



**Çukurova Kalkınma Ajansı**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ  
RAPORU**

**2012**



**Çukurova Kalkınma Ajansı**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ**

Araştırma Raporu

2012 / 03

**Hazırlayan:**

Ceren TOPCU

(Uzman)

Dilşad TÜRTÜK YÜNSEL

(Uzman)

“Bu rapor, hazırlayan uzmanın ilgili konuda yapmış olduğu genel değerlendirmeleri içermekte olup, Çukurova Kalkınma Ajansı’nı kurumsal olarak bağlayıcı değildir”



## İçindekiler

<b>1</b>	<b>YENİLENEBİLİR ENERJİ.....</b>	<b>4</b>
1.1	Yenilenebilir Enerji Kavramına Genel Bakış.....	4
1.2	Dünya’da Yenilenebilir Enerji.....	5
1.2.1	Tüketim.....	5
1.2.2	Kurulu Kapasite.....	6
1.2.3	Yatırımlar.....	8
1.2.4	Politika Çerçevesi.....	9
1.3	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji.....	11
1.3.1	Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Yatırım Süreçleri.....	14
<b>2</b>	<b>RÜZGÂR ENERJİSİ.....</b>	<b>15</b>
2.1	Rüzgâr Enerjisi Kavramına Genel Bakış.....	15
2.2	Dünya’da Rüzgâr Enerjisi.....	15
2.2.1	Rüzgâr Enerjisi Sektörü.....	17
2.3	Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi.....	18
2.3.1	Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli.....	18
2.3.2	Türkiye’deki Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi.....	20
2.4	TR62 Çukurova Bölgesi’nde Rüzgâr Enerjisi.....	21
<b>3</b>	<b>GÜNEŞ ENERJİSİ.....</b>	<b>24</b>
3.1	Güneş Enerjisi ve Teknolojilerine Genel Bakış.....	24
3.1.1	Fotovoltaik Güneş Teknolojisi.....	24
3.1.2	Isıl Güneş Teknolojileri.....	25
3.2	Dünyada Güneş Enerjisi Sektörü.....	27
3.2.1	Fotovoltaik (PV) Güneş Enerjisi Sektörü.....	27
3.2.2	Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi (CSP) Sektörü.....	29
3.2.3	Desertec Projesi.....	30
3.3	Türkiye’de Güneş Enerjisi.....	32
3.3.1	İkitelli Güneş Santrali.....	33
3.4	TR62 Çukurova Bölgesinde Güneş Enerjisi.....	33
3.4.1	Genel bakış.....	33
3.4.2	Andasol Güneş Santrali.....	35
3.4.3	Bölgedeki Gelişmeler.....	36
<b>4</b>	<b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>37</b>
	Kaynakça.....	40

## Şekiller Listesi

Şekil 1: Yenilenebilir enerjinin Dünya enerji tüketimi içindeki payı (2009).....	6
Şekil 2: Yenilenebilir enerji kurulu kapasitesinin Dünya elektrik üretimi içindeki payı (2010).....	7
Şekil 3: Dünya’da yenilenebilir enerji yatırımları (2004-2010).....	8
Şekil 4: Türkiye’de kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı (2011).....	11
Şekil 5: Elektrik üretim projeksiyonları (2010).....	12
Şekil 6: Dünya’da kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi.....	16
Şekil 7: En büyük 10 rüzgâr türbini üreticisinin pazar payları (2010).....	17
Şekil 8:Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli.....	19
Şekil 9: Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi (2002-2010).....	20
Şekil 10: Mersin RES.....	21
Şekil 11: Mersin ili kapasite faktörü dağılımı.....	23
Şekil 12: Mersin ili RES kurulabilir alanlar.....	23
Şekil 13: Adana ili kapasite faktörü dağılımı.....	23
Şekil 14: Adana ili RES kurulabilir alanlar.....	23
Şekil 15: Güneş pili (PV).....	25
Şekil 16: Doğrusal yoğunlaştırıcı kolektörler.....	26
Şekil 17: Parabolik çanak kolektörler ve merkezi alıcılı güneş ışıl elektrik santrali.....	26
Şekil 18: Dünya’da mevcut solar PV kapasitesi (1995-2010).....	27
Şekil 19: Dünya PV kapasitesinin ülkelere göre dağılımı (2010).....	28
Şekil 20: Ülkelerin PV pazar payları.....	29
Şekil 21: CSP kurulu güç gelişimi (2000-2050).....	30
Şekil 22: Desertec Haritası.....	31
Şekil 23: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası.....	32
Şekil 24: Mersin ve Adana İlleri Global Güneş Radyasyon Dağılımı.....	34
Şekil 25: Güneşlenme süresi (saat).....	35
Şekil 26: Global radyasyon değerleri (Kwh/m2-gün).....	35
Şekil 27: Mersin Greenway Güneş Santrali Projesi.....	36

## Tablolar Listesi

Tablo 1: Mevcut enerji üretim sistemlerinin çevresel etkileri.....	5
Tablo 2: Yenilenebilir kaynaklara dayalı yapılan elektrik üretiminin kapasite artışı ve kurulu kapasite (2010).....	8
Tablo 3: AB27’de yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki oranı hedefleri (2020).....	10
Tablo 4: Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarına uygulanan teşvikler.....	13
Tablo 5: 2010 yılı rüzgâr enerjisi kapasitesinde lider ülkeler.....	16
Tablo 6: Coğrafi bölgelere göre rüzgâr gücü yoğunluğu.....	19
Tablo 7: İller bazında işletme halinde olan RES sayıları ve kapasiteleri (Mart 2012).....	21
Tablo 8: İller bazında inşa halinde olan RES sayıları ve kapasiteleri (Mart 2012).....	22
Tablo 9: PV kapasitesine(artışlar-mevcut) göre ilk 5 ülke.....	28
Tablo 10: Türkiye’nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı.....	34

## 1 YENİLENEBİLİR ENERJİ

### 1.1 Yenilenebilir Enerji Kavramına Genel Bakış

Hızla artan dünya nüfusu ve sanayileşmeye paralel olarak artan enerji gereksinimi, gün geçtikçe azalan, kısıtlı geleneksel enerji kaynaklarıyla karşılanamamaktadır. Diğer taraftan, enerji ihtiyacının büyük bölümünü karşılayan fosil yakıtlar bugün çevre kirliliğinin önemli nedenlerinden biridir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda her yıl atmosfere yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt bileşikler, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır. Fosil yakıtları esas alan enerji kullanımı; yakıt konusunda dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri ve çevre sorunları gibi önemli olumsuzlukların yanında, dünya fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, sürekliliği nedeni ile sürdürülebilir olmasının yanında dünyanın her ülkesinde bulunabilmesi ile de büyük önem taşımaktadır. Ayrıca çevresel etkileri, yenilenemeyen enerji kaynaklarına oranla çok azdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut teknik ve ekonomik sorunların çözülmesi halinde 21. yüzyılda en önemli enerji kaynağı olacağı kabul edilmektedir (ÇKA, (2010)).

Tablo 1’de Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından yapılan hem fosil yakıtlar hem de yenilenebilir kaynaklara bağlı enerji üretiminin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi yer almaktadır. Buna göre, petrol, kömür ve doğalgaza bağlı enerji üretiminin olumsuz çevresel etkileri bu kaynaklardan uzaklaşma gereğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, yenilenebilir enerji türleri kendi aralarında kıyaslandığında güneş ve rüzgâr enerjisinin yalnızca fosil yakıtlara değil, diğer yenilenebilir kaynaklara kıyasla da daha temiz ve çevreye zararı olmayan enerji üretim türleri olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, güneş enerjisinin çevreye herhangi bir negatif etkisi olmazken, rüzgâr enerjisinin yalnızca gürültü kirliliği yarattığı görülmekte, sektörde gerçekleşen teknolojik yeniliklerle birlikte bu sorunun da ortadan kalkacağı görüşü öne çıkmaktadır.

Tablo 1: Mevcut enerji üretim sistemlerinin çevresel etkileri

	İklim Değişikliği	Asit Yağmurları	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Petrol						
Kömür						
Doğalgaz						
Nükleer						
Hidrolik						
Rüzgâr						
Güneş						
Jeotermal						

Negatif Etki

Kaynak: EİE

Son yıllarda yenilenebilir enerji piyasalarındaki değişimler, yatırımlar ve politika çerçevesi o kadar hızlı bir değişim göstermiştir ki, yenilenebilir enerji konusundaki hedeflerin de söz konusu değişimlere uyum sağlayacak şekilde revize edilmesi ihtiyacı doğmuştur. Öte yandan, yenilenebilir enerji sektörü bir bütün olarak düşünüldüğünde, birçok ülkede bu sektörde istihdam edilenlerin sayısının 100.000 kişiyi, yenilenebilir enerji sektörünün direkt olarak yarattığı istihdamın küresel olarak 3,5 milyonu bulduğu görülmektedir (REN21, (2011)).

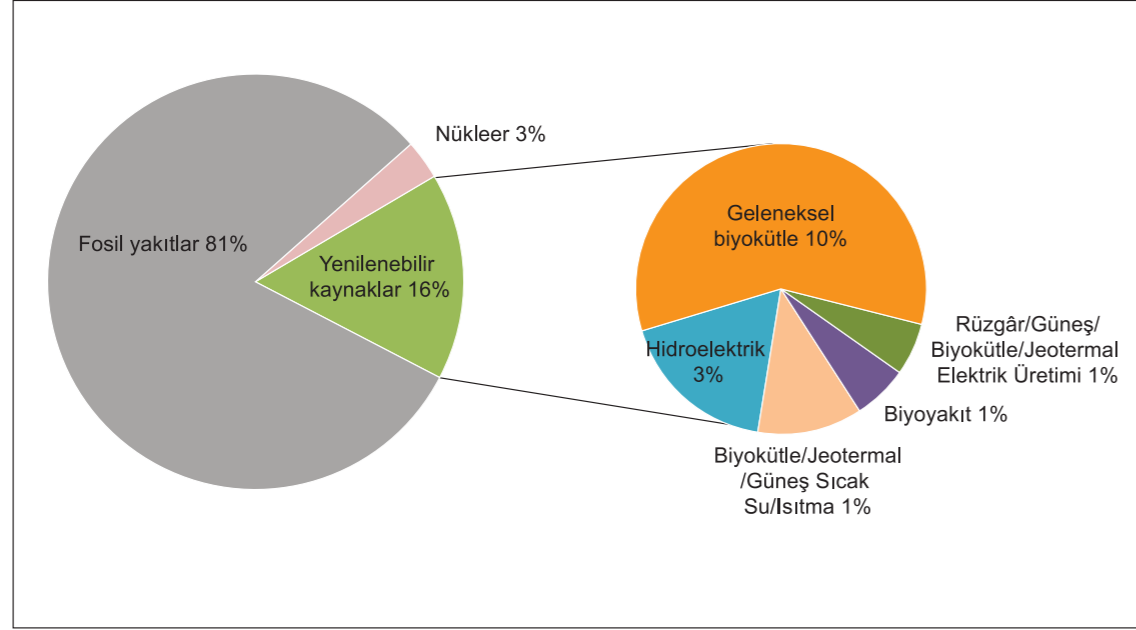
### 1.2 Dünya’da Yenilenebilir Enerji<sup>1</sup>

#### 1.2.1 Tüketim

Dünya enerji tüketimi 2009’da ekonomik durgunluğa bağlı olarak bir düşüş yaşamış, ancak 2010 yılında, %5,4 gibi geçmiş dönemlerde gerçekleşen ortalama artış oranlarının üstünde bir artış oranıyla tekrar eski durumunu yakalamıştır. Yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerji ise 2009 yılında herhangi bir düşüş yaşamadığı gibi elektrik, ısınma ve ulaştırma sektörlerinin tüketimleri içindeki payını arttırmaya devam etmiş ve 2010 yılı sonu itibarıyla küresel enerji tüketiminin %16’sını sağlamıştır (Şekil 1).

<sup>1</sup> Bu bölümde büyük ölçüde Renewable Energy Policy Network (REN21) tarafından hazırlanan ‘Renewables 2011 Global Status Report’ tan faydalanılmıştır.

Şekil 1: Yenilenebilir enerjinin Dünya enerji tüketimi içindeki payı (2009)

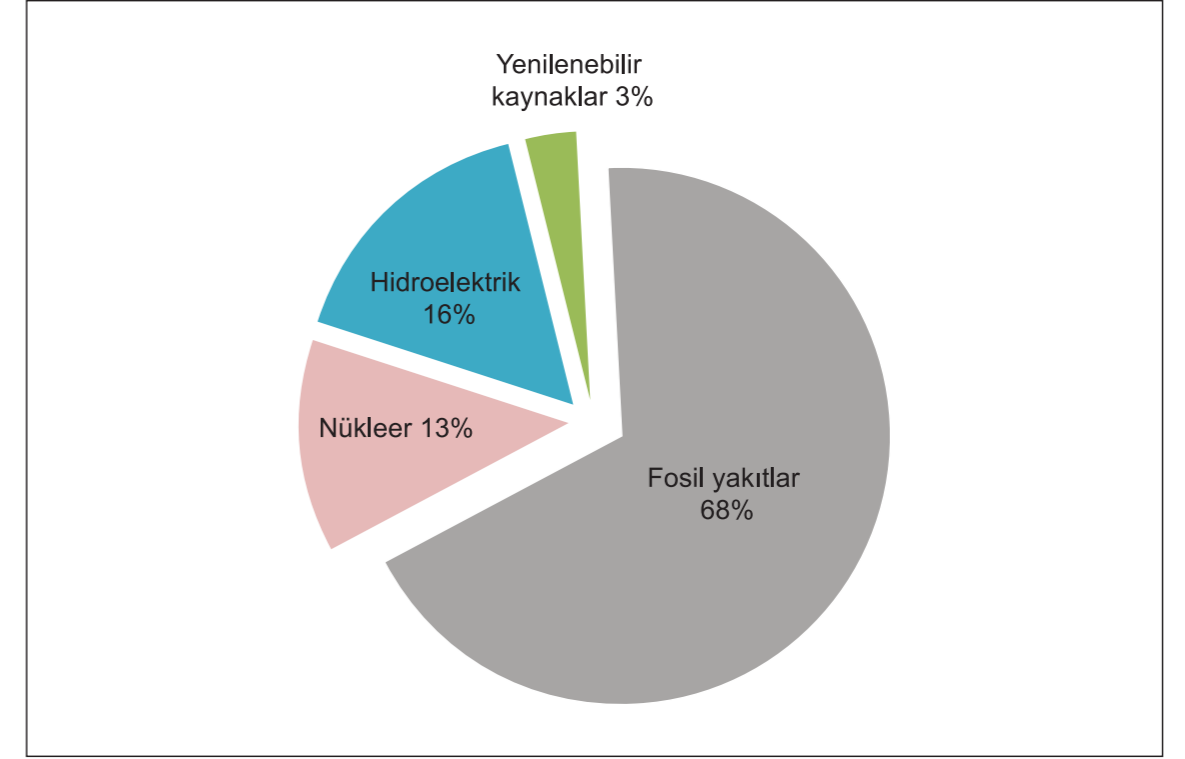


Kaynak: REN21, (2011)

### 1.2.2 Kurulu Kapasite

Şekil 2 2010 yılı sonu itibariyle Dünya'daki kurulu elektrik üretim kapasitesinin kaynaklarına göre dağılımını göstermektedir. Buna göre, elektrik üretim kapasitesi içinde küresel olarak en büyük paya fosil yakıtlar sahiptir. Fosil yakıtlardan sonra yine yenilenebilir kaynaklara dayalı bir elektrik üretim sistemi olan hidroenerji %16 paya sahiptir. Hidroelektrik dışı yenilenebilir kaynaklar ise Dünya elektrik üretim kapasitesinin yalnızca %3'ünü oluşturmaktadır.

