

# Rüzgâr Enerjisinde 3 T



Tasvir | Teferruat | Tasavvur



HAZİRAN

2012

SEKTÖR RAPORU

Bu rapor, rüzgâr enerjisini küresel, ulusal ve bölgesel ölçekte incelemek ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

**Grafik Tasarım :** Sinan KACIR  
Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı  
Basın Halkla İlişkiler Görevlisi

**Basım Yılı** : 2012

Bu raporun basılması ve çoğaltılması Ajansın iznine tabiidir. Yazar ve Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı ismine atıf yapılmak suretiyle alıntı yapılabilir.



T.C.  
KUZEY ANADOLU KALKINMA AJANSI  
Genel Sekreterlik

# Rüzgar Enerjisinde 3T

Tasvir | Teferruat | Tasavvur

HAZIRLAYAN  
**Mustafa GÜL**

Planlama, Programlama ve Koordinasyon Birimi Başkanı

Makale yazar adı içermektedir ve atıflar yazara yapılmalıdır. Makaledeki bulgular, yorumlar ve sonuçlar tamamen yazara ait olup; Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmamaktadır.

Değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Hüseyin ŞEN'e teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

Sunuş .....	i
Önsöz .....	ii
İçindekiler .....	iii
Tablolar, Grafikler ve Haritalar Listesi .....	iv
Kısaltmalar .....	iv
Tasvir .....	1
Teferruat .....	1
Tasavvur .....	7
Referanslar .....	14

## Tablolar, Grafikler ve Haritalar Listesi

### Tablolar Listesi

Tablo-1: Ülkelere Göre Toplam Rüzgâr Kurulu Gücü Kapasitesi, Değişimi ve Dünya Toplamı İçerisindeki Payı, 2009-2010 (MW ve % olarak) .....	5
Tablo-2: Türkiye’de RES Kurulu Gücü, 2006-2010 (Yıllara Göre Değişimi) .....	6
Tablo-3: TR82 Bölgesi’nde Rüzgâr Gücü Potansiyeli .....	9
Tablo-4: RES Yatırımlarında Maliyet ve İstihdam Senaryoları .....	10
Tablo-5: Rüzgâr Enerjisinde 2023 Senaryosu .....	11
Tablo-6: Tüm Potansiyel Kullanıldığında 2023 Senaryosu .....	11
Tablo-7: Rüzgâr Santrallerinden Elde Edilen Elektrik Enerjisi Alım Fiyatları .....	12
Tablo-8: Tam Yerli Kullanıma Göre Yatırımların Geri Dönüşleri .....	12

### Grafikler Listesi

Grafik-1: Dünya Toplam Birincil Enerji Arzının Yakıt Türlerine Göre Dağılımı, 1973-2009 (% olarak) ..	2
Grafik-2: Küresel Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı, 2009 (1.000 GWh ve % olarak) ..	2
Grafik-3: Küresel Toplam Rüzgâr Gücü Kapasitesi ve Değişimi, 2001-2010 (1.000 MW ve % olarak) .....	3
Grafik-4: Bölgesel RES Kurulu Gücü Miktarı ve Dağılımı, 2010 (MW Olarak) .....	4
Grafik-5: Avrupa Ülkelerinde RES Kurulu Gücü Miktarı ve Dağılımı, 2010 (MW Olarak) .....	4
Grafik-6: Türkiye’de RES Kurulu Gücünün ve RES’ten Elde Edilen Elektrik Enerjisinin Yıllara Göre Değişimi, 2006-2010 (% olarak) .....	6
Grafik-7: İşletmede ve Lisanslı Olan RES’lerin İllere Göre Dağılımı, 2010 .....	7
Grafik-8: İl Düzeyinde Rüzgâr Gücü Potansiyeli, 2010 (MW ve % olarak) .....	9

### Haritalar Listesi

Harita-1: TR82 Bölgesi İllerinin Rüzgâr Potansiyelleri .....	10
--	----

## KISALTMALAR

RES	: Rüzgâr Enerjisi Santrali
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
GWEC (KREK)	: Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi
WWEA	: Dünya Rüzgâr Enerjisi Derneği
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EEA	: Avrupa Çevre Ajansı

## TASVİR

Rüzgâr, güneş radyasyonunun yer yüzeyini farklı ısıtmasından kaynaklanır. Yer yüzeyinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olur. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık % 2'si rüzgâr enerjisine çevrilmektedir.

Meteorolojik açıdan rüzgâr aşağıdaki yerlerde oluşabilir:

- Basınç değişiminin fazla olduğu yerler,
- Yüksek, engebesiz tepe ve vadiler,
- Güçlü jeostrofik rüzgârların etkisi altında kalan bölgeler,
- Kıyı şeritleri,
- Kanal etkilerinin meydana geldiği dağ silsileleri, vadiler ve tepeler (EİE, 2012).

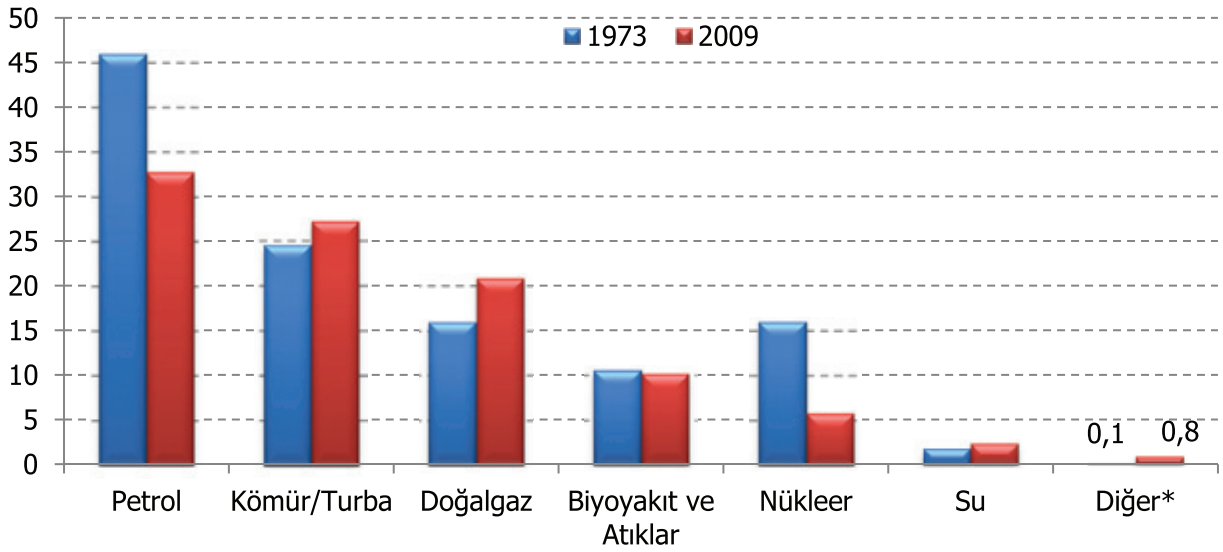
Rüzgâr gücü ise, rüzgâr enerjisinin kullanılabilir bir enerji formuna değişimini ifade eder. Bu enerji formları rüzgâr tribünleri aracılığıyla elektrik gücüne, yel değirmenleri aracılığıyla mekanik güce çevrilebilmektedir. Rüzgâr gücü ayrıca su pompalama, drenaj ve yelkenli deniz taşıtlarında kullanılmaktadır. Bu çalışma ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının gittikçe önem kazandığı günümüz dünyasında rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretme üzerine yoğunlaşacaktır.

