynaklar bakımından elektrik üretimi incelediğinde ise doğal gaz % 43,2 ile ilk sırada yer almaktadır. Onu hidrolik kaynaklar (% 24,2), linyit (%14,4), madenkömürü (%12,8), rüzgar (%2,4) izler. Burada dikkati çeken husus kurulu güç kapasitesi bakımından hidrolik kaynakların payı daha yüksek olmasına rağmen elektrik üretiminde doğal gazın payı daha büyüktür (Çizelge 14).

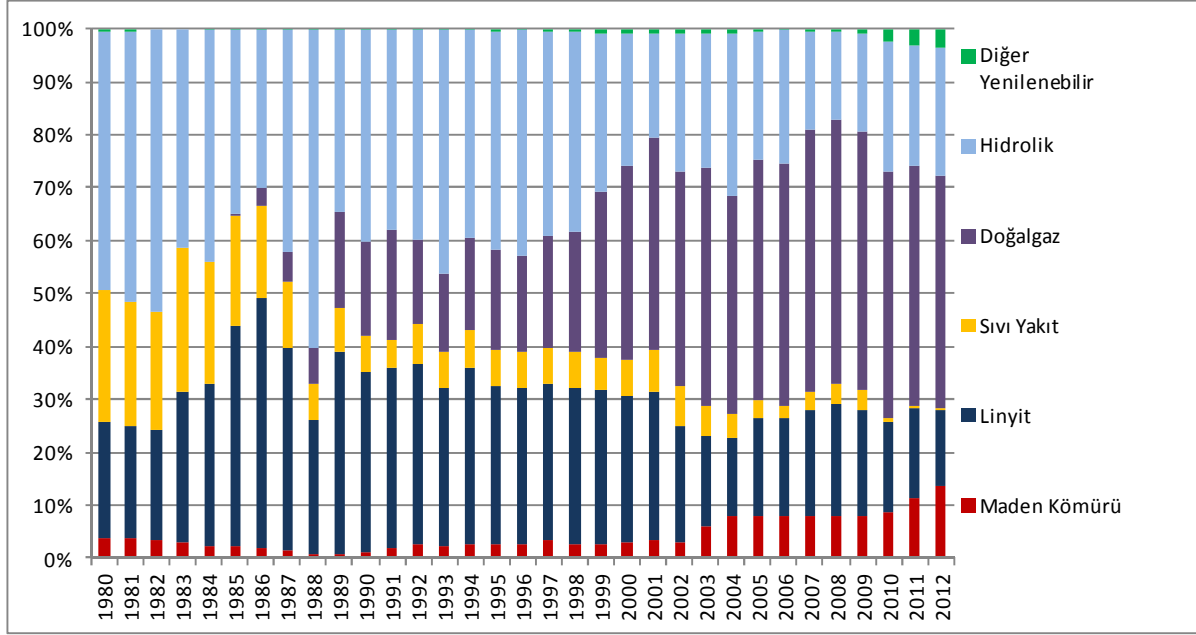
Çizelge 14. Türkiye’de kaynaklara göre elektrik kurulu gücü ve üretimi (2012)

Kaynak türü	Kurulu güç (MW)	Kurulu güç payı (%)	Elektrik Üretimi (MWh)	Elektrik üretim oranı (%)
Hidrolik	19.619,7	34,4	57.840	24,1
Doğal gaz	18.317,8	32,1	103.235	43,2
Linyit	8.147,8	14,3	34.397	14,4
İthal kömür	3.912,6	6,9	28.924	12,1
Çok yakıtlılar +biyogaz	2.951,7	5,2	659	0,3
Rüzgar	2.260,5	4	5.851	2,4
Sıvı yakıt	1.229,2	2,2	4.749	2
Maden kömürü	335	0,6	1.733	0,7
Jeotermal	162,2	0,3	849	0,4
Asfaltit	135	0,3	843	0,4
Toplam	57.071,5	100	239.080	100