Şekil 2: Yenilenebilir enerji kurulu kapasitesinin Dünya elektrik üretimi içindeki payı (2010)



Kaynak: REN21, (2011)

2010 yılı elektrik enerjisi kapasitesinde gerçekleşen toplam 194 gigawatt(GW)lık artışın yaklaşık yarısı yenilenebilir kaynaklara bağlı elektrik üretimindeki kapasite artışına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Yine 2010 yılı sonu itibariyle Dünya'daki toplam elektrik arzının yaklaşık %20'si ve toplam enerji arzının %25'i yenilenebilir kaynaklar yoluyla elde edilmiştir. Hidroelektrik dışarıda bırakıldığında, Dünya'daki toplam yenilenebilir enerji kapasitesinin 2009 yılında 250 GW olan değeri, 2010 yılında 312 GW'a ulaşmıştır. Yenilenebilir kaynaklar arasında en büyük kapasite artışı rüzgâr enerjisinde yaşanmış; 2010 yılında toplam rüzgâr enerjisi kapasitesi 30 GW artmıştır. Hidroelektrik dışı yenilenebilir enerji kapasitesi göz önüne alındığında Dünya'daki en yüksek yenilenebilir enerji kapasitesine sahip 5 ülke Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin, Almanya, İspanya ve Hindistan'dır. 1990'ların sonunda yalnızca birkaç ülkede ticarileştirilmiş şekilde kullanılan rüzgâr enerjisi, günümüzde 83 ülkede bulunmaktadır. Piyasalardaki ve üretimdeki artan coğrafi çeşitlilik yenilenebilir enerjinin ülkelerin politikaları ya da piyasalardaki değişikliklerden daha az etkilenmesini sağlamaktadır.

**Tablo 2: Yenilenebilir kaynaklara dayalı yapılan elektrik üretiminin kapasite artışı ve kurulu kapasite (2010)**

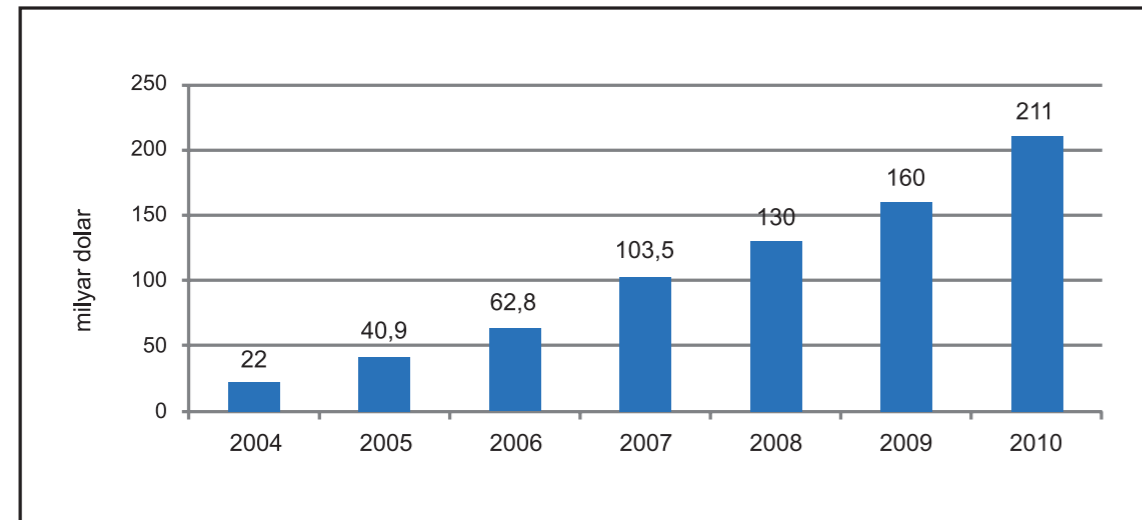
Enerji Kaynakları	2010 yılında eklenen kapasite (GW)	2010 yılı sonu itibariyle kurulu kapasite (GW)
Rüzgâr enerjisi	39	198
Biyokütle	4	62
Güneş enerjisi	17,5	41,1
Jeotermal	0,2	11
Hidroenerji	30	1010
Deniz kaynaklı enerjiler	>0	0,3

Kaynak: REN21, (2011)

2005-2010 döneminde, Dünya'daki yenilenebilir enerji sektörü destekleyici sektörleriyle bir arada değerlendirildiğinde yıllık %15-%50 aralığında artış oranlarında büyüme göstermiştir. Rüzgâr enerjisi teknolojileri en büyük büyümeyi gösterirken rüzgâr enerjisini hidroelektrik ve güneş enerjisi takip etmiştir. Söz konusu destekleyici sektörler arasında en dikkat çekici büyümeyi gösterenler ekipman imalatı ve kurulum olmuştur. Rüzgâr türbinleri ve biyoyakıt işleme teknolojilerinin fiyatlarındaki düşüşler de büyümeyi hızlandıran faktörler olarak ortaya çıkmıştır.

### 1.2.3 Yatırımlar

Yenilenebilir enerji sektörüne yapılan toplam yatırım 2004 yılından bu yana sürdürdüğü istikrarlı artışı devam ettirerek 2009 yılında 160 milyar dolarken, 2010 yılında 211 milyar dolar seviyesine ulaşmıştır (Şekil 3).

**Şekil 3: Dünya'da yenilenebilir enerji yatırımları (2004-2010)**

Kaynak: REN21, (2011)

2010 yılında en fazla yenilenebilir enerji yatırımının yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin, Almanya, ABD, İtalya ve Brezilya'dır. 2010 yılında ilk defa gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji firmaları tarafından yapılan

yatırımlar ve santral tipi yatırımlar gelişmiş ülkelerdekinden daha fazla olmuştur. Ancak, küçük ölçekli projeler ve Ar-Ge yatırımları göz önüne alındığında gelişmiş ülkelerdeki yatırımların hala gelişmekte olan ülkelere göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Çin'de tek başına 49 milyar dolarlık yatırım yapılmış, ve bu yatırım miktarıyla Çin gelişmekte olan ülkelere yapılan toplam yatırımın yaklaşık %65'ini; Dünya'da yapılan toplam yatırımın ise yaklaşık %35'ini oluşturmuştur.

Gelişmekte olan ülkelerdeki yatırım miktarı gelişmiş ülkelere göre fazla olmakla birlikte bazı gelişmiş ülkelerde yapılan yenilenebilir enerji yatırımlarının artış oranları lider ülkelerin önüne geçmiştir. Örneğin, 2010 yılında Belçika, Kanada ve İtalya'da yapılan yenilenebilir enerji yatırımları sırasıyla %40, %47 ve %248 oranlarında artmıştır. İtalya yenilenebilir enerji yatırım miktarına göre 2009 yılında Dünya'da 9. sırada yer alırken, özellikle güneş enerjisi yatırımlarına sağladığı tarife garantisi uygulamasıyla birlikte, 2010 yılında 3. sıraya yükselmiştir.

### 1.2.4 Politika Çerçevesi

Yenilenebilir enerji yatırımlarını destekleyen politikalar geliştiren ülkelerin sayısı 2010 yılı itibariyle artış göstermiştir. 1980 ve 1990'larda çok az sayıda ülkenin yenilenebilir enerjiyi destekleyen politikaları mevcutken, 1998-2011 döneminde çok fazla ülkede hem merkezi yönetim düzeyinde, hem de eyalet, il ve kent düzeyinde yenilenebilir enerjiyi destekleyen politikalar geliştirilmiştir. Özellikle 2005-2011 döneminde yenilenebilir enerji konusunda bir şekilde politika çerçevesi geliştiren, düzenleme yapan ya da hedef koyan ülke sayısı iki katından fazla sayıya ulaşmıştır.

Söz konusu düzenlemeler hangi düzeyde yapılmış olursa olsun yenilenebilir enerji piyasalarının gelişmesinde ve yatırımların artmasında büyük rol oynamıştır. Ancak, bu politikaların varlığı kadar içerikleri ve uygulamaları da önem arz etmektedir. Birçok başka sektörde olduğu gibi yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösteren aktörler de istikrarlı, uzun vadeli ve etkili politikalara ihtiyaç duymaktadır. Tek bir politika aracının uygulandığı örneklere kıyasla birkaç farklı politika aracının bir arada kullanıldığı örneklerin (bir yandan destekleyici bir eğitim programı yürütülürken bir yandan sektörel teşvikler sağlanması vb.) daha başarılı düzenlemeler olduğu görüşü ağır basmaktadır.

Tarife garantisi<sup>2</sup> (feed-in tariff) en yaygın kullanılan politika aracı olma özelliğini göstermekte ve halihazırda dünyada 61 ülkede ve 26 eyalette uygulanmaktadır. Türkiye de tarife garantisi politikasının uygulandığı ülkelere bir tanesidir.

<sup>2</sup> Tarife garantisi yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini teşvik etmeye ve bu alanda yapılan yatırımlara hız kazandırmaya yönelik bir politikadır. Genellikle, rüzgâr ve hidroelektrik santralleri daha düşük teşvikler alırken, güneş enerjisi ve dalga enerjisi gibi teknolojiler yatırım ve bakım maliyeti yüksekliği sebebiyle daha yüksek teşvikler alabilmektedir.

### 1.2.4.1 Avrupa Birliği (AB)'nde Yenilenebilir Enerji

AB'de de enerji ihtiyacı tüm dünyada olduğu gibi büyük ölçüde fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Ancak, rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde edilmesine yönelik teşvikler artmakta ve çeşitlenmektedir. 2009/28 sayılı Avrupa Komisyonu Yenilenebilir Enerji Yönergesi AB üyesi 27 ülkenin her biri için 2020 yılı için ayrı ayrı yenilenebilir enerji kullanım oranı hedefleri koymuştur. Söz konusu hedef AB27 için %20 olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Yönergeye göre, üye ülkeler yenilenebilir enerjiye sağladıkları teşvikler yoluyla 2020 yılı hedeflerine ulaşmakla yükümlüdür.

**Tablo 3: AB27'de yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki oranı hedefleri (2020)**

Ülkeler	Yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki oranı (%)
İsveç	49
Letonya	40
Finlandiya	38
Avusturya	34
Portekiz	31
Danimarka	30
Estonya	25
Slovenya	25
Romanya	24
Fransa	23
Litvanya	23
İspanya	20
Almanya	18
Yunanistan	18
İtalya	17
Bulgaristan	16
İrlanda	16
Polonya	15
Birleşik Krallık	15
Hollanda	14
Slovakya	14
Belçika	13
Çek Cumhuriyeti	13
Macaristan	13
Lüksemburg	11
Malta	10
AB27	20

Kaynak: Avrupa Komisyonu 2009/28 Yenilenebilir Enerji Yönergesi

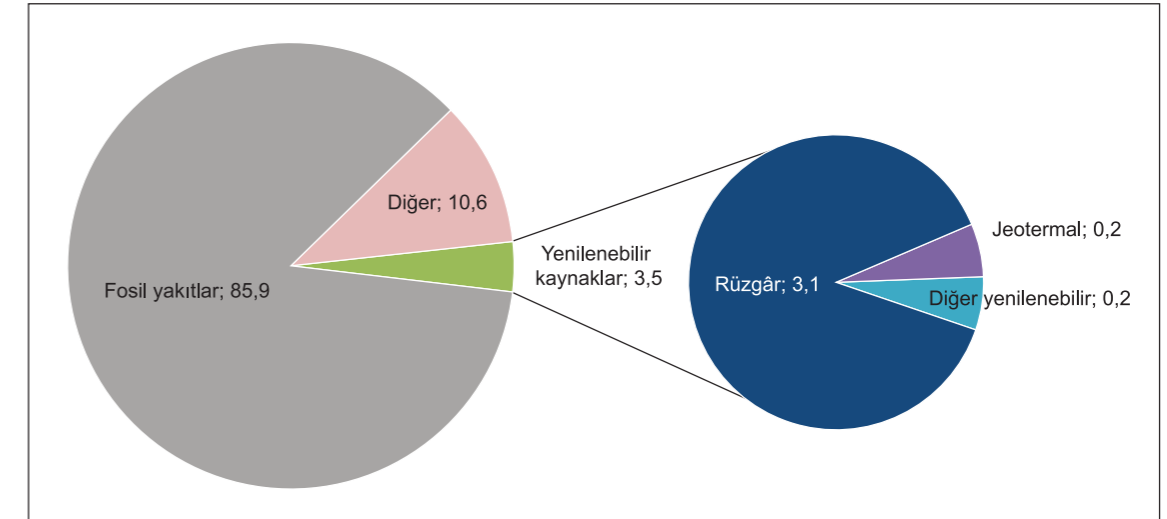
<sup>3</sup> Enerji tüketimi içindeki oran hedeflerine göre sıralanmıştır.

AB üyelik sürecinde olan ülkemizin de yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretme konusunda mevzuatını ve yatırım ortamını söz konusu yönergeyle uyumlu olacak şekilde düzenlemesi beklenmektedir. Bu doğrultuda AB müktesebatı fasıl başlıklarından biri olan Enerji başlığı altında yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konuları önem arz etmektedir. Türkiye 1.3 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji bölümünde de ele alındığı gibi enerji politikalarını yönergeyle uyumlu bir şekilde revize etmekte ve yasal düzenlemeler yapmaktadır.

### 1.3 Türkiye'de Yenilenebilir Enerji

Şekil 4'te görüldüğü gibi Türkiye'de kurulu enerji gücünün yaklaşık %86'sını fosil yakıtlar oluşturmakta ve söz konusu enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılık ülke ekonomisini baskı altında tutmaktadır. 2010 yılında Türkiye birincil enerji arzının %73'ünü ithal etmiştir<sup>4</sup>. Oysaki Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok elverişli bir coğrafi yapıya sahip olup başlıca yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidrolik enerji, biyokütle, rüzgâr, biyogaz, jeotermik ve güneş enerjisi gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından bu kadar zengin bir potansiyele sahip olunmasına rağmen, 2011 yılında toplam kurulu enerji kapasitesinin %14'ünü yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmuştur. Türkiye'de yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji üretiminde en büyük paya sahip olan alt sektör hidroelektrik olup, hidroelektrik dışında kalan yenilenebilir kaynaklar toplam enerji kapasitesinin yalnızca %3,5'ünü oluşturmaktadır. Hidroelektrik dışındaki yenilenebilir enerji kaynakları arasında en büyük paya rüzgâr enerjisi sahiptir ve rüzgâr enerjisi yıllar içinde payını arttırmaya da devam etmektedir.