Rüzgâr tribünleri ile üretilen elektrik enerjisinde başlıca unsurlar, rüzgâr hızı, kapasite faktörü, maliyet olarak sıralanabilir. Rüzgâr hızı, m/s cinsinden ölçülmekte; 7 m/s ekonomik rüzgâr enerjisi santrali (RES) yatırımı için alt limit kabul edilmektedir. Kapasite faktörü, bir RES'in bir yılda ürettiği enerji miktarının, aynı sürede üretebileceği azami enerji miktarına oranını ifade eder. %35 kapasite faktörü de ekonomik RES yatırımı için alt limit olarak kabul edilmektedir. Ancak bu alt limitler gelişen teknolojiler ile daha da düşük seviyeye gerilemektedirler. Üretim teknikleri optimize edilmiş ve seri üretim ve otomasyon ölçek ekonomilerinin oluşmasına yol açmıştır. Bu durum rüzgâr tribünlerinin üretim maliyetlerini düşürmekte; RES yatırımlarının maliyetleri de paralel olarak azalmaktadır (GWEC (a), 2010). Örneğin; 2010 yılında, 1 KW'lık kurulum için 1.327 € yatırım gerekirken 2015 yılında 1.276 Avronun aynı kurulum için yeterli olacağı öngörülmektedir (GWEC, 2010).

## TEFERRUAT

Dünya birincil enerji arzı tüketime paralel olarak hızla artmaktadır. Örneğin; 1971 yılında dünya birincil enerji arzı 6.111.000.000 ton eşdeğer petrolden yıllık ortalama yaklaşık %4'lük bir artışla 2009 yılında 12.150.000.000 ton eşdeğer petrole yükselmiştir (IEA, 2011). Bu süre zarfında, jeotermal, güneş, rüzgâr, ısı vb. enerji türlerinin dünya birincil enerji arzı içindeki toplam payı, 1973 yılında %0,1 iken, 2009 yılında %0,8'e yükselmiş; nükleer enerjinin payı ise %16'dan %5,8'e gerilemiştir (Bkz. Grafik-1).

**Grafik-1: Dünya Toplam Birincil Enerji Arzının Yakıt Türlerine Göre Dağılımı, 1973-2009 (% olarak)**

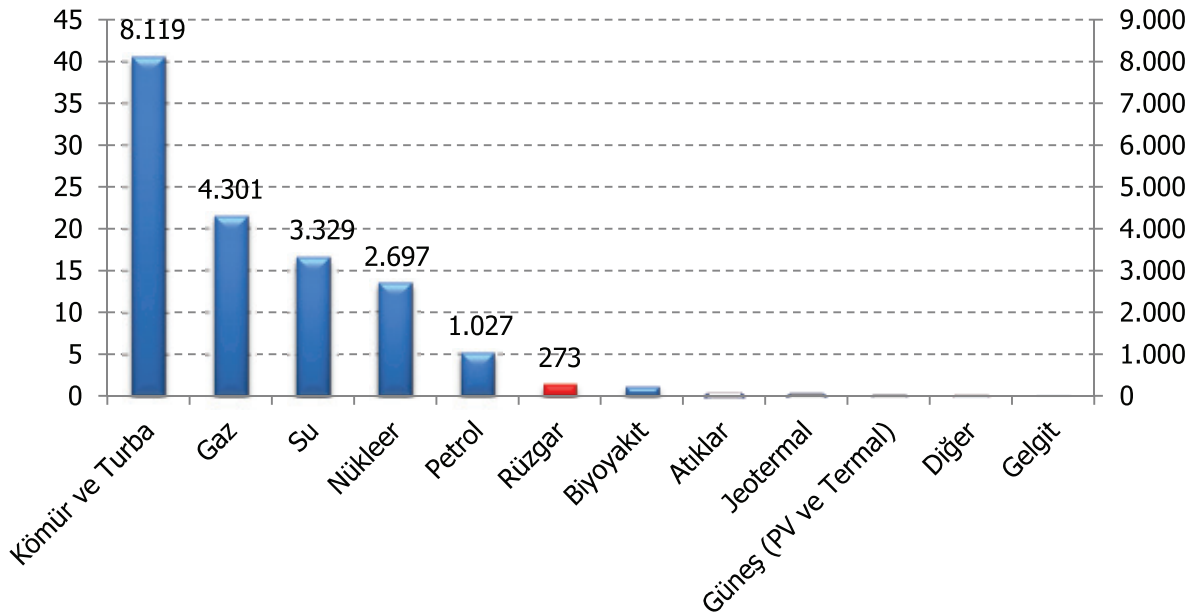


\* Jeotermal, güneş, rüzgâr, ısı vb.

Kaynak: IEA, 2011. Key World Energy Statistics 2011. <http://www.iea.org> (Erişim Tarihi: 02.02.2012).

Bu birincil enerji kaynakları farklı enerji biçimlerine dönüştürülerek, küresel enerji talebi karşılanmaktadır. Bu enerji biçimlerinden en önemlilerinden bir tanesi ise elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisi dünya genelinde farklı kaynaklardan elde edilmekte olup; bu kaynakların başında da kömür gelmektedir. Örneğin 2009 yılında 20.132.212 GWh'lik toplam küresel elektrik enerjisi üretiminin %40,3'ü kömürden karşılanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bu üretim içindeki toplam payı ise oldukça düşük olup; rüzgâr, biyoyakıt, Atıklar, jeotermal, güneş enerjisinin toplam içindeki payı sırasıyla %1,4, %1,1, %0,4, %0,3 ve 0,1'dir (Bkz. Grafik-2). Gelgit enerjisinin payı ise dikkate alınabilecek bir büyüklükte değildir.