Kaynak :TEİAŞ

Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi

Türkiye elektrik üretimi içerisinde doğal gazın payı son birkaç yılda bir miktar azalmıştır. Elektrik üretiminde doğal gazın payının düşmesi kuşkusuz bu enerji kaynağı açısından %98 oranında dışa bağımlı olan Türkiye için olumlu bir gelişmedir. Ancak ithal bir enerji kaynağı olan doğal gazdaki gerilemeye rağmen bu seferde yine ithal bir enerji kaynağı olan maden kömürünün payı her geçen yıl artmaktadır (Şekil 11). Hidrolik kapasitenin üretimde düşük olmasının en önemli nedeni Rusya ve İran gibi ülkelerle yapılan doğal gaz anlaşmaları gereği taahhüt ettiğimiz gazı kullanabilmek için doğalgaza dayalı termik santrallerin yüksek kapasitede çalıştırılmasıdır. Ayrıca hidroelektrik santrallerdeki bakım ve onarım çalışmaları ve baraj havzalarına düşen yağışın bazı yıllar eksik olması bu kaynaklardan yeterince faydalanılamaması ile sonuçlanmaktadır.



Şekil 11. Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre oransal değişimi (1980-2012)

Elektrik üretim kaynaklarının yıllara göre oransal gelişimini gösteren şekil incelendiğinde (Şekil 11) 1980-2012 yılları arasında ciddi değişiklikler olduğu gözlemlenebilir. Bu süreçte elektrik üretiminde hidrolik kaynakların payı 1980 yılında %48,8 iken, 2012 yılına gelindiğinde % 24,1'e düşmüştür. Aynı şekilde fuel-oil, motorin gibi sıvı yakıtların oranı %25'den % 1,8'e gerilemiştir. Linyit kömürüne dayalı üretimde de benzer bir durum söz konusudur. Türkiye'deki linyit üretimi yaklaşık 70 milyon ton olmasına rağmen linyit kömürüne dayalı termik santrallerin elektrik enerjisi üretimi içindeki payı her geçen yıl düşmektedir. 1986'da %47 olan bu oran, 2012 de % 14,3'e gerilemiştir. Elektrik enerjisi üretimi içinde payları artan birincil enerji kaynakları ise doğal gaz, maden kömürü, rüzgar ve jeotermal enerjidir. 1985 yılında elektrik üretiminde %0,2 olan doğal gazın payı her geçen yıl artarak % 2012 de %43,2 yükselmiştir. Maden kömürünün payı ise %3,9'dan % 12,8'e çıkmıştır (Şekil 11).

Hidrolik santrallerden elektrik üretiminde Türkiye gibi yarı kurak ülkelerde iklim elemanlarından yağışın belirleyici rolü çok büyüktür. Yağışların az olduğu yıllarda barajlardaki doluluk oranının düşmesine bağlı olarak elektrik üretimi düşmektedir. Bu da ülke ekonomisi açısından olumsuz bir durum teşkil eder.

Günümüzde Türkiye'de elektrik üretimi yapan kuruluşların kamu-özel sektör paylarına bakıldığında özel sektör ağırlıklı bir yapıya sahip olduğu görülür. 2012 yılı verilerine göre kamu kuruluşu olan EÜAŞ elektrik üretiminde % 38 paya sahiptir (92.822 GWh). Geri kalan %62'lik oran özel sektör tarafından üretilmektedir. Bu grup içinde % 30,9 ile serbest üreticiler (73.914 GWh), % 18

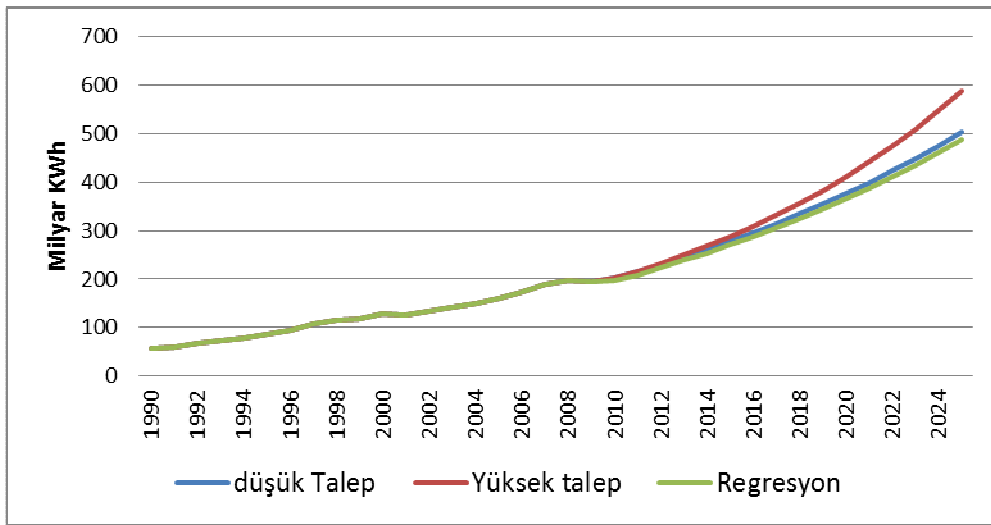
ile yap işlet (43.087 GWh), %5,9 ile yap işlet devret modeli üreticiler (14.033 GWh), %5,3 ile otoprodüktörler (12.677 GWh) ve % 1,9 ile işletme devir hakkı tarzı santrallerde üretim yapıldığı görülür (TETAŞ, 2013). Kamu sektörünün payı 1990 yılında %91,9 iken özellikle 2000 yılından sonra hızlı bir şekilde azalarak günümüzdeki oranına gerilemiştir.