**Şekil 4: Türkiye'de kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı (2011)**



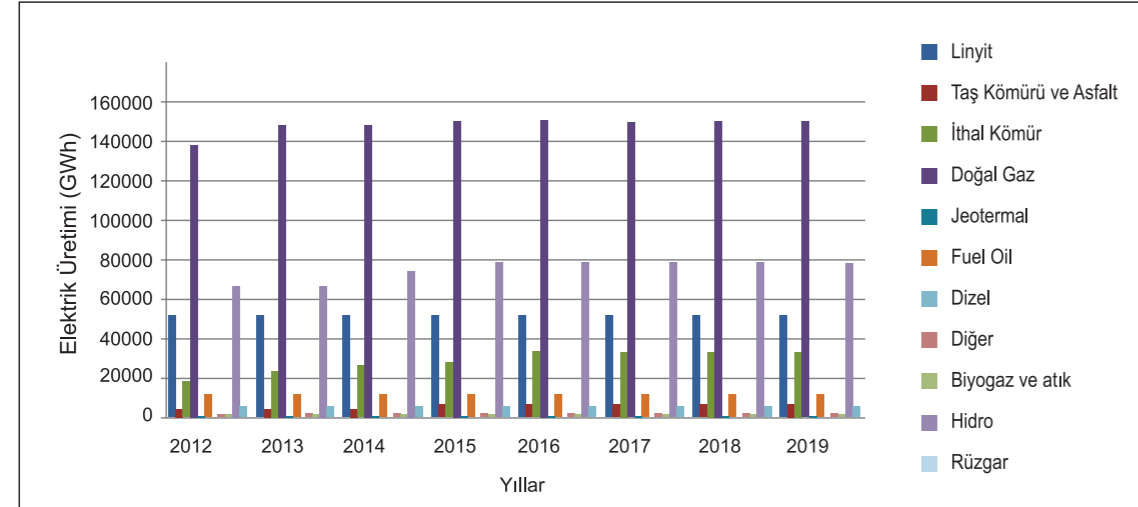
Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2011)

<sup>4</sup> WWF, (2011), Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye



Dünya genelinde kişi başına düşen yıllık ortalama elektrik tüketimi 2376 kWh/kişi yıl iken Türkiye ortalaması, kaçak ve kayıplar dışında, net 1281 kWh/kişi yıl düzeyindedir (ÇKA, (2010)). Bununla birlikte Türkiye’de artan nüfus, refah seviyesi ve mevcut eğilimlere bağlı olarak elektrik talebinin 2019 yılına kadar %7 oranında artış göstereceği öngörüsünde bulunmaktadır. Elektrik üretimi projeksiyonlarının elektrik üretim türlerine göre dağılımı Şekil 5’te görülmektedir. Buna göre 2013 yılına kadar fosil yakıtlardan sağlanan elektriğin oranının arttırılmayacağı, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının ise arttırılacağı öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında en büyük paya sahip olan hidroelektrik yatırımları 2019 yılına kadarki öngörülerde de en büyük paya sahip olacak olup, 2013 yılı sonuna kadar 2000 MW ek kurulu güce sahip hidroelektrik santrallerinin (HES) tamamlanacağı öngörüsünde bulunmaktadır (WWF Türkiye, (2011)).

Şekil 5: Elektrik üretim projeksiyonları (2010)



Kaynak: TEİAŞ (2010)

Türkiye’de yenilenebilir enerji konusundaki politika çerçevesini öncelikle 5346 sayılı ‘Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’ çizmektedir. Bu kanun kapsamında;

- yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması,
- bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması,
- kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı salımlarının azaltılması,
- atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve
- bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi

hedeflenmektedir.

Bu kanunla sağlanan destekleme ve tarife garantisi ile birlikte hidrolik, jeotermal, rüzgâr, biyogaz ve güneş enerjisine yönelme beklenmektedir. Söz konusu düzenlemeyle rüzgâr, jeotermal, biyokütle,

biyogaz ve güneş enerjisi yatırımlarının ilk 10 yıllık işletimi için teknoloji odaklı tarife garantisi benimsenmiştir. En yüksek teşvik biyokütle ve güneş enerjisine dayalı üretim tesislerine verilirken, en düşük teşvik hidroenerji ve rüzgâr enerjisine dayalı üretim yapan tesislere verilmektedir (Tablo 4). Ayrıca, yerli ekipman kullanıldığı durumlarda ekstra teşvikler sağlanacağı vurgulanmıştır.

Tablo 4: Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarına uygulanan teşvikler

Üretim Tesisi Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD dolar cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
<b>Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	<b>7,3</b>
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütle dayalı üretim tesisi	13,3
<b>Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi</b>	<b>13,3</b>

Öte yandan, küçük ölçekli ve verimli elektrik üretimini desteklemek amacıyla, Resmi Gazete’de yayımlanan 09.07.2008 tarih ve 5784 sayılı kanunun 3. maddesiyle “yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı, kurulu gücü azami 500 KW üretim tesisi ile mikro kojenerasyon tesisi kuran gerçek ve tüzel kişilerin lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf olduğuna ilişkin bir düzenleme yapılmıştır.

2009 yılında oluşturulan ‘Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi’nde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimindeki payının artırılması hedeflenmektedir. Bu yolla, ithal yakıtlar öncelikli olmak üzere fosil yakıtların toplam elektrik üretimi içindeki payı azalacak ve yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasıyla sera gazı salım seviyelerinin düşmesi ve düşük karbonlu kalkınmanın sağlanmasına katkı sağlanacaktır.

Türkiye’de yapılan söz konusu yasal düzenlemeler sonucunda;

- Yenilenebilir enerji yatırımları artmış,
- Yerli üretime ek teşvikler sağlanmış,
- Rüzgâr enerjisi yatırım hızında Dünya’da ikinci sıraya gelinmiş,
- 59 jeotermal sahası özel sektöre devredilmiş,
- 2011 yılı içinde devreye giren santrallerin toplam kapasitesinin yarısından fazlasını yenilenebilir enerji santralleri oluşturmuş ve
- Enerji Piyasası Denetleme Kurulu (EPDK)’na yapılan lisans başvurularının yarısı yenilenebilir enerji başvurularından oluşmuştur.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın 2010-2014 Stratejik Planı’na göre Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşunun 100. yılı olan 2023 yılına kadar;

- Yenilenebilir enerjinin toplam elektrik kapasitesi içindeki payını %30’a çıkarmak ve
- **Rüzgârda 20.000 MW, güneşte 3000 MW** ve jeotermalde 600 MW kapasiteye ulaşmak

hedeflenmektedir.

Yine bu stratejik plana göre, “Türkiye’nin 2020 yılındaki enerji ihtiyacının karşılanması için gerekli olan yatırım tutarı 120 milyar doları aşmaktadır. Söz konusu ihtiyacın özel sektör yatırımlarıyla karşılanması öngörülmektedir. Bu nedenle enerji piyasasının daha da serbestleşmesi için yasal düzenlemelerin oluşturulması planlanmaktadır”<sup>5</sup>.

### 1.3.1 Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Yatırım Süreçleri

Lisanslı rüzgâr ve güneş enerjisi tesisi kurulum süreçleri benzerlik göstermektedir. Yatırım kararını alan firma yer seçimini yaptıktan sonra seçilen sahada 6 ay ölçüm yaptıktan sonra kalan 6 ayın da verilerini Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin ederek, bir yıllık veri elde etmiş olur. Sahada yapılan ölçümler 22.02.2012 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan ‘Rüzgar ve Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularına İlişkin Ölçüm Standardı Tebliği’ne uygun olarak yapılmaktadır. Sahanın rüzgâr ve güneşlenme ortalamaları belli olduktan sonra bu ölçümlere uygun ekipman seçimi de yapıp fizibilite raporları hazırlanarak Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK)’na sunulur. Yeni lisans başvurularının kabul edileceği tarih Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliğinin 7. maddesinin 6. fıkrası uyarınca EPDK Kararı ile belirlenir.

Aynı bölgede ve aynı kaynak için birden fazla başvuru olması durumunda rekabet koşulları EPDK tarafından ‘Elektrik Enerjisi Üretmek Amacıyla Aynı Bölge ve Aynı Kaynak İçin Yapılmış Birden Fazla Lisans Başvurusu Olması Halinde Seçim Yapılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ’e uygun olarak sağlanır. Bu doğrultuda, temel başvuru kriterlerini sağlamış olan tüzel kişilikler kapalı zarf usulüyle tekliflerini EPDK içinde oluşturulmuş olan komisyona sunarlar ve en yüksek teklifi veren firma lisansı almaya hak kazanır.

<sup>5</sup> WWF, (2011), Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye

## 2 RÜZGÂR ENERJİSİ

### 2.1 Rüzgâr Enerjisi Kavramına Genel Bakış

Rüzgâr enerjisi, temiz, iklim değişikliği sorununa çözüm olabilecek, enerji güvenliğini sağlayan ve enerjini arzını çeşitlendiren, yakıt maliyeti olmayan, dolayısıyla yakıt ithalini önleyen, kaynak tükenmesi riski olmayan bir enerji kaynağıdır. Bu özellikleriyle rüzgâr enerjisi geleneksel yakıtların aksine, enerji güvenliği açısından yakıt maliyetlerini ve uzun dönemli yakıt fiyatı risklerini eleyen ve ekonomik, politik ve tedarik riskleri açısından diğer ülkelere bağımlılığı ortadan kaldıran yerli ve her zaman kullanılabilir bir kaynaktır. Öte yandan, kurulumu modüler olduğundan hızlı bir şekilde altyapısı geliştirilebilir, santral tipi tesisler kadar ev tipi uygulamaları da mümkündür ve kurulan rüzgâr enerjisi santralleri içinde ve çevresinde tarım ve sanayi faaliyetleri devam ettirilebilir. Dolayısıyla, rüzgâr enerjisi kırsaldaki elektrik altyapısının geliştirilmesine de katkı sağlayabilecek bir enerji türüdür (EİE).

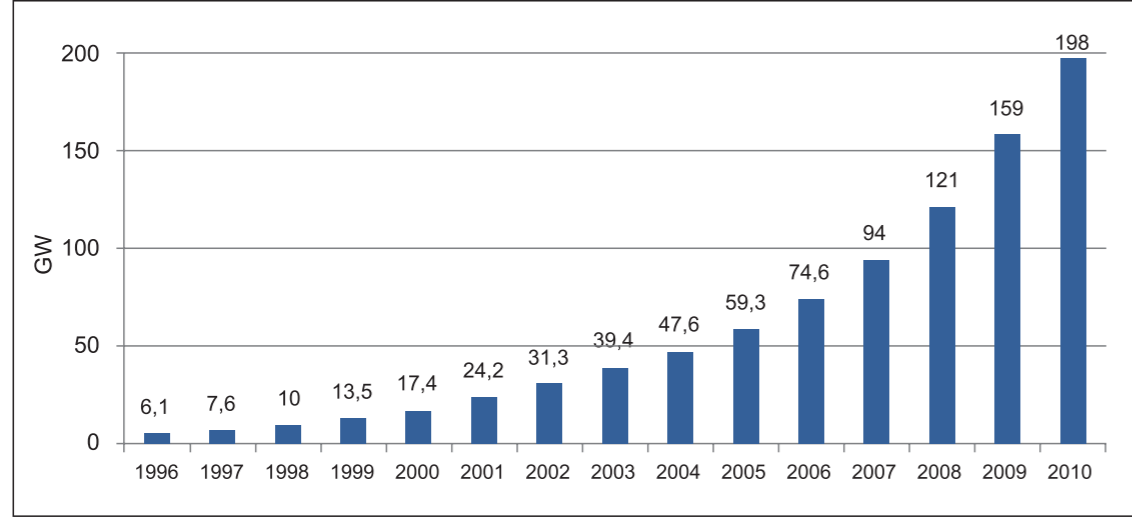
Rüzgâr enerjisindeki kayda değer büyümelerin Avustralya, Kanada, Çin, Fransa, Hindistan, İtalya, Filipinler, Polonya, Türkiye, İngiltere ve ABD piyasalarında olması beklenmektedir (EİE). Bu piyasaların bazıları rüzgâr enerjisi konusunda Dünya’da lider konumda olduğu gibi, Türkiye ve Polonya gibi ülkelerde ise var olan potansiyelin çeşitli teşvik mekanizmaları yoluyla harekete geçirilmesi sektördeki büyümeyi sağlayacaktır.

Teknik olarak kullanılabilir toplam hazır küresel rüzgâr kaynağı, tahmin edilen toplam dünya elektrik talebinin iki mislinden daha büyüktür. Dünya rüzgâr kaynağı 53 TWh/yıl olarak hesaplanmakta, 2020 yılında dünya elektrik talebinin ise 25,6 TWh/yıl olacağı öngörülmektedir (EİE).

### 2.2 Dünya’da Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi kapasitesi 2010 yılında 2009 yılındaki seviyesini korurken, 39 GW’lık bir kapasite artışı sağlanmıştır ve bu artış diğer bütün yenilenebilir enerji türlerindeki kapasite artışından daha fazla olmuştur. 2009-2010 yılları arasındaki rüzgâr enerjisi kapasitesindeki artış oranı %24 olup, 2010 yılı sonu itibarıyla kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi 198 GW’a ulaşmıştır (Şekil 6).

Şekil 6: Dünya’da kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi



Kaynak: REN21, (2011)

2010 yılında 52 ülke rüzgâr enerjisi kapasitesini artırmış ve 2010 yılı sonu itibariyle Dünya’da toplam 83 ülke rüzgâr enerjisini ticarileştirilmiş bir biçimde kullanmaya başlamıştır. 2010 yıl sonu itibariyle mevcut toplam rüzgâr enerjisi kapasitesi küresel elektrik tüketiminin %2-2,5’luk kısmını karşılayacak düzeydedir. Yenilenebilir enerji sektörü genelinde olduğu gibi rüzgâr enerjisi kapasitesinin de büyük bir kısmı gelişmekte olan ülkelerdeki artışa bağlı olarak gerçekleşmiştir. Çin, Dünya’daki toplam rüzgâr enerjisi kapasitesinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır.

Tüm bu gelişmelere rağmen, küresel rüzgâr enerjisi pazarı 2010 yılında çok büyük bir artış göstermemiştir. Bu durumun sebepleri arasında küresel ekonomik krizin etkilerinin görüldüğü ABD ve Avrupa pazarlarında sektörün büyümesinin yavaşlaması, söz konusu pazarlardaki politik belirsizlikler ve ekonomik kriz nedeniyle finansal kaynaklara erişimin kısıtlı hale gelmesi ve elektrik talebinin azalması sıralanabilir. Bu durum ilk defa rüzgâr enerjisi kapasitesi artışında liderliğin ABD ve Avrupa gibi rüzgârın geleneksel pazarları yerine gelişmekte olan ülkelerde olmasına neden olmuştur.