**Grafik-2: Küresel Elektrik Enerjisi Üretim Kaynaklarına Göre Dağılımı, 2009 (1.000 GWh ve % olarak)**

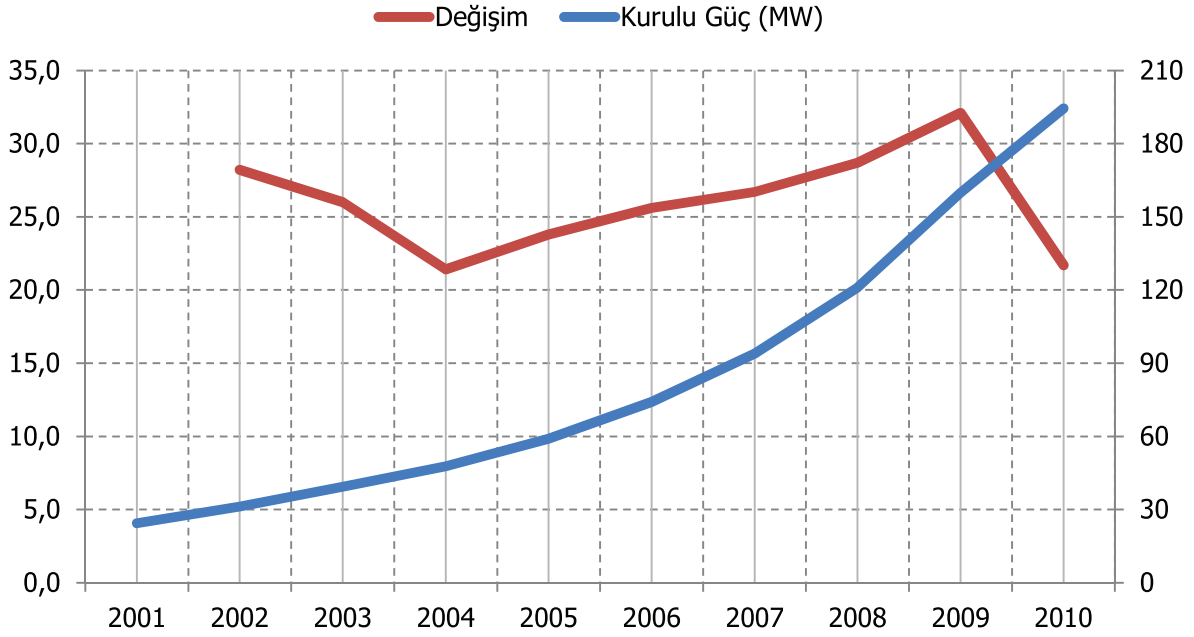


Kaynak: IEA, 2011. Statistics. <http://www.iea.org> (Erişim Tarihi: 02.02.2012).



Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik enerjisi üretimindeki payı düşük olmasına rağmen, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının miktarı her geçen gün artmaktadır. Örneğin, rüzgâr enerjisi santrallerinin küresel toplam kurulu gücü 2001 yılında 24.322 MW'tan 2010 yılında 194.389 MW'a yükselmiş ve aynı dönem içinde toplam kurulu güç yaklaşık olarak 8 kat artmıştır (Bkz. Grafik-3).

**Grafik-3: Küresel Toplam Rüzgâr Gücü Kapasitesi ve Değişimi, 2001-2010 (1.000 MW ve % olarak)**

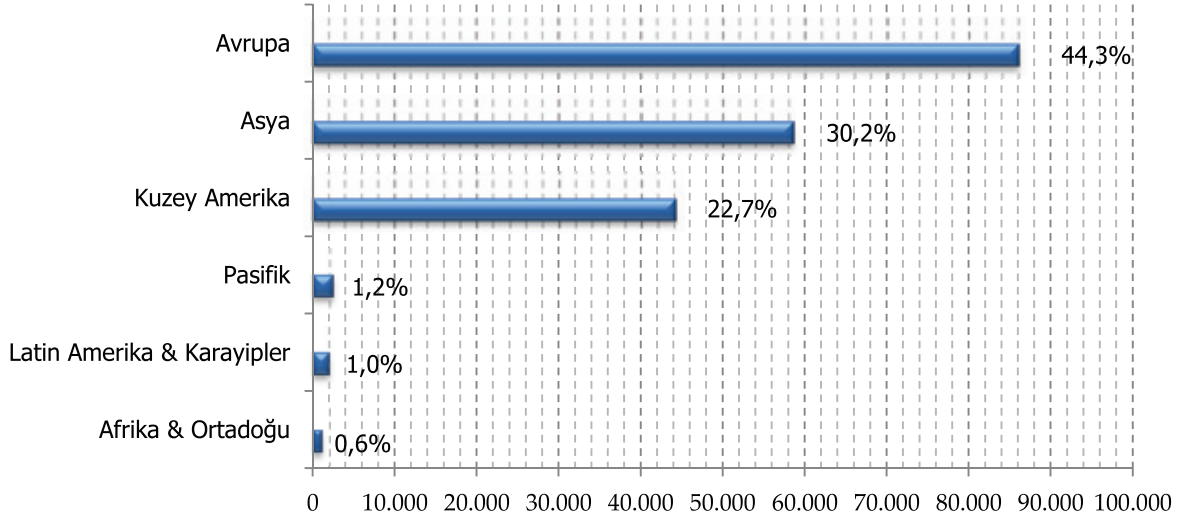


Kaynak: WWEA, 2010. World Wind Energy Report. <http://www.wwindea.org> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