Türkiye’de 2012 yılında 239.080 GWh brüt elektrik üretimi olmasına karşın tüketim değeri 241.947 GWh olmuştur. Her yıl genellikle tüketim değerleri üretimden daha fazla olmaktadır. Aradaki fark genellikle ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Yıllar itibariyle değişmekle birlikte elektrik ihracatı da yapılmaktadır.

5.3. Artan enerji talebi ve karşılanması

Türkiye’nin ekonomik gelişmesine paralel olarak önümüzdeki yıllarda elektrik enerjisine olan talep oldukça yüksek olacaktır. Bu konuda EPDK’nın yapmış olduğu çalışmalara göre 2020 yılına kadar yıllık elektrik talep artış oranı düşük senaryolara göre yıllık % 6,7, yüksek senaryolara göre ise %7,5 gerçekleşecektir. Buna göre, Türkiye’nin 2020 yılında düşük elektrik enerjisi talebine göre 398.160 GWh, yüksek elektrik enerjisi talebine göre 433.900 GWh elektrik enerjisi gereksinimi ortaya çıkacaktır (Şekil 12).

Bilindiği gibi Türkiye enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı bir ülkedir ve bu oran her geçen gün artmaktadır. Bu konuda fosil enerji kaynaklarının rezervlerinin çok fazla geliştirilmesi mümkün olmadığından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve bu konuda stratejiler geliştirmek oldukça önemlidir. Bu konuda ETKB’de çalışmalar yapılmaktadır. Bakanlığın 2023 yılı hedefleri için oluşturduğu strateji belgesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payının %30’a çıkarılması, teknik ve ekonomik hidroelektrik potansiyelinin tamamının kullanılması, rüzgar enerjisi kurulu gücünün 20000 MW’a çıkarılması, 640 MW kurulu güç potansiyeline sahip jeotermal enerjinin tamamının işletmeye alınması hedeflenmiştir (EÜAŞ, 2012). ETKB tarafından açıklanan bu öngörüler uygulanabilir ve gerçekleştirilebilir görülmektedir. Ancak bazı teknik problemler ve uygulamada görülen aksaklıklar yenilenebilir enerjiler konusunda gecikme yaşanmasına neden olmaktadır. Örneğin, rüzgar enerjisi için 20000 MW bir kurulu güç hedefi koymasına karşın EPDK’nın bu santrallerin kurulması için yapılan başvuruları sonuçlandırmaması ve üreticilere çok az lisans verilmesi bu hedefin gerçekleştirilmesini zorlaştıracaktır. Ayrıca güneş enerjisi için 2023 yılında 3000 MW bir kurulu güç hedefi konmasına bu konuda henüz somut adımların gerçekleştirilmemiş olması bu konuda da gerçekleşme oranının düşük olacağı kanaatini uyandırmaktadır.