Tablo 5: 2010 yılı rüzgâr enerjisi kapasitesinde lider ülkeler

Sıra	2010 yılındaki kapasite artışı	2010 yılı sonu itibariyle kurulu kapasite
1	Çin	Çin
2	ABD	ABD
3	İspanya	Almanya
4	Almanya	İspanya
5	Hindistan	Hindistan

Kaynak: REN21, (2011)

Dünya’da rüzgâr enerjisi sektöründe yeni ortaya çıkmaya başlayan pazarlar da bulunmaktadır. Örneğin, Latin Amerika’da 2010 yılında toplam kurulu kapasite %54 oranında artmıştır. Bununla birlikte, Latin Amerika

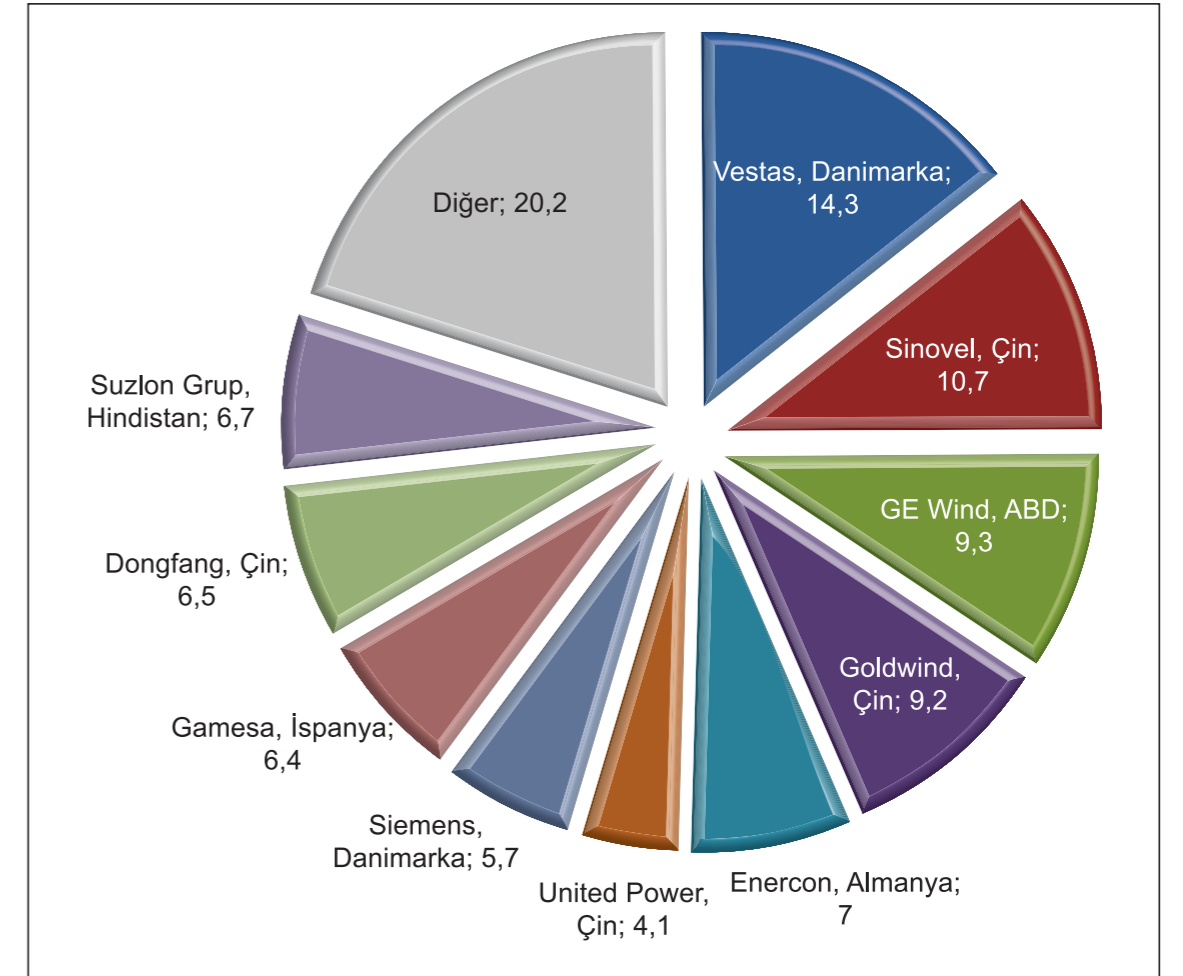
hala Dünya rüzgâr enerjisi kapasitesinin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Aynı durum Afrika ve Orta-doğu için de geçerlidir.

Büyük ölçekli rüzgâr enerjisi santrali yatırımlarının yanında, yerel düzeyde rüzgâr enerjisi kullanımını artırmaya yönelik farkındalık ve yaygınlaştırma projeleri ile kırsaldaki elektrik ihtiyacını karşılama ihtiyacından doğan küçük ölçekli rüzgâr türbini yatırımları ve düşük maliyetli şebeke bağlantılı sistemler gibi yeni alanlara olan ilgi artmaktadır. 2010 yılında ABD’nin küçük ölçekli türbin kapasitesi yaklaşık 0,02 GW artarken, İngiltere’de %65 oranında artıp, 0,04 GW seviyesine ulaşmıştır. 2009 yılı sonu itibariyle Çin’deki küçük ölçekli rüzgâr türbinleri 1,5 milyon kişinin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır<sup>6</sup>.

### 2.2.1 Rüzgâr Enerjisi Sektörü<sup>7</sup>

Rüzgâr enerjisi sektörünün üretim hacimleri 2010 yılında 2009 yılı seviyelerini korurken, sektörün üretim kapasitesi gelişmiştir. Dünya’daki en büyük 10 rüzgâr türbini üreticisi (Şekil 7) arasında en çok Çin menşei firmaların yer aldığı görülmektedir. Yine de sektörde en büyük paya sahip olan firma Danimarka menşei Vestas firmasıdır.

Şekil 7: En büyük 10 rüzgâr türbini üreticisinin pazar payları (2010)



Kaynak: REN21, (2011)

<sup>6</sup> World Wind Energy Association (WWEA) (2012), 2012 Small Wind World Report

<sup>7</sup> Bu bölümde büyük ölçüde Renewable Energy Policy Network (REN21) tarafından hazırlanan ‘Renewables 2011 Global Status Report’tan faydalanılmıştır.

Sektörün lider firmaları olan Vestas, Gamesa, Hansen ve GE Wind 2010 yılı için satış tahminlerini düşük tutmuşlardır. Firmalar büyüme fırsatlarını daha çok Çin ile Brezilya, Türkiye ve Bulgaristan gibi yeni gelişen pazarlarda aramaya başlamıştır. Örneğin GE Wind firması Brezilya'ya rüzgâr türbini satışına başlamış, Gamesa Çin'deki yatırımlarını üç katına çıkarma kararı almış, Repower ve Suzlon firmaları ise Türkiye'ye ve Bulgaristan ile anlaşmalar imzalamışlardır.

Çin'deki istikrarlı politik düzenlemeler sonucunda Sinovel, Goldwind, Dongfang ve United Power firmaları işgücü ve üretim maliyetlerini düşürmüş ve bu sayede 2010 yılındaki büyümeleri hızlı ve güçlü olmuştur. Öte yandan, söz konusu firmalar Ar-Ge faaliyetlerini de sürdürerek Avrupa ve Amerika'daki rakipleriyle aralarındaki teknolojik farkı kapatmaya başlamıştır.

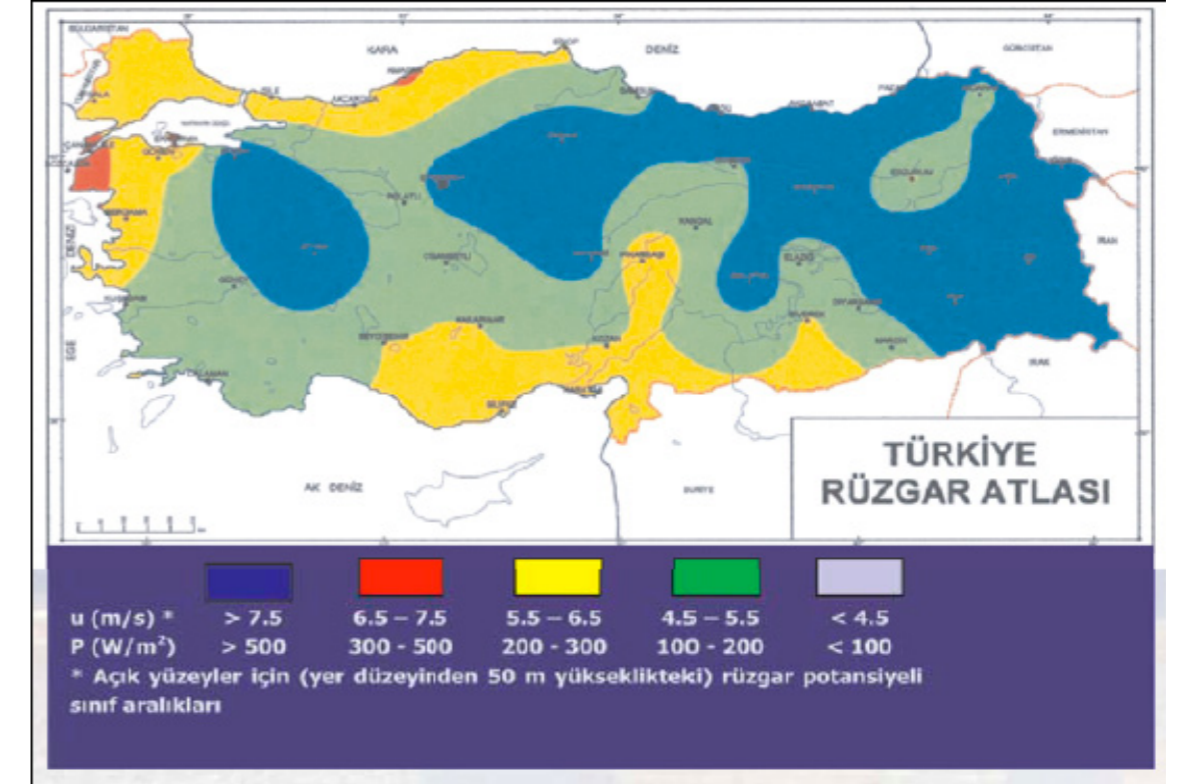
2010 yılında Avrupa'da yenilenebilir enerji sektörü özellikle denizde rüzgâr enerjisi üretme teknolojileri ve Doğu Avrupa ülkelerindeki yeni ve hızlı rüzgâr enerjisi proje gelişimine odaklanmıştır.

## 2.3 Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi

### 2.3.1 Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Türkiye rüzgâr enerji potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla EİE ve DMİ işbirliği ile hazırlanan Türkiye rüzgâr atlası bölgelerin rüzgâr enerjisi potansiyelini göstermektedir. Atlas ve veriler incelendiğinde Çukurova Bölgesi'nin rüzgâr enerjisi yönünden oldukça zengin bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 8: Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli



Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Türkiye'de 10 m yükseklikteki yıllık ortalama rüzgâr hızı ve güç yoğunluğu açısından en yüksek değer 3,29 m/sn ve 51,91 W/m<sup>2</sup> ile Marmara Bölgesi'nde saptanmıştır. En düşük değer ise, 2,12 m/sn hız ve 13,19 W/m<sup>2</sup> güç yoğunluğu ile Doğu Anadolu Bölgesi'ndedir. Türkiye'nin %64,5'inde rüzgâr enerjisi güç yoğunluğu 20 W/m<sup>2</sup>'yi aşmazken, %16,11'inde 30-40 W/m<sup>2</sup> arasında, %5,9'unda 50 W/m<sup>2</sup>'nin ve %0,08'inde de 100 W/m<sup>2</sup>'nin üzerindedir (ÇKA, (2010)).

Tablo 6: Coğrafi bölgelere göre rüzgâr gücü yoğunluğu

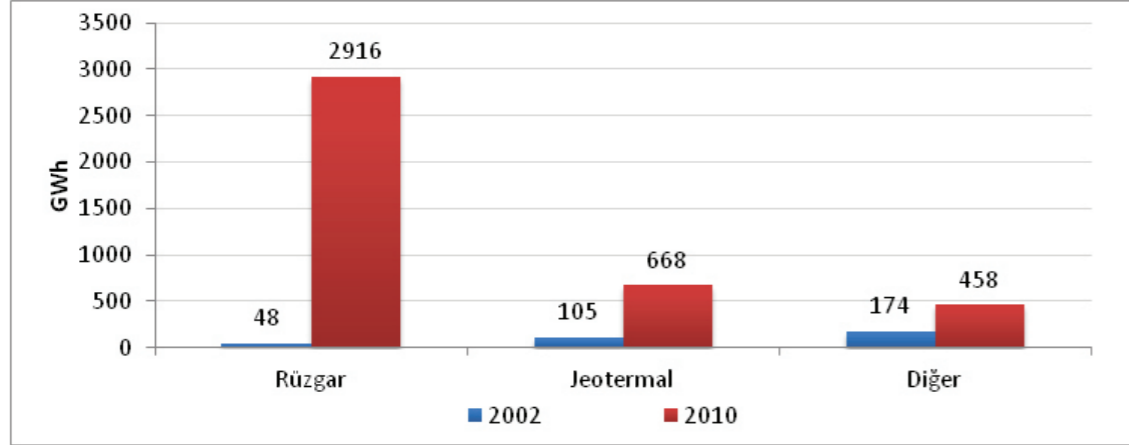
Bölge Adı	Ortalama rüzgâr gücü yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> )
Marmara Bölgesi	51,91
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	29,33
Ege Bölgesi	23,47
<b>Akdeniz Bölgesi</b>	<b>21,36</b>
Karadeniz Bölgesi	21,31
İç Anadolu Bölgesi	20,14
Doğu Anadolu Bölgesi	13,19

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

### 2.3.2 Türkiye'deki Rüzgâr Enerjisi Kapasitesi

2002-2010 yılları arasında rüzgâr enerjisi kaynaklı elektrik üretimi Türkiye'deki diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında çok daha büyük bir artış göstermiş, 2002 yılında 48 GWh olan ve diğer yenilenebilir enerji türlerinden çok daha düşük olan rüzgâr enerjisi üretimi miktarı, 2010 yılında 2916 GWh değerine ulaşmış ve hidroenerji dışındaki en büyük yenilenebilir enerji türü haline gelmiştir.

Şekil 9: Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi (2002-2010)



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Türkiye'de mevcut rüzgâr enerjisi kapasitesi rüzgâr enerjisi santrallerinden (RES) sağlanmaktadır. Söz konusu santrallerin tamamı özel sektör yatırımlarıdır ve Şekil 8'de de görülen rüzgâr enerjisi potansiyeline en fazla sahip olan bölgelerde yer almaktadırlar. RESlerin yer seçimleri yapılırken rüzgâr gücü yoğunluğunun yanında başka kriterler de göz önüne alınmaktadır. Bu kriterler aşağıdaki gibidir:

- Topoğrafya
- Altyapı
- Arazi kullanımı
- Çevresel değişkenler (EİE)

Türkiye'de kurulu RES'lerin toplam kapasitesi 1806,15 MW olup, inşa halinde olan RES projelerinin öngörülen 517,55 MW kapasitesi eklendiğinde, toplam 2323,7 MW rüzgâr enerjisi kapasitesine ulaşılabilecektir. Rüzgâr enerjisinde en büyük üretim kapasitesine sahip şirketler sırasıyla 240 MW ile Bilgin Enerji, 222 MW ile Demirer Holding ve 154 MW ile Aksa Enerji şirketleridir<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> <http://www.yesilekonomi.com/dosyalar/iste-enerjinin-en-buyukleri>

### 2.4 TR62 Çukurova Bölgesi'nde Rüzgâr Enerjisi

Türkiye'de en yüksek kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesine sahip olan il Balıkesir olup, Balıkesir'i Manisa ve İzmir takip etmektedir. Mersin'in Mut ilçesinin Özlü Köyü mevkiinde işletme halinde olan, 33 MW kapasiteli, Ağaoğlu Enerji Grubu şirketi Akdeniz Elektrik Üretim A.Ş.'ye ait 'Mersin RES' isimli bir adet RES bulunmaktadır (Tablo 7). Mersin RES projesinin lisansı 2003 yılında alınmış, tesis işletmeye 2009 yılında geçmiştir.