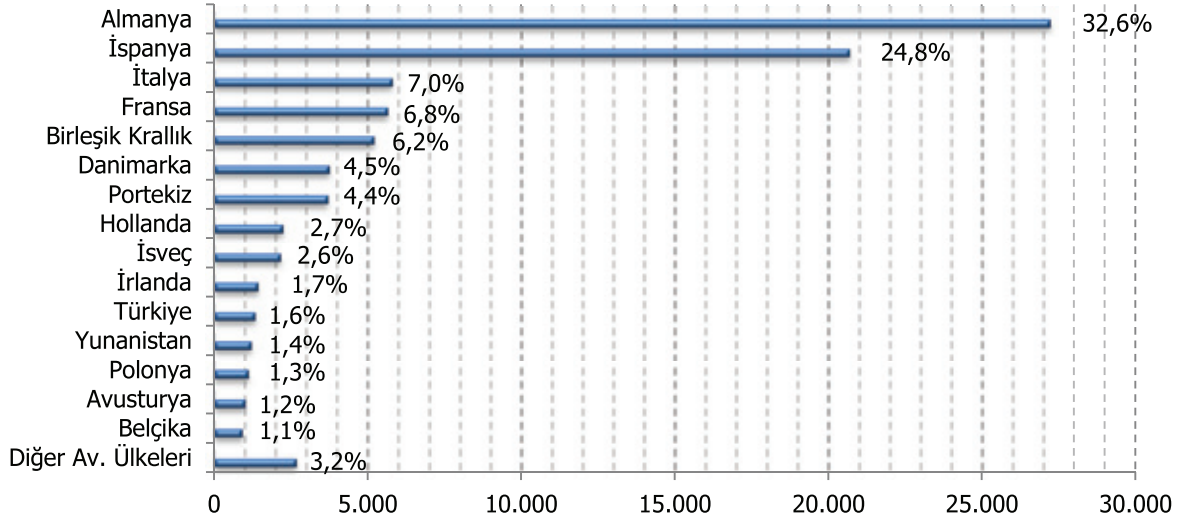
RES kurulu gücünün dünya ölçeğinde bölgelere göre dağılımında da büyük farklılıklar göze çarpmaktadır. Örneğin Türkiye'nin içinde bulunduğu Avrupa Bölgesi küresel toplam RES kurulu gücünün %44,3'üne ev sahipliği yapmaktadır (Bkz. Grafik-4). Ayrıca 2010 yılı itibarıyla, dünyanın en fazla kurulu gücüne sahip ilk on ülkesi arasında 6 Avrupa ülkesi (Almanya, İspanya, İtalya, Fransa, Birleşik Krallık ve Danimarka) yer almaktadır. Ancak ilk sırayı, büyük ölçekli yatırımlarla 2009 yılındaki 25.805 MW kurulu güç kapasitesini, 2010 yılı sonu itibarıyla %63,9'luk bir artışla 42.287 MW'a çıkaran Çin almaktadır (Bkz. Tablo-1).

Türkiye ise 2009 yılındaki 801 MW kurulu güç kapasitesini, 2010 yılı sonu itibarıyla %65,9'luk bir artışla 1.329 MW'a çıkarmıştır. Türkiye bu hızlı artış oranı ile Meksika, Tunus ve Arjantin'in ardından dünya genelinde kurulu gücünü bir önceki yıla kıyasla en çok artıran dördüncü Avrupa Bölgesinde ise birinci ülke olmuştur. 2010 yılındaki toplam kurulu güce göre dünya genelinde ilk üç sırayı Çin, ABD ve Almanya alırken Türkiye 17. Sırada yer almaktadır. Avrupa bölgesinde ise ilk üç sırayı Almanya, İspanya ve İtalya alırken, Türkiye Avrupa ülkeleri sıralamasında 11. sırada bulunmaktadır. Türkiye bu toplam kurulu güç kapasitesi ile dünya toplam kurulu güç kapasitesinin %0,7'sini, Avrupa Bölgesinin ise %1,6'sını oluşturmaktadır (Bkz. Grafik-5 ve Tablo-1).

**Grafik-4: Bölgesel RES Kurulu Gücü Miktarı ve Dağılımı, 2010 (MW Olarak)**



Kaynak: GWEC (b), 2011. Global Wind Statistics 2010. <http://www.gwec.net> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).



Kaynak: GWEC (b), 2011. Global Wind Statistics 2010. <http://www.gwec.net> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

**Tablo-1: Ülkelere Göre Toplam Rüzgâr Kurulu Gücü Kapasitesi, Değişimi ve Dünya Toplamı İçerisindeki Payı, 2009-2010 (MW ve % olarak)**

Ülkeler	2009 (MW)	2010'da Eklenen Kurulu Güç (MW)	Değişim Oranı (%)	2010 (MW)	Toplam İçindeki Payı (%)
Çin	25.805	16.482	63,9	42.287	21,8
ABD	35.086	5.094	14,5	40.180	20,7
Almanya	25.777	1.437	5,6	27.214	14,0
İspanya	19.160	1.516	7,9	20.676	10,6
Hindistan	10.926	2.139	19,6	13.065	6,7
İtalya	4.849	948	19,6	5.797	3,0
Fransa	4.574	1.086	23,7	5.660	2,9
Birleşik Krallık	4.245	959	22,6	5.204	2,7
Kanada	3.319	690	20,8	4.009	2,1
Danimarka	3.465	287	8,3	3.752	1,9
Portekiz	3.357	345	10,3	3.702	1,9
Japonya	2.085	219	10,5	2.304	1,2
Hollanda	2.223	14	0,6	2.237	1,2
İsveç	1.560	603	38,7	2.163	1,1
Avustralya	1.712	168	9,8	1.880	1,0
İrlanda	1.310	118	9,0	1.428	0,7
<b>Türkiye</b>	<b>801</b>	<b>528</b>	<b>65,9</b>	<b>1.329</b>	<b>0,7</b>
Yunanistan	1.086	122	11,2	1.208	0,6
Polonya	725	382	52,7	1.107	0,6
Avusturya	995	16	1,6	1.011	0,5
Brezilya	606	325	53,6	931	0,5
Belçika	563	348	61,8	911	0,5
Mısır	430	120	27,9	550	0,3
Tayvan	436	83	19,0	519	0,3
Meksika	202	315	155,9	517	0,3
Yeni Zelanda	497	9	1,8	506	0,3
Güney Kore	348	31	8,9	379	0,2
Fas	253	33	13,0	286	0,1
Şili	168	4	2,4	172	0,1
Kosta Rika	123	0	0,0	123	0,1
Tunus	54	60	111,1	114	0,1
Karayipler	91	8	8,8	99	0,1
İran	92	0	0,0	92	0,0
Arjantin	34	26	76,5	60	0,0
Filipinler	33	0	0,0	33	0,0
Pasifik Adaları	12	0	0,0	12	0,0
<b>Diğer Ülkeler</b>	<b>1.736</b>	<b>1.137</b>	<b>65,5</b>	<b>2.873</b>	<b>1,5</b>
<b>Dünya Toplam</b>	<b>158.738</b>	<b>35.652</b>	<b>22,5</b>	<b>194.390</b>	<b>100,00</b>

Kaynak: GWEC (b), 2011. Global Wind Statistics 2010. <http://www.gwec.net> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