Şekil 14. Türkiye'nin elektrik talep projeksiyonu

Kaynak:ETKB

Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi

Türkiye' elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini iyi bir şekilde değerlendirememektedir (Çizelge 15). Bu enerji kaynaklarından hidrolik potansiyelinin % 41,3'ünü, rüzgar potansiyelinin % 4,8'ini, jeotermal elektrik potansiyelinin %25,3'ünü, biyokütle potansiyelinin %7,9'unu kullanılabilmektedir. Güneş enerjisinden ise büyük oranda sıcak su temini açısından yararlanmaktadır. Genel olarak yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin (jeotermal ısı hariç) toplamı 154.137 MW bir kurulu güce karşılık gelmektedir. Türkiye bunun sadece %12,9'u günümüzde elektrik enerjisi üretmek için kullanılmaktadır. Ülkede çıkartılan linyit ve maden kömürü kaynakları bu değere eklendiğinde elektrik üretebilmek için gerekli olan yerli kurulu güç potansiyeli 174.637 MW'a çıkmaktadır. Bu rakamlar Türkiye'nin şu andaki mevcut kurulu gücünden üç kat daha fazladır. Tüm bu kaynaklar uygun bir şekilde kullanıldığında teorik olarak Türkiye'nin elektrik üretmek için dışa bağımlı olmaması gerekmektedir.

Çizelge 15. Türkiye'de yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretim potansiyeli ve kullanım oranları (2012)

Kaynak türü		Kurulu güç (MW)	Toplam kurulu güç potansiyeli (MW)	Potansiyeli kullanma oranı(%)	Elektrik Üretimi (GWh)
Yenilenebilir	Hidroelektrik	19.619	47.497	41,3	57.840
	Rüzgar	2.312	48.000	4,8	5.851
	Güneş	-	56.000	-	-
	Jeotermal (elektrik)	162	640	25,3	849
	Biyokütle	158	2.000	7,9	659
	Toplam	22.251	154.137	14,4	65.199
Fosil	Linyit	8.148	20.000	40,7	34.397
	Maden Kömürü	335	500	67	1.733
	Toplam	8.483	20.500	41,3	36.130
Genel Toplam		30.734	174.637	17,5	101.329

Kaynak: ETKB

Ülkede uygulanan yanlış politikalarla elektrik üretiminde dışa olan bağımlılık her geçen gün daha da artmaktadır. Bu durumda karar alma sürecindeki mevcut yenilenebilir ve yerli olan kaynakları bir an önce devreye sokmak için çalışmalar yapması gerekmektedir. Böylece ülkede hem yenilenebilir enerji kaynakları kullanıldığı için dışa olan bağımlılık azalacak hem de fosil enerji kaynaklarının yarattığı çevre sorunları azaltılmış olacaktır. Ayrıca bu enerji kaynaklarına bağlı tesislerin kurulması ve işletilmesi sürecinde yerli sanayi geliştirilerek istihdam yaratılmış olur.

6. Sonuç

Türkiye'nin genç nüfusu, hızla gelişen ekonomisi, devam eden sanayi yatırımları ve dünya ortalamasının daha altında olan kişi başı elektrik tüketimi oranları ile önümüzdeki yıllarda enerjiye olan talebi daha da artacaktır. Yapılan projeksiyonlara göre önümüzdeki 10 yıl Cumhuriyetin ilanından günümüze kadar olan elektrik tüketimi kadar bir enerji talebinin olması beklenmektedir. Fosil enerji kaynakları bakımından zengin olmayan ve enerji ihtiyacının %71,8'ini dışarıdan ithal eden bir ülke olarak eğer yeni yatırımları yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarını kullanmaya yönelik yapmazsa enerjide dışa bağımlılık oranı her geçen yıl daha da yükselecektir. Bu bağımlılık hem ekonomik açıdan hem de Türkiye'nin arz güvenliği açısından oldukça büyük sorunlara yol açabilir. Çünkü fosil yakıtların fiyatları her geçen yıl artmaktadır.

Türkiye'de elektrik üretiminde en büyük pay doğal gaza aittir. Özellikle 2007-2009 yılları arasında bu pay %50 civarında olmuştur. Günümüze doğru elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın payı bir miktar azalarak 2012 yılında %43,2'ye gerilemiştir. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde neredeyse tamamen dışa bağımlı bir enerji kaynağına dayalı politika izlemesi oldukça sakıncalıdır. Nitekim bazı yıllar Rusya ve İran'dan doğal gaz temini konusunda sıkıntılar yaşanmıştır. 2009 yılından itibaren elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın payı düşmekle birlikte bu seferde ithal

kömüre dayalı termik santrallerin payı her geçen yıl hızlı bir şekilde artarak 2012 yılında %12,8'e ulaşmıştır. Bu yüzden elektrik üretiminde dışa bağımlı kaynaklar yerine yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politikalar geliştirilmelidir.