Tablo 7: İller bazında işletme halinde olan RES sayıları ve kapasiteleri<sup>9</sup> (Mart 2012)

Sıra	İller	Tesis sayısı	Türbin sayısı	Kurulu kapasite
1	Balıkesir	9	180	422,1
2	Manisa	6	231	346
3	İzmir	10	174	312,9
4	Hatay	4	55	138,5
5	Osmaniye	1	54	135
6	Çanakkale	7	109	133,7
7	İstanbul	4	35	86,05
8	Aydın	3	42	85,5
9	Tokat	1	16	40
10	<b>Mersin</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>33</b>
11	Muğla	1	36	29,6
12	Tekirdağ	1	15	28,8
13	Edirne	1	6	15
	Genel Toplam	49	964	1806,15

Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB), (2012)

Şekil 10: Mersin RES



<sup>9</sup> Kurulu kapasiteye göre sıralanmıştır.

İnşa halinde olan RES'ler incelendiğinde yine Balıkesir'de devam eden 3 RES tesis inşaatı olduğu ve bu tesisler tamamlandığında ilin rüzgâr enerjisi potansiyeline 192 MW ekleneceği öngörülmektedir. Balıkesir'i Kayseri ve İzmir takip etmektedir. İzmir'in hem işletme hem de inşa halinde olan RES kapasitesi incelendiğinde tesis sayısı bakımından ilk sırada yer aldığı, ancak burada yer alan tesislerin kapasitelerinin daha küçük olması nedeniyle diğer illerin gerisinde kaldığı görülmektedir. Yine Mersin'in Mut ilçesinde devam eden EnerjiSA'ya ait 'Dağpazarı RES' isimli 39 MW kapasiteli bir adet proje bulunmaktadır (Tablo 8).

**Tablo 8: İller bazında inşa halinde olan RES sayıları ve kapasiteleri<sup>10</sup> (Mart 2012)**

Sıra	İller	Tesis sayısı	Türbin sayısı	Kurulu kapasite
1	Balıkesir	3	75	192,35
2	Kayseri	1	36	72
3	İzmir	3	31	66,7
4	Amasya	1	16	40
5	Bilecik	1	16	40
6	<b>Mersin</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>39</b>
7	Hatay	1	9	27
8	Muğla	1	10	21
9	Aydın	1	10	19,5
	Genel Toplam	13	216	517,55

Kaynak: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB), (2012)

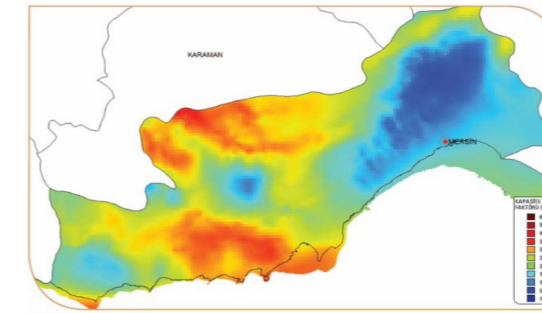
Çukurova Bölgesi'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinin tespit edilmesi amacıyla kapasite faktörü haritaları incelenmiştir. Kırmızı alanlar kapasitenin daha yüksek, mavi alanlar ise düşük olduğu alanları göstermektedir<sup>11</sup>.

Mersin ilinin kapasite faktörü dağılımını ve RES kurulabilir alanlarını gösteren Şekil 11 ve Şekil 12'deki haritalara göre, Mersin ilinin Silifke-Gülнар kıyısı ve Mut ve Gülнар'ın dağlık alanları rüzgâr enerjisi potansiyeli yüksek olan, bir diğer deyişle diğer kriterler de göz önüne alındığında RES kurulabilecek alanlar olarak ortaya çıkmaktadır.

<sup>10</sup> Kapasiteye göre sıralanmıştır.

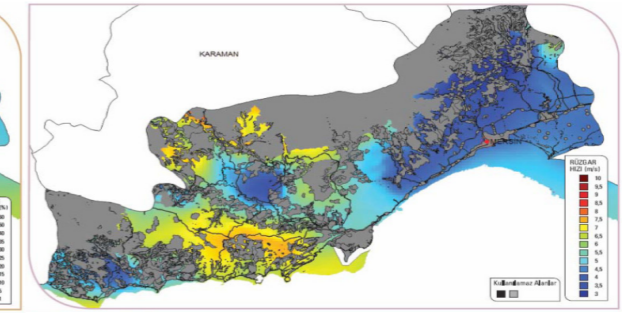
<sup>11</sup> Ekonomik bir RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir.

**Şekil 11: Mersin ili kapasite faktörü dağılımı**



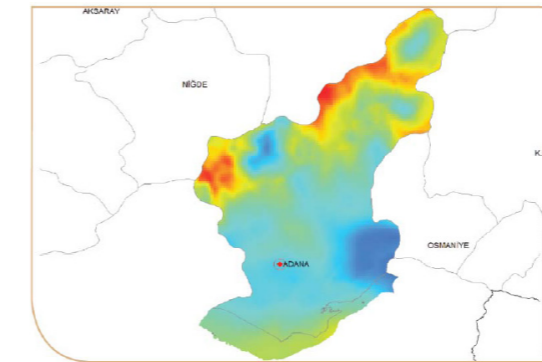
Kaynak: EİE

**Şekil 12: Mersin ili RES kurulabilir alanlar**



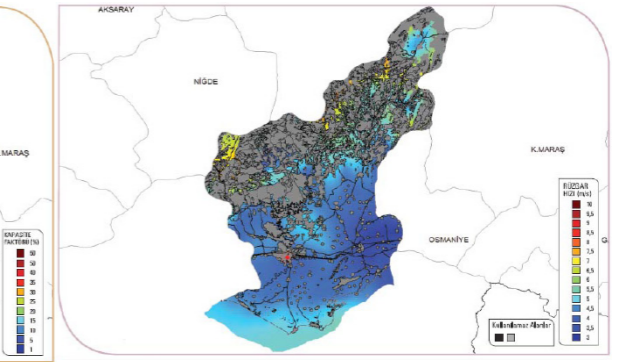
Adana ilinin kapasite faktörü dağılımını ve RES kurulabilir alanlarını gösteren haritalar (Şekil 13 ve Şekil 14) değerlendirildiğinde rüzgâr hızının görece yüksek olduğu dağlık bölgelerin dahi RES kurulması için elverişli olmadığı, sadece Pozantı ilçesinin bir kısmının uygun olduğu görülmektedir.

**Şekil 13: Adana ili kapasite faktörü dağılımı**



Kaynak: EİE

**Şekil 14: Adana ili RES kurulabilir alanlar**



Mersin ili Adana'ya kıyasla rüzgâr enerjisi santrali (RES) kurulması için daha fazla elverişli alana sahiptir. Bu durum hâlihazırdaki RES yatırımlarının yer seçimlerinin Mersin'de yapılmasının nedenini de açıklamaktadır.

### 3 GÜNEŞ ENERJİSİ

#### 3.1 Güneş Enerjisi ve Teknolojilerine Genel Bakış

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan güneş enerjisi, Güneş'in çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon süreci ile açığa çıkan ısı enerjisidir. Dünya'ya ulaşan Güneş enerjisinin küçük bir bölümü dahi dünya enerji tüketiminin çok üzerindedir. Güneş enerji sistemlerinin teknolojik olarak ilerlemesi ve maliyetlerinin düşmesi, temiz bir enerji kaynağı olan Güneş enerjisinin önemini daha da artırmaktadır<sup>12</sup>.

Güneş enerjisi üç yolla kullanılmaktadır<sup>13</sup>:

- Pasif Isı: Güneş'ten Dünya'ya doğal olarak ulaşan ısıdır. Pasif ısının bina tasarımında dikkate alınması ilave ısı ihtiyacını azaltır.
- Güneş Termal: Güneş ısısının su ısıtmada kullanıldığı durumdur.
- Elektrik Üretimi: Fotovoltaik (PV) Piller ve Odaklanmış (Yoğunlaştırıcı) Güneş Enerjisi (CSP) Santralleri kullanarak mümkündür.

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey olarak farklılıklar göstermekte olup iki ana grup altında incelenebilir:

- Fotovoltaik Güneş Teknolojisi
- Isıl Güneş Teknolojileri

##### 3.1.1 Fotovoltaik Güneş Teknolojisi

Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> civarında, kalınlıkları ise 0,2- 0,4 mm arasında olan güneş hücrelerinin yüzeyleri kare, dikdörtgen ve daire şeklinde biçimlendirilir. Güneş hücreleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Yüze düşen güneş enerjisi sonucu hücre elektrik enerjisi üretir. Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilmesi ile güneş hücresi modülü ya da fotovoltaik modül elde edilir ve böylelikle güç çıkışı artırılır<sup>14</sup>.

<sup>12</sup> EİE, 2012a

<sup>13</sup> ETKB, 2012a

<sup>14</sup> EİE, 2012b

Şekil 15: Güneş pili (PV)



Güneş pilleri ince film ve kristal silikon olmak üzere genel olarak 2 gruba ayrılabilir. Bu pillerin yapımında günümüzde en çok Kristal Silisyum, Galyum Arsenit (GaAs), Amorf Silisyum, Kadmiyum Tellürid (CdTe), Bakır İndiyum Diselenid (CuInSe<sub>2</sub>) kullanılmaktadır.

##### 3.1.2 Isıl Güneş Teknolojileri

Bu sistemlerde Güneş enerjisinden ısı elde edilmekte olup, ısı doğrudan ya da elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Kendi içinde düşük sıcaklık sistemleri (güneş kolektörleri) ve yoğunlaştırıcı sistemler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Düzlemsel güneş kolektörleri, vakum-tüp güneş kolektörleri, güneş havuzları, güneş bacaları, su arıtma sistemleri, güneş mimarisi, ürün kurutma sistemleri, sera sistemleri ve güneş ocakları düşük sıcaklık sistemlerindedir. Parabolik oluk kolektörler, parabolik çanak sistemler, merkez alıcı sistemler ise yoğunlaştırıcı sistemlerdendir<sup>15</sup>.

Düşük sıcaklık sistemlerinden olan güneş kolektörlü sıcak su sistemlerinde, güneş enerjisini toplayan düzlemsel kolektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlar bulunmaktadır. Güneş kolektörlü sistemler tabii dolaşım ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılmakta ve her iki sistem de ayrıca açık ve kapalı sistem olarak dizayn edilmektedir<sup>16</sup>.

Yoğunlaştırıcı kolektör sistemleri ise daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için kullanılmaktadır. Kolektörlerde güneş enerjisinin düştüğü net alan "açıklık alanı", güneş enerjisinin yutularak ısı enerjisine dönüştürüldüğü yüzey ise "alıcı yüzey" olarak tanımlanmaktadır. Düzlemsel güneş kolektörlerinde açıklık alanı ile alıcı yüzey alanı birbirine eşit iken, yoğunlaştırıcı kolektörlerde güneş enerjisi, alıcı yüzeye gelmeden önce optik olarak yoğunlaştırıldığı için alıcı yüzey, açıklık alanından daha küçük olmaktadır. Güneş enerjisini yoğunlaştıran kolektörlerde en önemli kavramlardan biri, açıklık alanının alıcı yüzey alanına oranı şeklinde tarif edilen "yoğunlaştırma oranı"dır. Yoğunlaştırma oranı, iki boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik oluk) 300, üç boyutlu yoğunlaştırıcılarda (parabolik çanak) ise 4000 seviyesindedir.

<sup>15</sup> EİE, 2012c

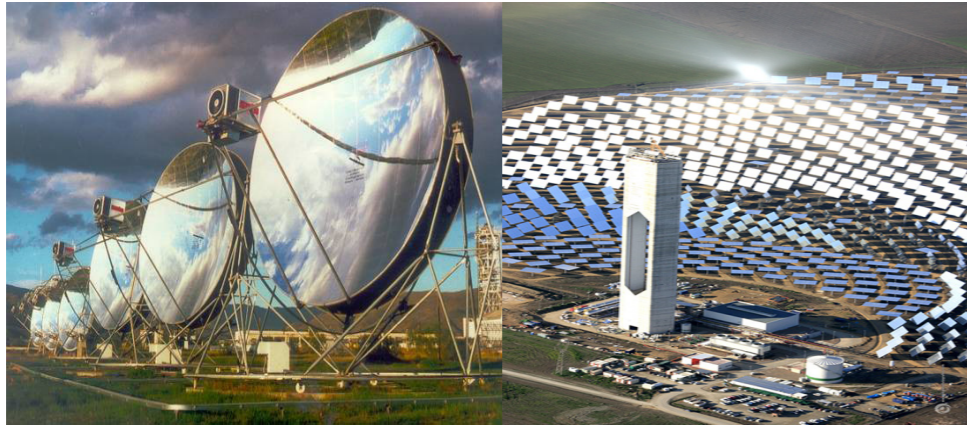
<sup>16</sup> EİE, 2012d

Bu tür kolektörlerde güneş enerjisi, yansıtıcı veya ışın kırıcı yüzeyler yardımı ile doğrusal ya da noktasal olarak yoğunlaştırılabilir. Şekil 16 ve Şekil 17'da sırasıyla doğrusal yoğunlaştırıcı kolektörler; noktasal kolektörler olan parabolik çanak kolektör ve merkezi alıcılı güneş ışık elektrik santral örnekleri görülmektedir<sup>17</sup>.

Şekil 16: Doğrusal yoğunlaştırıcı kolektörler



Şekil 17: Parabolik çanak kolektörler ve merkezi alıcılı güneş ışık elektrik santrali



Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi (CSP) santralleri, değişik ayna konumları kullanarak güneşin enerjisini yüksek sıcaklıklı ısıya dönüştürmekte, bu şekilde mekanik enerji ve de nihai olarak elektrik enerjisi üretmektedir. Bu santrallerde öncelikle ısı geleneksel bir jeneratöre aktarılmaktadır. Santral iki parçadan oluşmaktadır; birinci parça güneş enerjisini toplayıp ısıya dönüştürürken, ikinci parça ısı enerjisini elektrığe dönüştürmektedir. CSP sistemleri modüler sistemlerdir, küçük ölçekli (10 kW) sistemlerden şebeke bağlantılı büyük sistemlere (100 MW) kadar ölçeklendirilebilmektedir. Dağıtık elektrik üretim sistemlerine çok iyi uyarlanabilmektedir. İşletme maliyeti çok düşük olmakla birlikte, hibrit uygulamalar ile kurulabilmekte ve böylece 24 saat işletilebilmektedir. CSP ile üretilen elektrik miktarı doğrudan günışığına bağlıdır<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> EİE, 2012e

<sup>18</sup> ETKB, 2012b

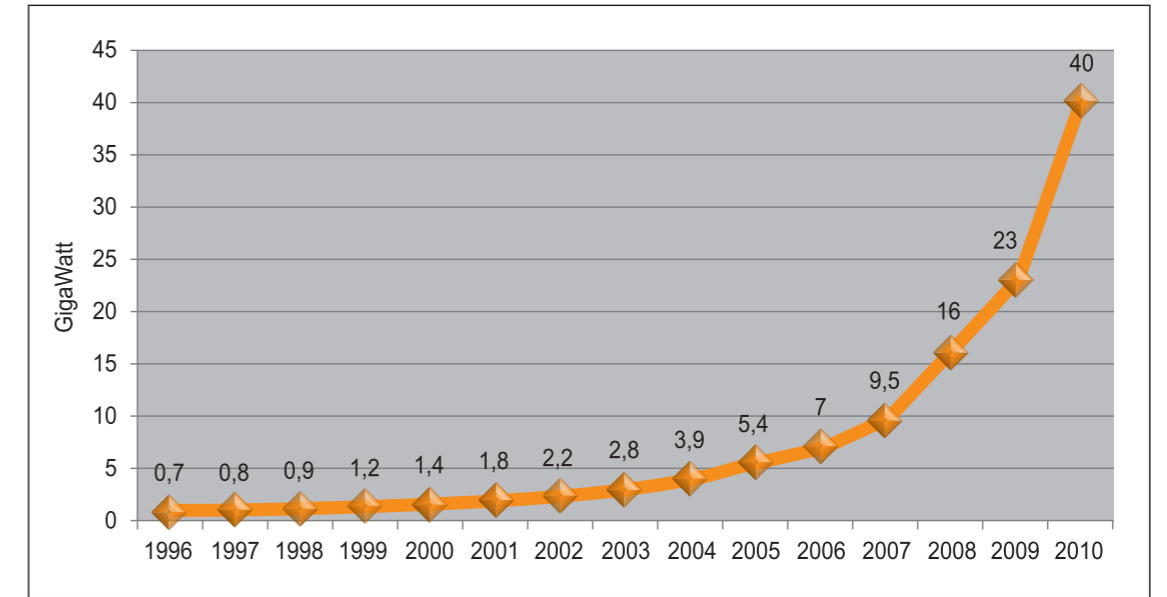
## 3.2 Dünyada Güneş Enerjisi Sektörü

Güneş enerjisi sektörünü teknolojilerine göre detaylandırıp, bu sektörde öne çıkan ülkeleri incelemeyen, sektörün ilk yatırım maliyetlerinin oldukça yüksek olduğu ve bu noktada ekonomik teşvikler ve alım garantilerinin devreye girdiği vurgulanabilir.