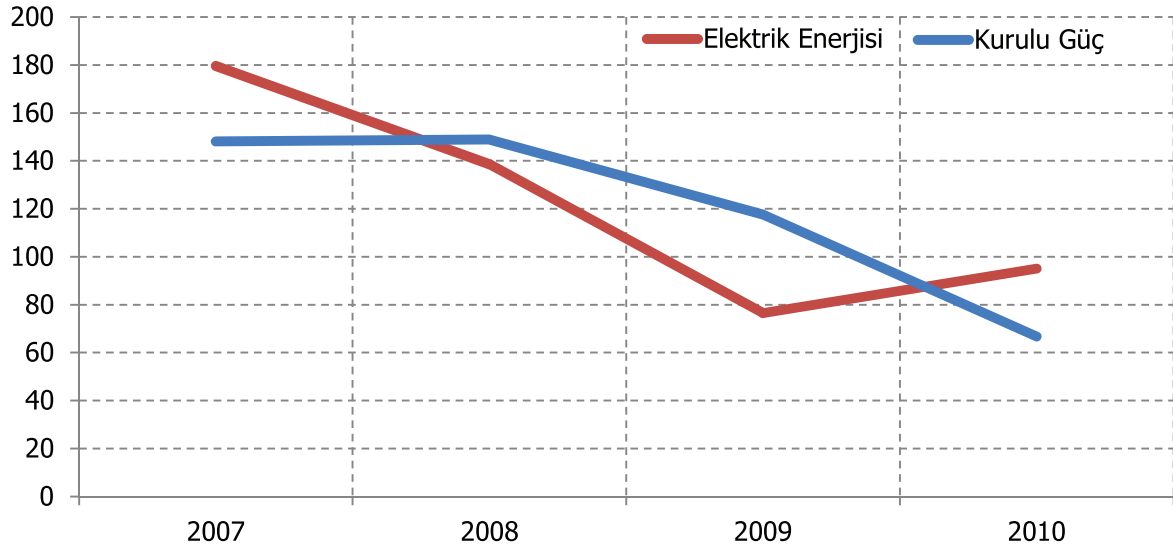
Bu toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü içerisinde açık denizde kurulu olan RES'lerin payı düşük kalmaktadır. Ancak rüzgârın engellere takılmadan esmesi dolayısı ile açık denizlerde RES'ler daha verimli olmaktadır. Ancak, hali hazırda açık denizlerde kurulu olan RES'lerin sayısı oldukça azdır. Avrupa Çevre Ajansı'na göre, Türkiye'nin kıydan 10 km'ye kadar yaklaşık 24.000 km<sup>2</sup>, 10-30 km arasında ise yaklaşık 4.000 km<sup>2</sup> olmak üzere toplam yaklaşık 28.000 km<sup>2</sup> RES yapılabilecek alan bulunmaktadır (EEA, 2009). Türkiye'de ise RES'lerin kurulu gücünün 1.320 MW'a ulaşması 2006-2010 yılları arasındaki büyük yatırımların sonucudur (Bkz. Tablo-2 ve Grafik-6). RES'ten elde edilen elektrik enerjisinin Türkiye'de üretilen toplam elektrik enerjisi içerisindeki payı 2006 yılında % 0,1 iken 2010 yılında % 1,4'e yükselmiştir.

**Tablo-2: Türkiye’de RES Kurulu Gücü, 2006-2010 (Yıllara Göre Değişimi)**

	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Kurulu Güç (MW)*</b>	59	146	364	792	1.320
<b>Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)</b>	127	355	847	1.495	2.916
<b>Toplam Elektrik Enerjisi Üretimindeki Payı (%)</b>	0,1	0,2	0,4	0,8	1,4

\*Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC) verileri arasında ihmal edilebilir farklılıklar bulunmaktadır. Kaynak: ETKB, 2012. İstatistik. <http://www.enerji.gov.tr> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

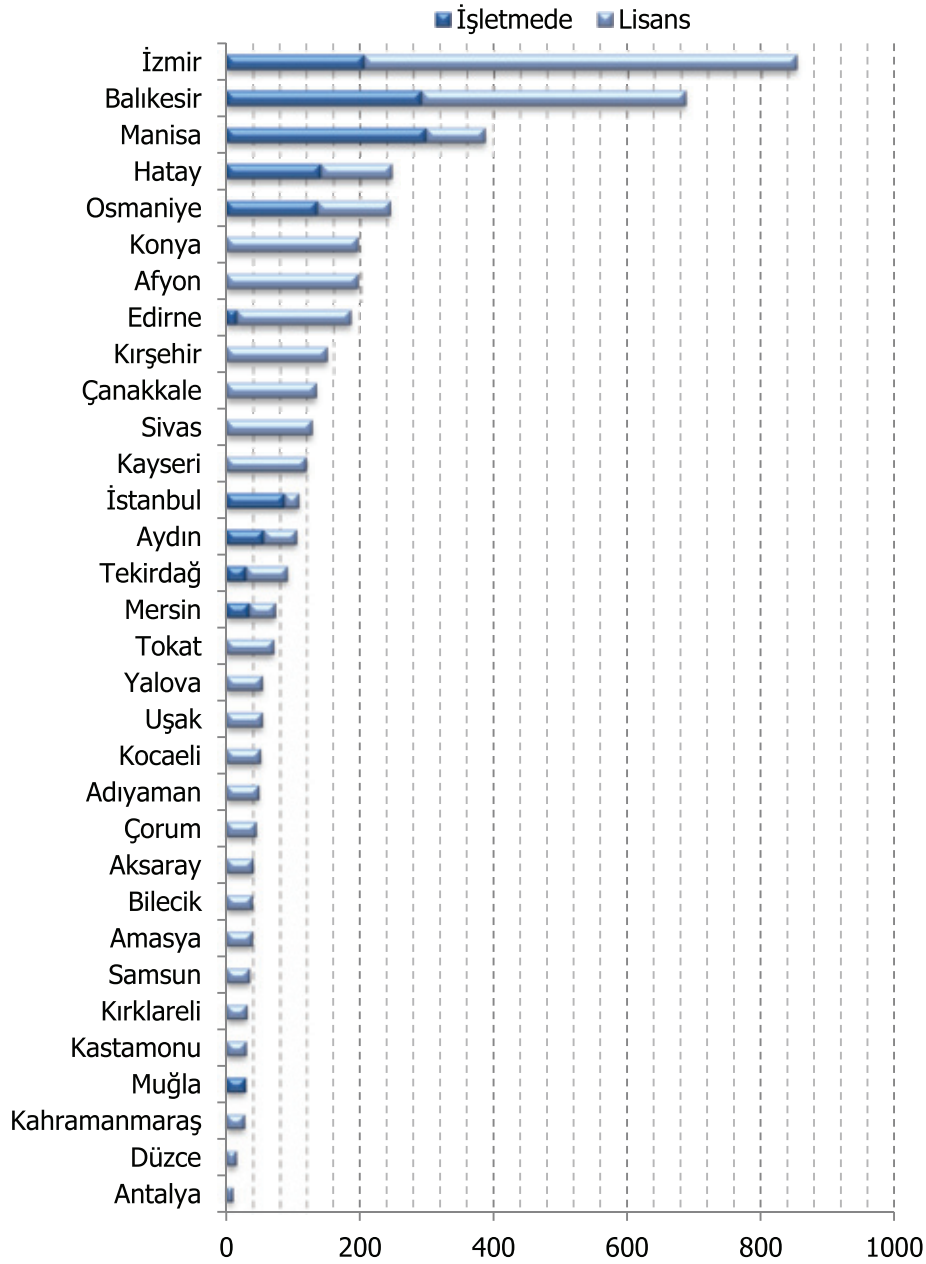
**Grafik-6: Türkiye’de RES Kurulu Gücünün ve RES’ten Elde Edilen Elektrik Enerjisinin Yıllara Göre Değişimi, 2006-2010 (% olarak)**