Türkiye linyit rezervleri açısından oldukça iyi durumdadır ve düşük kalori değerine sahip bu kaynak elektrik üretimi için uygundur. Rezervler bakımından uygun olan sahalarda mevcut termik santraller ek olarak 20000 MW'lık bir kurulu gücü sürdürülebilir bir şekilde işletmek mümkündür. Günümüzde bu potansiyelin %40,7'si kullanılabilir durumdadır ve başta Afşin-Elbistan bölgesi olmak üzere uygun olan sahalarda yeni termik santrallerin kurulması konusunda çalışmalar hızlandırılmalıdır. Ancak bu çalışmalar yapılırken linyit kömürünün yaratacağı çevre sorunlarına karşıda yeni teknolojiler kullanılması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde Türkiye'de elektrik üretiminde en önemli pay hidrolik kaynaklardır. Buna rağmen bu kaynakların henüz %41,3'lük kısmı kullanılabilir durumdadır. Oysaki bu oran ABD, Norveç gibi gelişmiş ülkelerde %80'in üzerindedir. Önümüzdeki yıllarda Türkiye'deki hidrolik potansiyeli kullanma oranını yükseltilmesi için çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır. Ancak bu süreç içerisinde çevresel kaygılar göz önünde bulundurulmalı ve çalışmalar bu yönde ilerletilmelidir.

Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretmek için uygun olan 640 MW kurulu gücün tamamı hızlı bir şekilde devreye sokulmalıdır. Bu enerji kaynağı açısından asıl büyük potansiyel orta ve düşük sıcaklıktaki suların özellikle konutların ve seraların ısıtılması için kullanılmasıdır. Yaklaşık beş milyon konut eşdeğeri (31.500 MW) ısıtma yapılabilecek bu enerji kaynağından uygun olan alanlarda yararlanılarak konut ısıtmak için yapılan enerji ithalatının önüne belli oranda geçilebilir. Çünkü Türkiye'de tüketilen doğal gazın % 20'si konutların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Uygun alanlarda konutların jeotermal enerji ile ısıtılması sonucu doğal gazın payı bu sektörde azalacaktır.

Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içinde hızlı bir gelişme göstermektedir. Türkiye'de bu enerji kaynağı açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak tüm gelişmelere rağmen mevcut potansiyelin çok küçük bir kısmı kullanılabilir durumdadır. Bu süreçte yapılacak en önemli adım EPDK'ya rüzgar santrali kurmak için yapılan lisans başvurularının bir an önce sonuçlandırılmasıdır.

Dünya'da güneş enerjisi teknolojilerinin gelişimi ivme kazanmıştır. Türkiye'de bu enerji kaynağının kullanımı daha çok sıcak su temini yönünde olmaktadır. Ancak, ilerleyen yıllarda güneş enerjisi kaynağı açısından gelişmeler yakından takip edilmeli ve elektrik enerjisi üretimi diğer enerji kaynakları ile rekabet edebildiği sürece hızlı bir şekilde potansiyeli devreye almak için çalışmalar yapılmalıdır.

Biyokütle enerjisi Türkiye'de daha çok geleneksel yöntemle tüketilmektedir. Bu enerji kaynağı açısından önemli bir potansiyel olmasına karşın modern biyokütle enerji üretim yöntemleri henüz çok düşük seviyededir. Bu yüzden özellikle kırsal kesimde yaşayan halka yönelik biyokütle enerjisinin önemini kavramaya ve modern yöntemlerle kullanmaya yönelik girişimler yapılmalıdır.

Türkiye 2012 yılında birincil enerji kaynakları bakımından % 71,8, elektrik enerjisi üretimi bakımından % 43 oranında dışa bağımlıdır. Bu bağımlılık arz güvenliği ve ekonomik kalkınma açısından büyük olumsuzluk oluşturmaktadır. Birincil enerji kaynakları yönünden Türkiye'nin bağımlılığı yerli kaynakların kullanımı ölçüsünde biraz azaltılabilir. Ancak tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Çünkü ulaşım, demir-çelik, çimento vb. sektörlerde petrol ve maden kömürü kullanımı oldukça yaygındır. Bu enerji kaynaklarının üretimi yeterli olmadığı için ithalat yapılması kaçınılmazdır. Buna karşın, elektrik üretimi gibi çok çeşitli kaynakların hammadde olarak kullanılabilirdiği sektörde Türkiye'nin yerli ve yenilenebilir kaynakları mevcut ihtiyacı karşılayabilecek düzeydedir. Uygun politikalar geliştirildiğinde elektrik üretiminin bağımlılığı her geçen yıl azaltılabilir.