### 3.2.1 Fotovoltaik (PV) Güneş Enerjisi Sektörü

Fotovoltaik (PV) Güneş enerjisi sektörü 2010 yılında gerek global üretim gerekse global pazarlar anlamında büyük bir atağa geçmiştir. Şekil 1'de de görüldüğü üzere Dünya genelinde yaklaşık 17GW'lık kapasite artışı ile global toplam kapasite 40 GW'a ulaşmıştır. 2005 yılı ile kıyaslandığında kapasitenin 6 kattan fazla arttığı ifade edilebilir. Global PV pazarına Avrupa Birliği (AB) ülkeleri hakim olmakla birlikte, 2010 yılında İtalya ve Almanya tarafından yapılan PV yatırımları 2009 yılında tüm dünyada yapılan PV yatırımlarını aşmaktadır.

Şekil 18: Dünya'da mevcut solar PV kapasitesi (1995-2010)



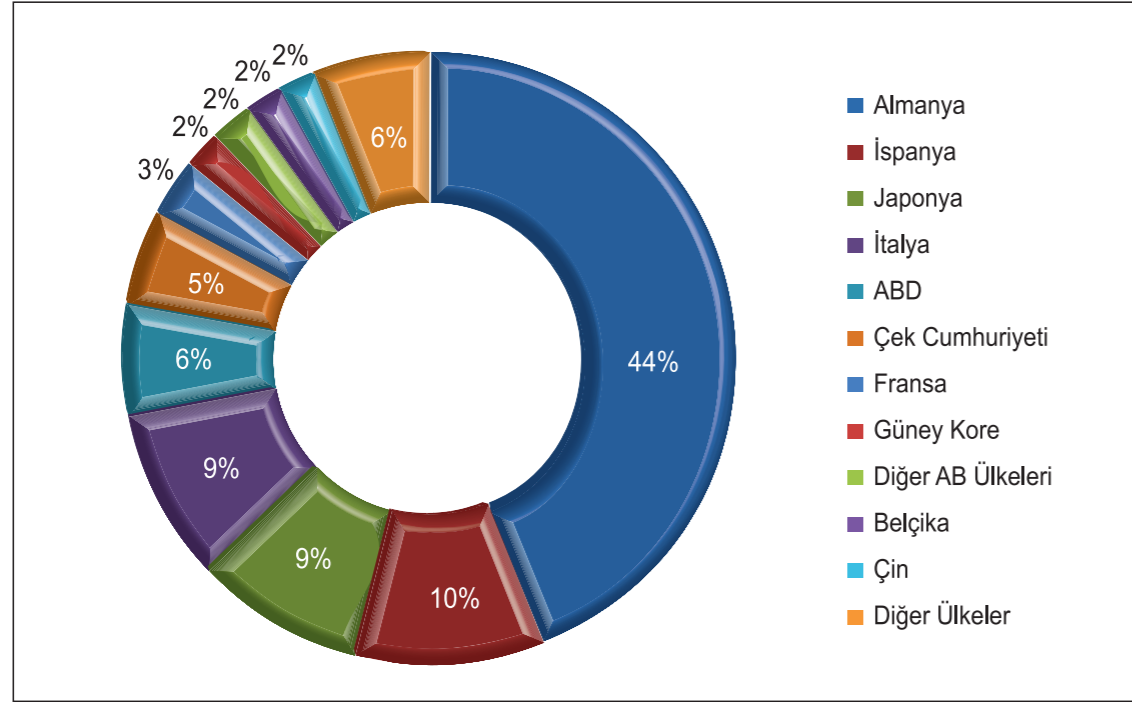
Kaynak: REN21(2011)

Güneş hücresi üretimi yapan en büyük 15 firmanın 10 tanesinin Asya'da bulunması üretimin Asya'ya kaymış olduğunun göstergesidir. Sektör, düşen fiyatlar ve hızlı değişen pazar koşulları karşısında birleşmeler gerçekleştirilmekte ve projeler geliştirilmektedir.

2010 yılında Dünya PV kapasitesinin ülkelere göre dağılımı (Şekil 19) incelendiğinde, en büyük payın %44 ile Almanya'ya ait olduğu görülmektedir. Almanya'nın söz konusu hakim durumunda 20 yıl boyunca alım garantisi verilmesinin (FIT-feed-in-tariff) önemli katkısı vardır. Almanya'yı çok daha küçük paylarla İspanya (%10), Japonya(%9), İtalya (%9), ABD (%6) ve Çek Cumhuriyeti (%5) takip etmektedir.



Şekil 19: Dünya PV kapasitesinin ülkelere göre dağılımı (2010)



Kaynak:REN21(2011)

2010 yılı için, ülkeler PV kapasitelerine göre sıralandığında, ilk 5 ülkeyi, yukarıda belirtilen ülkeler oluşturmaktadır. Öte yandan, 2010 yılı kapasite artışları dikkate alındığında ise sıralama Almanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti, Japonya ve ABD şeklindedir (Tablo 9). Görülmektedir ki, Almanya kapasitedeki hakim durumunu kapasite artışında da sürdürmekte iken, Çek Cumhuriyeti mevcut kapasite itibari ile ilk sıralarda olmamasına rağmen 2010 yılındaki kapasite artışı ile dikkat çekmektedir.

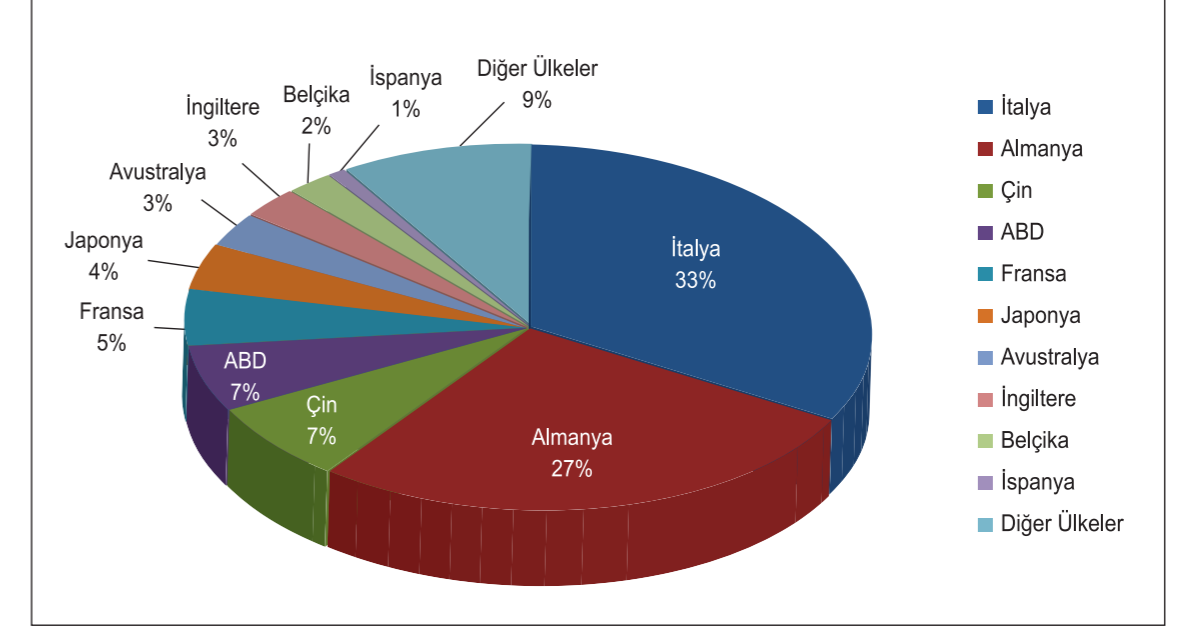
Tablo 9: PV kapasitesine(artışlar-mevcut) göre ilk 5 ülke

Sıra	2010 Yılı Kapasite Artışlarına Göre	2010 Yılı Sonu Mevcut Kapasitelerine Göre
1	Almanya	Almanya
2	İtalya	İspanya
3	Çek Cumhuriyeti	Japonya
4	Japonya	İtalya
5	ABD	ABD

Kaynak: REN21(2011)

2011 yılı için, PV piyasasında öne çıkan ilk 10 ülkenin pazar payları incelendiğinde (Şekil 20), en büyük payı alan İtalya(%33)'yi Almanya'nın (%27) takip ettiği ve söz konusu iki ülkenin pazarın %60'ına hakim oldukları görülmektedir.

Şekil 20: Ülkelerin PV pazar payları



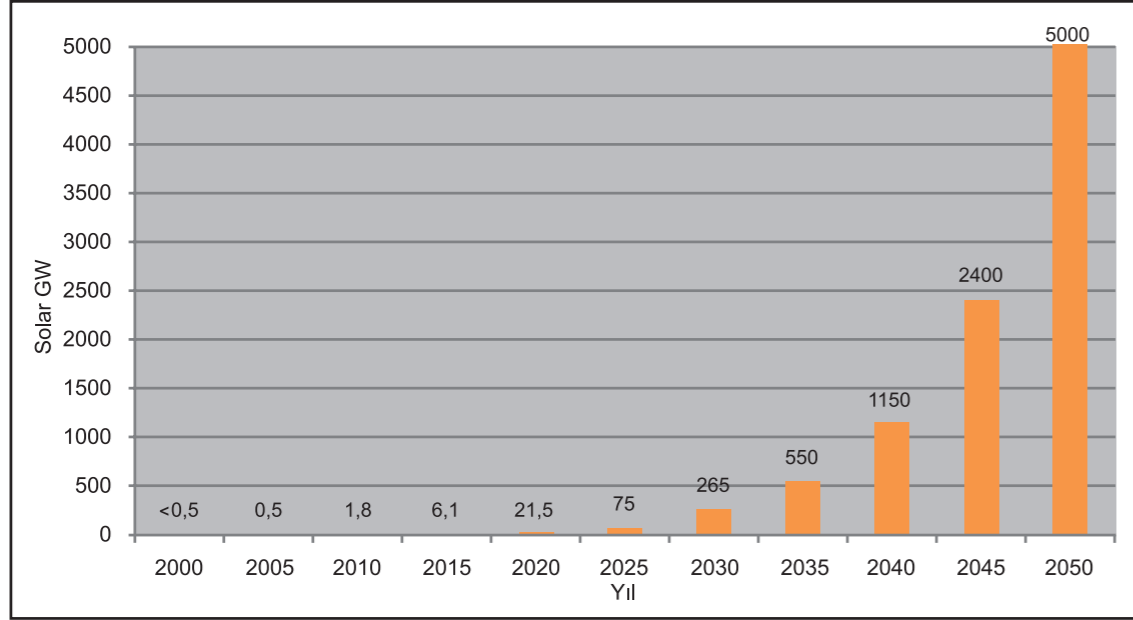
Kaynak: EPIA(2011)

### 3.2.2 Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi (CSP) Sektörü

Dünya CSP Kurulu gücü 430 MW olmakla birlikte planlama aşamasında olan 5500 MW kapasiteli 45 adet CSP projesi bulunmaktadır. Bu alanda dünyadaki lider ülkeler ABD ve İspanya'dır. Şekil 4'te 2000-2050 yılları arasında Dünya CSP kurulu güç gelişimi görülmektedir. Buna göre 2005-2010 yılları arasında gelişimi hızlanan sektörün bundan sonra da benzer hızla artmaya devam ederek 2050 yılında 5000GW'a ulaşacağı ön görülmektedir<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> ETKB, 2012b

Şekil 21: CSP kurulu güç gelişimi (2000-2050)



Kaynak: ETKB(2012)

Şekilde de görüldüğü üzere, CSP sektörü, yıllarca süren durgunluğun ardından, 2007-2010 yılları arasında eklenen 740 MW'lik kapasite artışı ile yeniden canlanmıştır. Söz konusu kapasite artışına yönelik kurulumların yarısından fazlası 2010 yılı içinde gerçekleştirilmiştir. Parabolik oluk kolektörler pazarda en yaygın olan CSP sistemi olmaya devam etmektedir. Güneş teknolojileri arasında bir karşılaştırma yapıldığında ise, PV maliyetlerindeki önemli düşüşler büyüyen CSP pazarını zora sokmaktadır. Bu durum, özellikle, önceden planlanmış birçok projenin santral tipi PV teknolojilerini kullanmak üzere yeniden kurgulandığı ABD gibi ülkelerde kendini göstermektedir. Diğer yandan, CSP projeleri başta Ortadoğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkeleri<sup>20</sup> olmak üzere, ABD'nin güneydoğusundan ve İspanya'dan diğer bölge ve ülkelere yönelmektedir<sup>21</sup>.

### 3.2.3 Desertec Projesi

Bilimsel alt yapısı DLR (Alman Havacılık ve Uzay Merkezi) tarafından hazırlanan Desertec, ilk olarak 2003 yılında ortaya çıktı ve 2009 yılında, aralarında Deutsche Bank, Siemens, ABB, RWE, Munich Re, MAN Solar Millenium, HSN Nordbank gibi finans devlerinin, enerji gruplarının ve mühendislik firmalarının yer aldığı, Avrupa ve Kuzey Afrika'dan 12 büyük şirket, 'EU-MENA Desertec Industry Initiative' adı altında bir girişim grubu oluşturdu.