Kaynak: ETKB, 2012. İstatistik. <http://www.enerji.gov.tr> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

1320 MW’lık kurulu güç sadece 11 ilde bulunan RES’lere aittir. İşletmede olan RES’ler arasında en yüksek kurulu güce sahip olan il 297,80 MW’lık kurulu güç ile Manisa’dır (Bkz. Grafik-6). İzmir ise 647,10 MW ile en yüksek RES lisansına sahip il durumundadır. Bunlara ilaveten, Konya, Afyon, Edirne, Kırşehir, Çanakkale, Sivas, Kayseri gibi illerde de alınan lisansların kapasiteleri 100 MW’ın üzerindedir.

**Grafik-7: İşletmede ve Lisanslı Olan RES'lerin İllere Göre Dağılımı, 2010**



Kaynak: EİE, 2012. Rüzgar Enerjisi Çalışmaları. <http://www.eie.gov.tr> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

## TASAVVUR

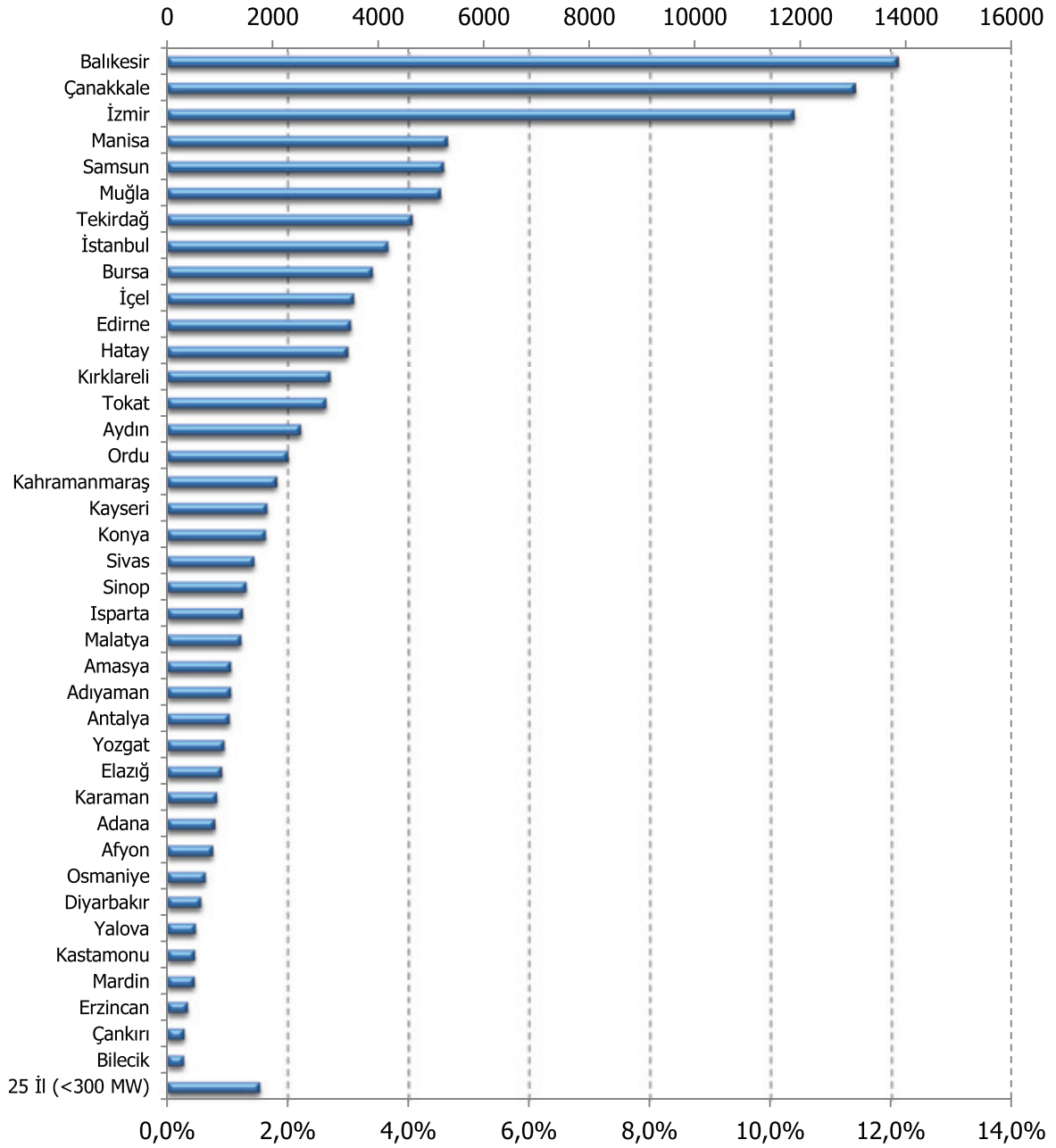
Türkiye'nin RES yatırımlarında mevcut eğilim, potansiyel ve ulusal hedefler göz önüne alındığında 2023 için farklı senaryolar çizmek mümkündür. Örneğin; rüzgâr enerjisi potansiyeli tam olarak kullanıldığında, gerçekleşmesi gereken yatırım tutarı ve bu yatırımın yaratacağı istihdam sayıları oldukça yüksek olabilmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada, Türkiye geneli, TR82 Bölgesi ve Bölge İlleri için 2 farklı senaryo çizilecektir. Bu senaryoların oluşturulmasında 3 farklı unsur kritik öneme sahiptir. Bunlardan ilki, RES yatırımları için uygun alanların büyüklüğüdür. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, RES yatırımı ya-

pılabilir alanlar ve potansiyel güçleri il düzeyinde belirlemiştir (Bkz. Grafik-7). Türkiye’de en fazla rüzgâr gücü kapasitesine sahip olan ilk üç il, Balıkesir, Çanakkale ve İzmir olarak sıralanmaktadır. TR82 Düzey 2 Bölgesin’de ise RES yatırımı yapılabılır alanlar ve rüzgâr gücü kapasiteleri illere göre büyük farklılıklar göstermektedir (Bkz. Tablo-3). Sinop ilinin rüzgâr gücü kapasitesi 1.491,12 MW ile bölgedeki en yüksek değere sahip olurken, Çankırı ve Kastamonu illerinin rüzgâr gücü kapasiteleri sırasıyla 315,36 ve 514,88 MW olup; Bölgedeki toplam potansiyel ise 2321,36 MW’tır.