Kaynaklar

- Acaroğlu M. 2008. Türkiye’de Biyokütle – Biyoetanol ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceği, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008*, 351-362,17-19 Aralık 2008, İstanbul.
- Akova, İ. 2008. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Nobel Yayınları No:1229, Ankara.
- Albostan, A., Çekiç, Y. ve Eren, L. 2009. Rüzgar Enerjisinin Türkiye’nin Arz Güvenliğine Etkisi, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 24 (4): 641-649.
- Atılğan, İ. 2000. Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*,15(1): 31-47.
- Bahar, O. 2005. Türkiye’de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme, *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*, (14):35-59.
- Balat, M. 2010. Present situation and potential role of renewable energy in Turkey, *Renewable Energy*, (46): 1-13.
- Çağlar, Ü., Ceniz, C., Çakam, E., Onan, M. ve Kocaoğlu, Ş. 2008. Türkiye’nin Atıl Enerji Kaynağı: Rüzgar Enerjisi, 2. *Ulusal İktisat Kongresi*, 1-16,20–22 Şubat 2008,İzmir.
- Demirbaş, A. 2008. Importance of biomass energy sources for Turkey.*Energy Policy*, (36): 834–842.
- Doğanay, H. 1998. *Ekonomik Coğrafya II, Enerji Kaynakları*, Şafak Yayınevi, Erzurum.
- DSİ. 2013. Türkiye’nin Hidrolik Potansiyeli, www.dsi.gov.tr. (erişim tarihi: 10.09.2013)
- Erdoğan, E. 2009. On the wind energy in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (13):1361-1371.
- EPDK. 2013. Petrol Piyasası Sektör Raporu 2012,www.epdk.gov.tr/.../petrol/rapor.../Ppd_Rapor_Yayin_Sektor_Raporu_2... (erişim tarihi: 13.09.2013)
- ETKB. 2012. 2011 Yılı Genel Enerji Dengesi Tablosu, <http://www.enerji.gov.tr>. (erişim tarihi: 16.10.2013)
- ETKB. 2013. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri Raporu, www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2013.pdf(erişim tarihi: 12.10.2013)
- EÜAŞ. 2012. Elektrik Üretimi Sektör Raporu 2012,www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_EUAS_2012.pdf (erişim tarihi: 12.09.2013)
- GAP. 2013. Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, www.gap.gov.tr.(erişim tarihi: 07.09.2013)
- GEA. 2013. Geothermal power: International market overview 2013, [http://geo-energy.org/events/2013%20 International %20 Report %20Final.pdf](http://geo-energy.org/events/2013%20International%20Report%20Final.pdf)(erişim tarihi: 02.09.2013)
- Gölçöl, C., Dursun, B. Alboyacı, Bora and Sunan, E. 2009. Importance of biomass energy as alternative to other sources in Turkey, *Energy Policy*,(37): 424–431.
- Güler, Ö. 2009. Wind energy status in electrical energy production of Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (13): 473–478.
- Gürbüz, A. 2009. Enerji Piyasası İçinde Yenilenebilir (Temiz) Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi, *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09)*, 1-7, 13-15 Mayıs 2009, Karabük.
- GWEC. 2013. Global Wind Statistics 2012, Global Wind Energy Council, [http://www.gwec.net/wp-content /uploads/2013/02/GWEC-PRstats-2012_english.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2013/02/GWEC-PRstats-2012_english.pdf)(erişim tarihi: 08.09.2013)
- IEA. 2013. Key World Energy Statistics 2012, www.iea.org/publications/.../kwes.pdf (erişim tarihi: 19.09.2013)
- İGM. 2013.Dış Ticaret İstatistikleri, [http://www.ekonomi.gov.tr/index.cfm?sayfa=79192159- 19DB- 2C7D-3D5 AE56731D11E50](http://www.ekonomi.gov.tr/index.cfm?sayfa=79192159-19DB-2C7D-3D5AE56731D11E50)(erişim tarihi: 12.10.2013)
- Hepbaşlı, A. and Çanakçı, C. 2003. Geothermal District Heating Applications in Turkey: A case study of İzmir-Balçova, *Energy Conversion and Management*,(44): 1285-1301.
- Karabulut, Y. 2000.*Türkiye Enerji Kaynakları*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Karadağ, Ç., Gülsaç, I.I., Ersöz, A. ve Çalışkan, M. 2009. Çevre Dostu ve Temiz: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *TUBİTAK Bilim ve Teknik*, (498), 24-27.
- Koçak, A. 2001. Türkiye’de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli, 3. *TMMOB Enerji Sempozyumu*, 217-232,5-7 Aralık 2001, Ankara.
- Korkmaz Başel, E.D.,Satman, A. ve Serpen, Ü. 2009. Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli, *TMMOB Jeotermal Kongresi*, 41-53, 23 - 25 Aralık 2009, Ankara.