Desertec projesi 400 milyar € değerinde olup, proje kapsamında uzun zamandır ABD ve İspanya'da başarılı bir şekilde uygulanan CPS teknolojileri uygulanacaktır. Böylelikle ileri teknoloji gerektiren PV teknolojisi

<sup>20</sup> Cezayir, Bahreyn, Cibuti, Mısır, İran, Irak, İsrail, Ürdün, Kuveyt, Lübnan, Libya, Malta, Umman, Katar, Suudi Arabistan, Suriye, Tunus, Yemen, Birleşik Arap Emirlikleri, Filistin

<sup>21</sup> REN21(2011)

ile güneş enerjisi üretme yönteminden kaçınılmış olacaktır; elektrik enerjisi, dev aynalarla ısıtılacak sudan sağlanacak buhar ile çalıştırılacak dev türbinlerden sağlanacaktır. Güneş enerjisinden üretilen bu enerji, Dünya nüfusunun önemli bir kısmının yaşadığı Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Avrupa ülkelerine Yüksek Gerilimli Doğru Akım (HVDC) ile taşınacaktır. DLR tarafından yapılan araştırmalara ve geliştirilen metotlara göre, bu yolla EU-MENA (Avrupa, Ortadoğu, Kuzey Afrika) bölgesinin elektrik ihtiyacının % 50'si karşılanabilecektir. Dünyanın bugün kullandığı 18000 TWh/yıl elektrik gücünü karşılayabilmek için dünyadaki çöllerin (90000 km<sup>2</sup>) üç binde birinin bu amaçla kullanılması yeterli olacaktır. HVDC ile nakledilecek elektrik gücü, her 1000 kilometrede % 3 kayba uğramakta olup, dünyadaki insanların % 90'ının çöllerden en fazla 3000 km. uzaklıkta yaşadığı düşünüldüğünde, kullanılacak iletim teknolojisi ile güç naklinde büyük kayıplar yaşanmayacağı hesaplanmaktadır. Özetle, enerjinin yoğun kullanılacağı Avrupa ülkeleri esas alındığında, toplam uzaklık yaklaşık 3000 km. olacaktır ve bu mesafeye toplam %9 kayıpla enerji taşınabilecektir<sup>22, 23</sup>. Yatırım planlaması, 2012 yılında Fas'ta 160 MW kapasiteli, 2014 yılında ise Tunus'ta 2 GW kapasiteli santrallerin kurulması ve 2016 yılına kadar İtalya'ya ihracatın başlaması şeklindedir<sup>24</sup>.

Şekil 22: Desertec Haritası



Kaynak: Desertec Foundation

Şekil 22'te yer alan Desertec haritası yatırım öngörülerini göstermektedir. Haritada Türkiye için rüzgar, hidro, biokütle ve jeotermal yanı sıra CSP ve PV santralleri ön görülmektedir.

<sup>22</sup> Enerji Enstitüsü, 2011

<sup>23</sup> Gökçe, 2009

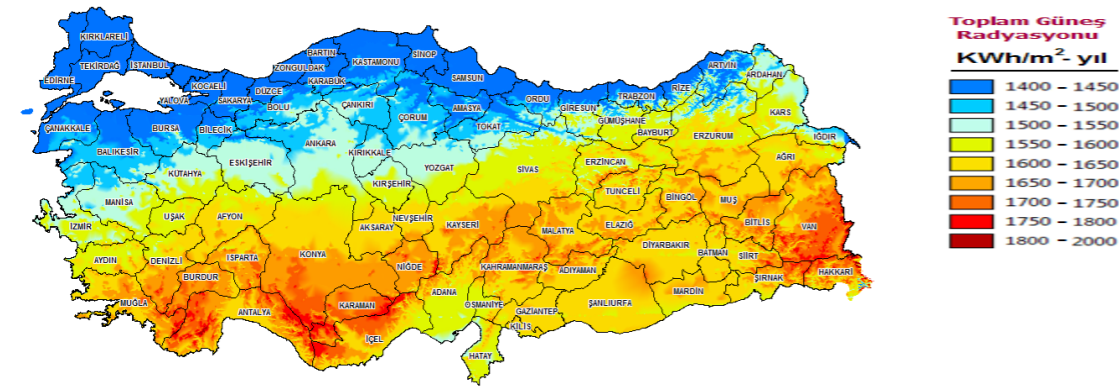
<sup>24</sup> Wikipedia, 2012a

### 3.3 Türkiye’de Güneş Enerjisi

Türkiye, coğrafi konumu ile yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olup, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saate (günlük toplam 7,2 saat); ortalama toplam ışınım şiddeti ise 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>)’a ulaşmaktadır. Türkiye’nin Güneş Enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmaktadır.

Güneş pillerinin silisyum kristali ve ince film teknolojisiyle üretilmesi ve bunun beraberinde getirdiği yüksek maliyetler, Türkiye’de güneş pili üretimi artışını bu maliyetlerin düşmesine ve verimliliğin artmasına bağlı kılmaktadır. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (Şekil 23) ve CSP teknolojisi ile 380 milyar kWh/yıl enerji üretilebileceği hesaplanmaktadır.

Şekil 23: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası



Kaynak: EİE (2012)

Türkiye’de yaklaşık 12 milyon m<sup>2</sup>’lik güneş kolektörü kurulu olup, teknik güneş enerjisi potansiyeli 76 TEP, yıllık üretim hacmi ise 750.000 m<sup>2</sup>’dir ve bu üretimin bir kısmı ihraç edilmektedir. Kişi başına 0,15 m<sup>2</sup> güneş kolektörü kullanıldığını ifade eden bu değerler ile, Güneş enerjisinden yıllık 420.000 TEP ısı enerjisi üretilmektedir. Büyük bir kısmı kamu kuruluşlarında olmak üzere, araştırma ve küçük güçlerin karşılanması amaçlı kullanılan güneş pili kurulu gücü 1 MW’ a ulaşmıştır. Tüm bu değerler Türkiye’nin dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumunda olduğuna işaret etmektedir (ETKB, 2012b).

Türkiye’nin Güneş enerjisi ile ilgili hedefi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Belgesi’nde, “Hedef güneş enerjisinin elektrik üretimi için de kullanılması uygulamasının yaygınlaştırmak, ülke potansiyelinin azami ölçüde değerlendirilmesini sağlamaktır. Güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması konusunda teknolojik gelişmeler yakından takip edilecek ve uygulanacaktır. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesini özendirme üzere 5346 sayılı Kanunda gerekli değişiklikler yapılacaktır” şeklinde ifade edilmektedir.

### 3.3.1 İkitelli Güneş Santrali<sup>25</sup>

TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi (MAM), İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İnosol Enerji işbirliği ile İkitelli’de kurulan güneş enerjisi santrali, Türkiye’nin ilk güneş enerjisi santrali olup yerli ve yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşi ekonomiye kazandırması anlamında büyük öneme sahiptir. Tamamı yerli üretimle Türk mühendisler tarafından tasarlanan proje ile Türkiye güneş enerji üreten ülkeler arasında yerini almaktadır.

Söz konusu santralin kapasitesi 500KWh olmakla birlikte, proje kapsamında 2 MW’lık yeni bir santral kurulması ve projenin havaalanları, büyük alışveriş merkezleri gibi yoğun elektrik tüketimi olan mekanlarda yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

Tasarımı 6830 saatlik mühendislik çalışmasının ürünü olan projenin yaklaşık maliyeti 4 milyon TL’dir. Proje kapsamında, güneş enerjisi, elektrik üretiminin yanı sıra ısıtma-soğutma ve su damıtma amacı ile de kullanılabilir. Proje kapsamında üretilen paneller Türkiye genelinde ihalesi ilan edilen, 600MW’lık güneş enerjisi yatırımına yönelik yaklaşık 2 milyar €’luk yatırım hedeflemesi anlamında önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Yenilenebilir Enerji Kanunu kapsamında güneş enerjisi ile üretilen elektriğe KW başına verilen teşvikin 13,3 ABD dolar cent; yerli ekipman kapsamında bu teknolojinin kullanılacağı yatırım için alım garantisinin 18,5 ABD dolar cent olarak belirlenmiş olması yatırımların önünü açmaktadır.

İkitelli Santrali, bu büyüklükte bir santralin yerli kaynaklarla yapılabileceğini göstermesi bakımından önemli bir adım olarak görülmektedir.

### 3.4 TR62 Çukurova Bölgesinde Güneş Enerjisi

#### 3.4.1 Genel bakış

Türkiye’nin yıllık toplam Güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde, en fazla güneş enerjisi alan Güneydoğu Anadolu Bölgesini, Çukurova Bölgesinin de içinde bulunduğu Akdeniz Bölgesi’nin izlediği görülmektedir (Tablo 10). Akdeniz Bölgesi’nde yıllık gün ışığı süresi 2956 saat olup Türkiye’nin 2640 saat olan değerinin üzerinde yer almaktadır. Bölgenin yıllık toplam Güneş enerjisi de 1390 kWh/m<sup>2</sup> ile Türkiye değerinin üzerinde bulunmaktadır.

<sup>25</sup> Zaman Gazetesi, 2011

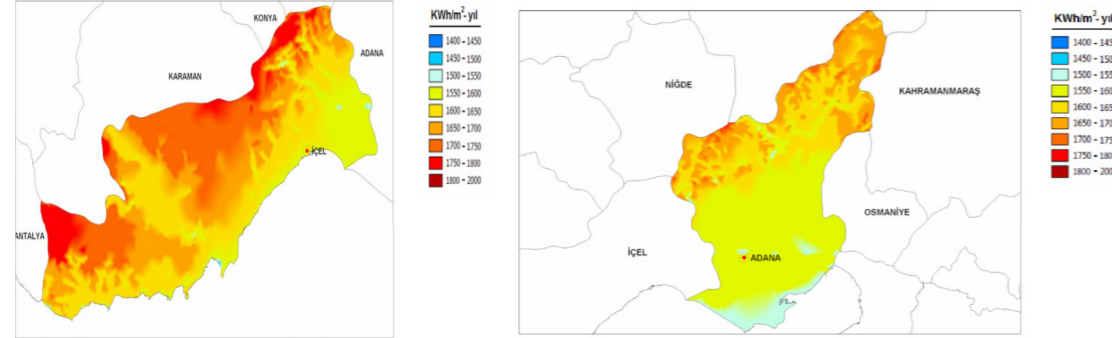
Tablo 10: Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Gün Işığı Süresi (saat/yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971
Türkiye	1311	2640

Kaynak: EİE(2012)

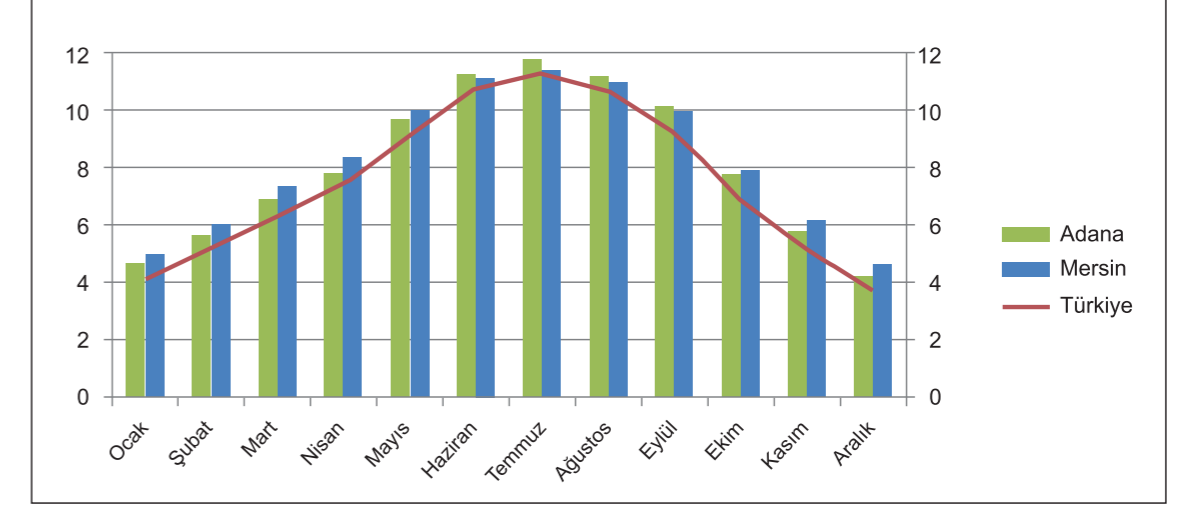
Mersin ve Adana illerine ait global güneş radyasyon dağılımları (Şekil 24), güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri (Şekil 25 ve Şekil 26) incelendiğinde, Çukurova Bölgesi'nin, özellikle de Mersin'in, Güneş enerjisi yatırımları için oldukça elverişli bir bölge olduğu görülmektedir. Bölgenin güneşlenme süresi değerleri yıl boyu Türkiye değerlerinin üzerinde kalırken; global radyasyon değerleri de genel olarak Türkiye değerlerinin üzerinde yer almaktadır.

Şekil 24: Mersin ve Adana İlleri Global Güneş Radyasyon Dağılımı



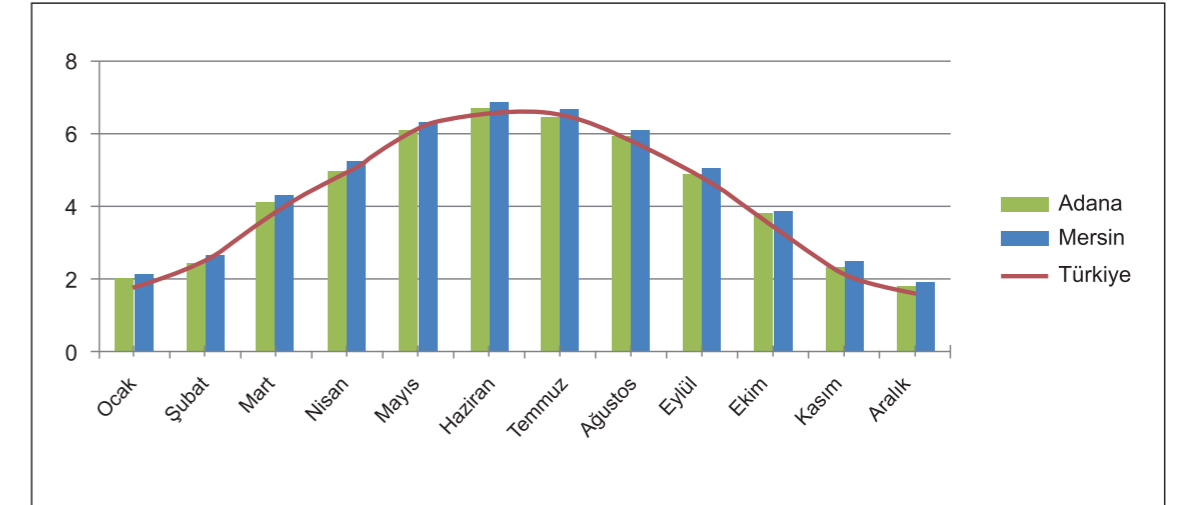
Kaynak: EİE(2012)

Şekil 25: Güneşlenme süresi (saat)



Kaynak: EİE(2012)

Şekil 26: Global radyasyon değerleri (Kwh/m2-gün)



Kaynak: EİE(2012)

### 3.4.2 Andasol Güneş Santrali

Çukurova Bölgesi ile benzerlik göstermesi anlamında İspanya'nın Andasol Güneş Santrali hakkında özet bir analiz yapılabilir. İspanya'nın güneyindeki Granada bölgesinde, Andalusia'da bulunan Andasol santrali, Avrupa'nın ilk ticari parabolik oluklu güneş santrali olma özelliğini taşımaktadır. Andasol santralinde, güneş enerjisini depolamak için tuz eriği kullanıldığından, güneş battığı zaman bile elektrik üretimi devam etmektedir. Parabolik oluklu olmasından da anlaşılacağı üzere CSP tipi olan santralin kurulu kapasitesi 150MW, yıllık üretimi ise 180Gw-h'dir. Söz konusu proje, küçük bir Alman firmanın öncülüğünde bir araya gelen İspanyol ortaklarla gerçekleştirilmiştir<sup>26</sup>. Santralde kullanılan boruların da yine bir Alman firma tarafından üretiliyor olması, Almanya'nın güneş enerjisi sektöründeki yerini bir kez daha vurgulamaktadır. Farklılıkları olmasına rağmen her iki ülke de güneş enerjisinde FIT uygulamaktadır.