Türkiye’deki geneline bakıldığında ise, 114.174,08 MW’lık bir potansiyel göze çarpmaktadır. Bu potansiyele, rüzgâr kapasitesi yeterli olan ancak RES yatırımı için uygun olmayan alanların potansiyeli dâhil değildir. EİE enerji amaçlı rüzgâr uygulamaları için kullanılamayacak özelliklerdeki alanların belirlenmesinde aşağıdaki kriterleri dikkate almaktadır (Bkz. Harita-1):

- Tüm karayolları ve demiryolları hatları ile 100 m emniyet şeridi içindeki alanlar
- 100 m sahil koruma şeridi içindeki alanlar
- Havaalanları ile 3 km emniyet şeridi içindeki alanlar
- Şehrsel alanlar ve 500 m emniyet şeridi içindeki alanlar
- Çevre Koruma, Milli Parklar ve Tabiat Alanları ve 500 m emniyet şeridi içindeki alanlar
- 50 m ve üzeri derinlikteki denizler
- Arazi eğimi %20’den büyük olan alanlar
- Rakımı 1.500 m ve üzeri olan alanlar
- Göller, nehirler, sulak alanlar, baraj gölleri içerisindeki alanlar
- Belirli orman tiplerine sahip alanlar (Koru Ormanları, Ağaçlandırma Alanları, Özel Ormanlar, Fidanlıklar, Sazlık ve Bataklık Alanlar, Muhafaza Ormanları, Arboratum).

**Grafik-8: İl Düzeyinde Rüzgâr Gücü Potansiyeli, 2010 (MW ve % olarak)**



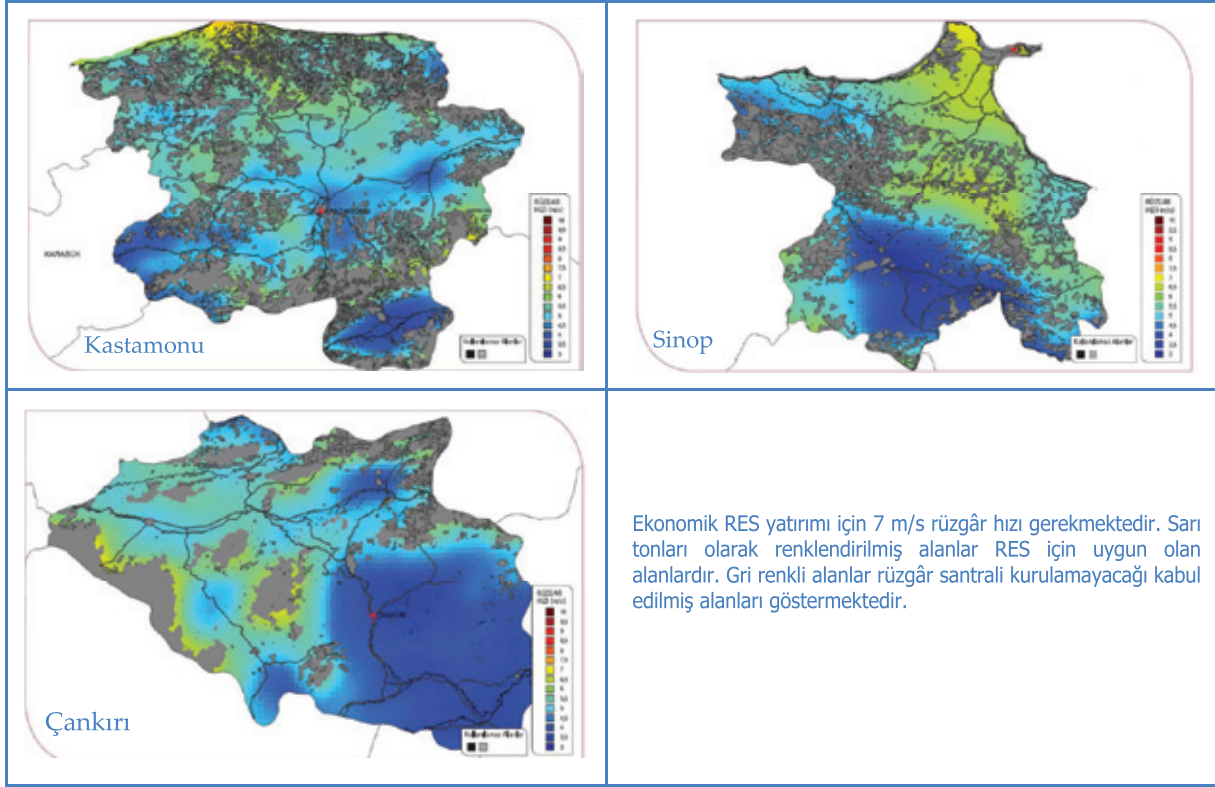
Kaynak: EİE, 2012. Rüzgâr Enerjisi Çalışmaları. <http://www.eie.gov.tr> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

**Tablo-3: TR82 Bölgesi'nde Rüzgâr Gücü Potansiyeli**

	50 m'de rüzgar gücü (W/m <sup>2</sup> )	50 m'de rüzgar hızı (m/s)	Toplam alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Kurulu Güç (MW)
Çankırı	300 – 400	6,8 – 7,5	60,48	302,40
	400 – 500	7,5 – 8,1	2,59	12,96
	<b>Toplam</b>		<b>63,07</b>	<b>315,36</b>
Kastamonu	300 – 400	6,8 – 7,5	79,90	399,52
	400 – 500	7,5 – 8,1	18,56	92,80
	500 – 600	8,1 – 8,6	4,51	22,56
	<b>Toplam</b>		<b>102,98</b>	<b>514,88</b>
Sinop	300 – 400	6,8 – 7,5	289,63	1.448,16
	400 – 500	7,5 – 8,1	8,59	42,96
	<b>Toplam</b>		<b>298,22</b>	<b>1.491,12</b>
<b>TR82</b>	<b>Genel Toplam</b>		<b>464,27</b>	<b>2321,36</b>

Kaynak: EİE, 2012. Rüzgâr Enerjisi Çalışmaları. <http://www.eie.gov.tr> (Erişim Tarihi: 01.02.2012).

### Harita-1: TR82 Bölgesi İllerinin Rüzgâr Potansiyelleri



Kaynak: EİE, 2012. Rüzgâr Enerjisi Çalışmaları. <http://www.eie.gov.tr/> (Erişim tarihi: 01.02.2012).