- Kömürçü, M.İ. ve Akpınar, A. 2009. Importance of geothermal energy and its environmental effects in Turkey, *Renewable Energy*(34):1611–1615.
- Külekçi, Ö.C. 2009. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2,(2), 83-91.
- MTA. 2013. Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli, www.mta.gov.tr/v2.0/daire-baskanliklari/enerji/index.php?...jeotermal.. (erişim tarihi: 03.09.2013)
- Narin, M. 2008. Türkiye'nin Enerji Yapısı ve İzleyeceği Öncelikli Politikalar, *Asodosya Ankara Sanayi Odası Dergisi*, 50-68, Ağustos-Eylül, Ankara.
- Öğüt, H. 2007. Biyoyakıtlar, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1):130-133.
- Parlaktuna, M, Mertoğlu, O., Şimşek, Ş., Paksoy, H., Başarır, N. 2013. Geotermal country update report of Turkey (2010-2013), *European geothermal Congress*, 1-9,3-7 June 2013, Pisa- Italy
- Rumeli, A.2007. Elektrik Enerjisi ve Türkiye, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1): 94-101.
- Şahin, N. 2007. Türkiye'nin Doğal gaz Politikası, *Ekonomik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1):113-122.
- Şengüler, İ. 2007. Asfaltit ve Bitümlü Şeylin Türkiye'deki Potansiyeli ve Enerji Değeri, *TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu*, 186-195, Ankara.
- TEİAŞ 2013. Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2005 – 2014), www.teias.gov.tr/ (erişim tarihi: 12.09.2013)
- TETAŞ 2013. Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. Sektör Raporu 2012, www.tetas.gov.tr/Uploads/2012Sektor_Raporu.pdf(erişim tarihi: 17.09.2013)
- TKİ 2013.Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2012, www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TKI_2012.pdf(erişim tarihi: 08.09.2013)
- TMMOB 2012.*Türkiye'nin Enerji Görünümü*, MMO Raporu, Yay No:588, Ankara.
- Toklu, 2013. Overview of potential and utilization of renewable energy sources in Turkey, *Renewable Energy*,(50):456-463.
- Toklu, E., Güney M.S., Işık, M., Çomaklı, K and Kaygusuz, K. 2010. Energy production, consumption, policies and recent developments in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (14):1172-1186.
- TPAO 2013. Hampetrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu -2012, <http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2012-sektor-rapor-mayis-tr.pdf>(erişim tarihi: 19.09.2013)
- Üçgül, İ. ve Akgül G. 2010. Biyokütle Teknolojisi, *YEKARUM Dergi* 1(1): 3-11.
- WEC. 2010. World Energy Conclil, *Survey of Energy Resources*, London.
- YEGM. 2013. Türkiye'nin Hidroelektriklik Potansiyeli, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_turkiye_potansiyel.aspx, (erişim tarihi:10.10.2013)
- Yılmaz, M. and Bayar,R.2006. The Potential of Thermal Tourism in Turkey, *Jubilee National Conference with International Participation, Plowdiv Universty*,1200-1208, 20-21.10.2006, Smolyan.
- Yüksel İ. and Kaygusuz K. 2011. Renewable energy sources for clean and sustainable energy policies in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (15): 4132-4144.