<sup>26</sup> Wikipedia, 2012b

### 3.4.3 Bölgedeki Gelişmeler

Türkiye’de 2013 YEK kapsamında, 31 Aralık 2013 tarihine kadar YEK belgeli güneş enerjili üretim tesislerinin toplam gücü 600 MW ile sınırlanmış olup, Mersin için 35 MW belirlenmiştir. Bu kapsamda Mersin’de halihazırda biri inşa halinde, diğeri proje aşamasında iki güneş enerjisi yatırımı bulunmaktadır. Ar-Ge çalışmaları TÜBİTAK desteğiyle yürütülen Greenway Projesi Mersin’in merkez ilçelerinden biri olan Toroslar ilçe belediyesi tarafından 10 yıllığına kiralanarak 60 dönümlük arazide inşa halindedir ve Türkiye’nin ilk CSP tipi güneş enerjisi santrali olma özelliğini taşımaktadır.

Şekil 27: Mersin Greenway Güneş Santrali Projesi



Çukurova Bölgesi’ndeki bir diğeri de Mersin’in Gülnar ve Mut yer seçimini yapmış olan bir firma tarafından başlatılmıştır. Söz konusu projede sahaya düşen bir yıllık güneş ışığının hesaplanması aşamasına geçilmiştir. Ölçümlerin tamamlanmasının ardından lisans başvurusu aşamasına gelinecektir.

## 4 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kalkınma hedefleri, yükselen refah seviyesi ve artan nüfusun beraberinde getirdiği enerji talep artışı hem global ölçekte hem de ülkemiz ölçeğinde enerji konusunu önemli kılmaktadır. Diğer yandan enerji üretiminde kullanılan geleneksel kaynakların sınırlı olması, bu kaynakların çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve de ülkemizin petrol ve doğalgaz gibi geleneksel kaynaklarda dışa bağımlı olması sebebiyle ekonomi üzerinde oluşan baskı, enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Dünya’da elektrik ihtiyacının %68 gibi çok büyük bir kısmı hâlen fosil yakıtlardan sağlanmakta, Türkiye’de ise bu oran yaklaşık %86’yı bulmaktadır. Öte yandan, enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmaktadır. Fosil yakıtlar yoluyla salınan sera gazları insan kaynaklı iklim değişikliğinin en büyük sebebi olurken, bir yandan da özellikle kaynakları elinde bulundurmayan ülkelerin ekonomilerini dışa bağımlı kılmakta ve ekonomik yük oluşturmaktadır. Dolayısıyla, fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi sürdürülebilir bir üretim değildir.

Türkiye gibi enerji ihtiyacının en büyük kısmını dışa bağımlı fosil yakıtlar ve de çevresel etkileri rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha olumsuz olan hidroenerjiye dayalı olan bir ülkede enerjide dışa bağımlılığın azalması ve enerji güvenliğinin sağlanması açısından yenilenebilir enerjinin enerji üretimi içindeki payının artırılması önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, 2023 yılına kadar enerji ihtiyacının %30’unun yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedeflenmektedir ve yapılan yasal düzenlemelerle yenilenebilir enerji sektörüne çeşitli teşvikler sağlanmaktadır. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı tesis kurulumlarına verilen teşvikler -özellikle de rüzgâr ve güneş enerjisi sektörlerinde- birçok ülkeye kıyasla düşüktür. Yenilenebilir enerji kaynaklarının işletmeleri fosil yakıtlara bağlı enerji üretiminden daha ucuz olmakla birlikte ilk kurulum maliyetleri daha yüksek olduğundan sağlanan teşvikler yeterince ikna edici değildir. Bu durum da Türkiye’de fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine verilen önemin devam etmesine neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji sektörünü geliştirebilmek için bir yandan teşvikler yoluyla sektörün rekabet gücünün artırılması hedeflenirken, diğer yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye bağlanmasının önündeki idari ve teknik zorlukların ortadan kaldırılması hedeflenmelidir (WWF, (2011)).

Ülkemiz güvenilir, zamanla fiyatının artma riski olmayan ve tükenmeyen bir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından zengindir. Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de son yıllarda rüzgâr enerjisi kapasitesinde büyük artış olmuştur. 2002 yılında 48 GWh olan kapasite, 2010 yılında 2916 GWh’e çıkmış ve rüzgâr enerjisi kapasitesi hidroelektrik dışı yenilenebilir enerji kaynaklarının önüne geçmiştir.

TR62 Çukurova Bölgesi’nde rüzgâr enerjisi potansiyeli Mersin ilinin batısındaki Silifke, Gülnar ve Mut ilçelerinde öne çıkmaktadır. Hâlihazırda Mut’ta bir adet işletme halinde bir adet de inşaat halinde RES bulunmakta, yatırımcıların bölgeye olan ilgisi bilinmektedir. Büyük ölçekli RES yatırımları T.C. Enerji ve

Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın da öngörüsüne göre özel sektör tarafından yapılacaktır. Bu bağlamda, Çukurova bölgesini yerli ve yabancı yatırımcılara tanıtacak faaliyetler kapsamında rüzgâr enerjisi yatırımcıları dikkate alınmalıdır.

Büyük ölçekli RES yatırımları merkezi yönetim tarafından çerçevesi çizilen teşvik sistemi ve de piyasa mekanizmalarının işleyişiyle hayat bulurken, yalnızca bölgesel ya da ulusal düzeyde değil, uluslararası düzeydeki gelişmeler de takip edildiğinde rüzgâr enerjisini destekleyici imalat sanayinin gelişiminin de önem arz ettiği görülmektedir. Çukurova Bölgesi'nde, özellikle Adana'da makine ve metal eşya sanayi firma sayısı ve istihdam bakımından öne çıkan bir sektör olarak ortaya çıkmakta ve 2010-2013 Çukurova Bölge Planı kapsamında güçlü bir sektör olarak elen alınıp, pazar ağlarının geliştirilmesi stratejisi çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bölgenin bu sektördeki deneyiminden faydalanıp, ulusal ve uluslararası düzeyde rüzgâr enerjisi sektörünün artan ve değişen ihtiyaçları da göz önüne alınarak bölgedeki firmalara, hem iç pazara hem de ihracata dönük rüzgâr enerjisi sektörüne tedarikçi olmalarını sağlayacak şekilde destekler sağlanıp, yine bu sektörde yapılacak yeni yatırımların da artırılması amaçlanmalıdır. Çukurova Bölgesi'nde hâlihazırda RES'lerde kullanılmak üzere ekipman üreten bir firma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, söz konusu üretime özel altyapısını tamamen hazırlamış olan bir firma bulunmaktadır. Bu firmayla yapılan görüşmede ulaşılan bilgilere göre bu sektörde Dünya'daki rekabet koşulları göz önüne alındığında Türkiye'de yalnızca kule üretiminin yapılabilir olduğu ortaya çıkmaktadır.

Rüzgâr enerjisi sektöründe Dünya'daki eğilimler takip edildiğinde santral tipi yatırımların yanı sıra özellikle kırsal alandaki enerji ihtiyacını karşılamaya dönük olarak küçük ölçekli türbinlerin kullanıldığı görülmektedir. TR62 Çukurova Bölgesi'nin arazi kullanımının yaklaşık %20'sini tarım alanlarının ve çok daha büyük bir kısmını orman alanlarının oluşturduğu göz önüne alındığında, bölgenin çok büyük bir kısmının kırsal karakterli olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, küçük ölçekli rüzgâr türbini kullanımının kırsalda yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu güneş potansiyeli dikkate alındığında, güneş enerjisi kullanımı ülkemizin enerji geleceği açısından büyük bir öneme sahiptir. Yenilenebilir Enerji Kanunu'nda yapılan son düzenlemeler, bu sektörde dünya genelinde en belirleyici politikalardan olan destek politikalarının ülkemizde de uygulanmaya başlamasına ve böylelikle yatırımların hızlanmasına imkan sağlamıştır.

Çukurova Bölgesi güneş potansiyeli olarak en elverişli bölgelerden birisidir ve bu potansiyelin değerlendirilmesi hem bölge hem de ülke ekonomisi için büyük öneme sahiptir. İlgili sektörde kullanılan ekipmanların bölgede üretilmesinin yaratacağı ekonomik katkı oldukça önemlidir. Bölgede makine ve metal eşya sektörünün öne çıktığı düşünüldüğünde, bu yatırımların benzer sektör ve alt sektörlerin gelişimi için tetikleyici olabileceği ifade edilebilir. Hâlihazırda Çukurova Bölgesi'nde sıcak su amaçlı merkezi güneş enerjisi sistemlerine yönelik projelendirme ve imalat faaliyetlerinde bulunan firmalar bulunmaktadır. Ancak, santral tipi üretimde kullanıma uygun ekipman imalatı henüz bulunmamakta, güneş pili distribütörlüğüne yönelik altyapı

çalışmalarına devam eden bir firma olduğu bilinmektedir. Aynı firma Mersin'de kurulum aşamasında olan CSP tipi güneş santrali projesine kurulum konusunda teknik destek sağlamaktadır<sup>27</sup>.

Diğer yandan, güneş enerjisi yatırımları beraberinde büyük iş alanlarının açılmasını (örneğin, 250 MW enerji üreten bir parabolik yansıtıcının yapımı için 1000 işçi ve teknisyenin 2-3 yıl çalışması gerekmektedir) getireceğinden istihdama önemli bir katkı sağlayacaktır. Bütün bunlar Bölgenin stratejik konumu ve enerji konusunda Bölge'de alınan uzun dönemli planlamalarla birlikte düşünüldüğünde daha da anlamlı olmaktadır.

Hem rüzgâr hem de güneş enerjisi tükenme riski olmamakla birlikte, kesintili enerji kaynaklarıdır. Bu nedenle, bu enerji kaynaklarından verimli bir şekilde faydalanmak amacıyla birkaç enerji üretme sisteminin bir arada kullanıldığı hibrit sistemlerin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Hibrit sistemler arasında en yaygın olarak kullanılanlar rüzgâr türbini ve güneş panellerinin bir arada kullanıldığı sistemlerdir. Bölgede, özellikle de kırsal alanlarda, bu sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılması temiz ve sürdürülebilir bir enerji kapasitesi geliştirilmesini sağlayacaktır.

<sup>27</sup> Bu çalışma kapsamında Çukurova Bölgesi'nde yer alan firmalar içinde güneş santrallerinde kullanıma yönelik mühendislik ve imalat faaliyetlerinde bulunan bir firma tespit edilmiş ve söz konusu firmayla yapılan görüşme sonucunda sektörün bölgedeki durumuna ilişkin bilgiler elde edilmiştir.

## Kaynakça

1. Avrupa Birliği Bakanlığı, Tarama Toplantılarında Avrupa Komisyonunun Sorularına Verilen Cevaplar, [http://www.abgs.gov.tr/files/tarama/tarama\\_files/15/sorular%20ve%20cevaplar\\_files/SC15\\_Cevaplar.pdf](http://www.abgs.gov.tr/files/tarama/tarama_files/15/sorular%20ve%20cevaplar_files/SC15_Cevaplar.pdf)
2. Avrupa Komisyonu, (2009), 2009/28 sayılı Avrupa Komisyonu Yenilenebilir Enerji Yönergesi
3. Bölgesel Çevre Merkezi (REC Türkiye), (2010), Türkiye’de Bölgesel Enerji Üretimi, Bölgesel enerji Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye için WADE Modelinin Uygulanması Projesi
4. Çukurova Kalkınma Ajansı (ÇKA), (2010), 2010-2013 Çukurova Bölge Planı Mevcut Durum Analizi
5. Desertec Foundation(2012) <http://www.desertec.org/>
6. EİE İdaresi Genel Müdürlüğü, Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası, [http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/YEKrepa/REPA-duyuru\\_01.html](http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html)
7. EİE (2012a).<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes.html>, 21.02.2012.
8. EİE (2012b).<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunespv.html>, 21.02.2012.
9. EİE (2012c). <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunesisil.html>, 23.02.2012
10. EİE (2012d). <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/guneskollektor.html>, 23.02.2012
11. EİE (2012e). <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/yogunlastiricilar.html>, 24.02.2012
12. Enerji Enstitüsü (2011). <http://enerjienstitusu.com/2011/11/18/col-gunesi-avrupayi-aydinlatacak/21.02.2012>
13. EPIA (2011) Market Report
14. ETKB (2012a). <http://www.enerji.gov.tr/BysWEB/DownloadBelgeServlet?read=db&fileId=42005>, 15.02.2012.
15. ETKB (2012b). <http://www.enerji.gov.tr/BysWEB/DownloadBelgeServlet?read=db&fileId=41999>, 15.02.2012
16. GÖKÇE, Deniz(2009) “Desertec” Dünya’yı kurtarabilecek mi?, 25.06.2009
17. Kişisel görüşme, Aziz KAYMAKÇI, Ağaoğlu Enerji Grubu Mersin Rüzgar Enerjisi Santrali Bakım Onarım Mühendisi, 18.04.2012
18. Kişisel görüşme, Sertaç SİVRİ, Ouraset Güneş Enerjisi Sistemleri İmalat Direktörü, 17.04.2012
19. Kişisel görüşme, Şule KARALI, KSG Makina Makina Mühendisi, 19.04.2012
20. Renewable Energy Policy Network (REN21) (2011), Renewables 2011 Global Status Report
21. Renewable Energy Policy Network (REN21) (2011), Renewables Interactive Map Country Profile: Turkey, [http://www.map.ren21.net/Turkey\\_Renewables\\_Profile](http://www.map.ren21.net/Turkey_Renewables_Profile)
22. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2011), Türkiye Enerji Politikalarımız Sunumu
23. World Wind Energy Association (WWEA) (2012), 2012 Small Wind World Report
24. WWF Türkiye, (2011), Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye
25. [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
26. [www.tureb.com.tr](http://www.tureb.com.tr)
27. [www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr)
28. Wikipedia (2012a). <http://en.wikipedia.org/wiki/Desertec>, 01.04.2012
29. Wikipedia (2012b). [http://en.wikipedia.org/wiki/Andasol\\_Solar\\_Power\\_Station](http://en.wikipedia.org/wiki/Andasol_Solar_Power_Station), 01.04.2012
30. Zaman Gazetesi (2011) <http://zaman.com.tr/haber.do?haberno=1183147&title=tamami-yerli-gunes-santrali-kuruldu>, 31.03.2012

Çınarlı Mah. Atatürk Cd. Sabancı İş Merkezi No:1/7 Seyhan 01103 / Adana / TÜRKİYE

T +90 322 3630040 F +90 322 3630041 • info@cka.org.tr / www.cka.org.tr



Çukurova Kalkınma Ajansı



# Çukurova Kalkınma Ajansı



## Çukurova Kalkınma Ajansı

Çınarlı Mah. Atatürk Cd. Sabancı İş Merkezi No:1/7 Seyhan 01103 / Adana / TÜRKİYE

T +90 322 3630040 F +90 322 3630041 • info@cka.org.tr / www.cka.org.tr