İkincisi ise maliyet unsurudur. RES maliyetleri ülkeden ülkeye değişmek ile birlikte Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (KREK) 3 farklı senaryo için 3 farklı birim maliyet belirlemiştir (Bkz. Tablo-4). Bu senaryolardan maliyet için, Türkiye'nin makro politikalarının bilgi ve teknoloji yoğun sektörlere geçişe ağırlık vermesi nedeni ile referans senaryo yerine orta senaryo tercih edilmiştir. Seçilen senaryo makro hedefler ile uyumlu olması açısından 2023 yılını temel almıştır. Bundan dolayı birim maliyet 2.767 TL/kW olarak yaratılacak istihdam ise 13 Kişi/MW olarak belirlenmiştir.

**Tablo-4: RES Yatırımlarında Maliyet ve İstihdam Senaryoları**

Senaryolar		2010	2015	2020	2030	
Referans	Maliyet (TL/kW)	3052	2934	2852	2797	
	Orta	Maliyet (TL/kW)	3056	2893	2852	2566
	İyi	Maliyet (TL/kW)	3054	2863	2695	2514
Üretim Süreçleri Optimize Edildiğinde	İstihdam (Kişi/MW)	14	-	13	12	

Kaynak USDA. [www.fas.usda.org/dlp/livestock\\_poultry.asp](http://www.fas.usda.org/dlp/livestock_poultry.asp) (Erişim: 01.02.2012).

Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, 2023 yılına kadar rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir. Bu yüzden senaryoda bu hedef göz önünde bulundurulmuştur.



**Tablo-5: Rüzgâr Enerjisinde 2023 Senaryosu**

	Toplam Potansiyel İçindeki Payı	Kurulu Güç (MW)	Kapasite Faktörü	Üretilen Enerji (MW/h)	Yaratılacak İstihdam (Kişi)	Gerekli Yatırım* (TL)	Yıllık Ortalama Yatırım* (TL)
Kastamonu	%0,5	100	0,35	306.600	1300	276.700.000	25.154.545
Çankırı	%0,3	60	0,35	183.960	780	166.020.000	15.092.727
Sinop	%1,3	260	0,35	797.160	3380	719.420.000	65.401.818
TR82	%2,1	420	0,35	1.287.720	5460	1.162.140.000	105.649.091
Türkiye		20.000	0,35	61.320.000	260.000	55.340.000.000	5.030.909.091

\* Birim yatırım maliyeti değeri 2.767 TL/kW alınarak hesaplanmıştır.

**Tablo-6: Tüm Potansiyel Kullanılığında 2023 Senaryosu**

	Kurulu Güç (MW)	Kapasite Faktörü	Üretilen Enerji (MW/h)	Yaratılacak İstihdam (Kişi)	Gerekli Yatırım* (TL)	Yıllık Ortalama Yatırım* (TL)
Kastamonu	515	0,35	1.578.622	6.693	1.424.672.960	129.515.724
Çankırı	315	0,35	966.894	4.099	872.601.120	79.327.375
Sinop	1.491	0,35	4.571.774	19.384	4.125.929.040	375.084.458
TR82	2.321	0,35	7.117.290	30.177	6.423.203.120	583.927.556
Türkiye	114.174	0,35	350.057.729	1.484.263	315.919.679.360	28.719.970.851

\* Birim yatırım maliyeti değeri 2.767 TL/kW alınarak hesaplanmıştır.

**Tablo-7: Rüzgâr Santrallerinden Elde Edilen Elektrik Enerjisi Alım Fiyatları**

5346 Sayılı Kanun (10/05/2005)		Alım Fiyatları (ABD Doları cent/kWh)
Baz Alım Fiyatı		7,3
Yerli üretim ise		
1- Kanat		0,8
2- Jeneratör ve Güç Elektroniği		1
3- Türbin Kulesi		0,6
4- Rotor ve Nasa Gruplarındaki Mekanik Aksamın Tamamı (Kanat Grubu ile Jeneratör ve Güç Elektroniği İçin Yapılan Ödemeler Hariç.)		1,3
<b>Toplam</b>		<b>11</b>
1 ABD Doları = 1.7 TL		18.7 kuruş/kWh

**Tablo-8: Tam Yerli Kullanıma Göre Yatırımların Geri Dönüşleri**

	Üretilen Enerji (MW/h)	Gerekli Yatırım (TL)	Elde Edilecek Yıllık Gelir (TL)	Yatırımın Yaklaşık Geri Dönüş Süresi*
Kastamonu	306.600	276.700.000	57.334.200	5 Yıl
Çankırı	183.960	166.020.000	34.400.520	
Sinop	797.160	719.420.000	149.068.920	
TR82	1.287.720	1.162.140.000	240.803.640	
Türkiye	61.320.000	55.340.000.000	11.466.840.000	



## REFERANSLAR

GWEC (a) (2010), "Global Wind Energy Outlook 2010"

<URL: <http://www.gwec.net/index.php?id=181> > [Erişim Tarihi: 01.02.2012].

GWEC (b) (2010), "Global Wind Statistics 2010"

<URL: [http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/GWEC\\_PRstats\\_02-02-2011\\_final.pdf](http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/GWEC_PRstats_02-02-2011_final.pdf) > [Erişim Tarihi: 01.02.2012].

WWEA (2010), "Global Wind Report 2010"

<URL: [http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010\\_s.pdf](http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010_s.pdf) > [Erişim Tarihi: 01.02.2012].

IEA (2011), "Key World Energy Statistics 2011"

<URL: [http://www.iea.org/publications/free\\_new\\_Desc.asp?PUBS\\_ID=1199](http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1199) > [Erişim Tarihi: 02.02.2012].

IEA (2011), "Statistics"

<URL: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=29](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=29) > [Erişim Tarihi: 02.02.2012].

EİE (2012), "Rüzgâr Enerjisi Çalışmaları"

<URL: [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar\\_index.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_index.html) > [Erişim Tarihi: 01.02.2012].

ETKB (2012), "İstatistik"

<URL: [http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y\\_istatistik&bn=244&hn=244&id=398](http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398) > [Erişim Tarihi: 01.02.2012].

EEA (2009), "Europe's onshore and offshore wind energy potential"

<URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/europes-onshore-and-offshore-wind-energy-potential> > [Erişim Tarihi: 01.02.2012].





## T.C. KUZEY ANADOLU KALKINMA AJANSI

Cebirail Mah. Saray Sk. No: 1 Kastamonu / Türkiye

Tel +90 366 212 58 52

Faks +90 366 212 58 55

E-posta [bilgi@kuzka.org.tr](mailto:bilgi@kuzka.org.tr)  
[www.kuzka.org.tr](http://www.kuzka.org.tr)