

İZMİR VE RÜZGAR ENERJİSİ

Alper KALAYCI
Makina Mühendisleri Odası
alper@alperkalayci.com

Dr. Cenk SEVİM
cenk.sevim@aerowind.com

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında maliyet ve verim parametreleri dikkate alındığında %92'lik deneyim eğrisi değerine sahip rüzgar enerjisi sistemleri araştırma geliştirme aşamasını tamamlamış bir ticari ürün olarak diğerlerinden bir adım öndedir. Küresel ölçekte 2012 yılı içinde 44.711 MW yeni rüzgar enerjisi santrali (RES) işletmeye alınmış ve 2012 yıl sonu itibariyle küresel rüzgar enerjisi kurulu gücü 282.430 MW' ta yükselmiştir.

Türkiye 48.000 MW'lık rüzgar enerjisi potansiyeli ile Avrupa'daki önemli rüzgar enerjisi potansiyeline sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'de rüzgar enerjisi potansiyeli ve gerçekleştirilen yatırımların dağılımı incelendiğinde Ege Bölgesi dikkat çekici bir şekilde ön plana çıkmaktadır. Temmuz 2013 itibariyle Türkiye'deki kurulu rüzgar gücü 2.619 MW düzeyine ulaşmıştır ve 970 MW devam eden RES projesi bulunmaktadır. Türkiye'deki işletmede olan RES'lerin %40'ı ve inşa halindeki RES'lerin %35'i Ege Bölgesinde yer almaktadır. Ege Bölgesinde de İzmir RES yatırımları açısından önemli bir merkez haline gelmiş durumdadır. İzmir'de kurulu 498 MW RES ve inşa halinde olan 165 MW RES projesi bulunmaktadır. İzmir'de işletmede olan ve inşası devam eden RES'lerin toplam yatırım değeri 665 milyon Euro civarındadır.

Bu bildirinin amacı küresel rüzgar enerji pazarındaki gelişmelerden ve İzmir merkezli olarak Türkiye'deki rüzgar enerjisi pazarında son yıllarda yaşanan gelişmelerin açıklanmasıdır.

GİRİŞ

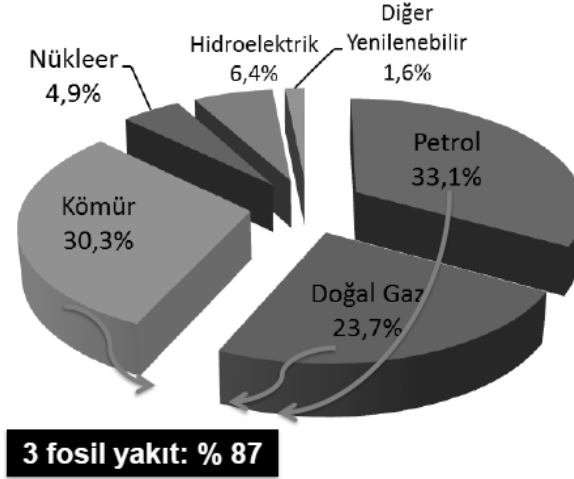
Enerji ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel kaynaklarının başında gelmektedir. Global ve ulusal düzeyde ülkelerin enerji talepleri gün geçtikçe artmaktadır. Hali hazırda fosil yakıtlara dayalı bir teknoloji sarmalı içinde yaşamaktayız ancak fosil kaynak rezervleri gün geçtikçe azalarak tükeniş noktasına doğru ilerlemektedir. Fosil kaynaklar tükeniş noktasına doğru ilerlerken sera emisyonu kaynaklı başta hızlı iklim değişikliği olmak üzere çeşitli çevre sorunlarının da temel kaynağını oluşturmaktadır. Bu noktada günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımlarının yaygınlaştırılması pek çok dünya ulusunun gündeminde yer almaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında maliyet ve verim parametreleri dikkate alındığında %92'lik deneyim eğrisi değerine sahip rüzgar enerjisi sistemleri araştırma geliştirme aşamasını tamamlamış bir ticari ürün olarak diğerlerinden bir adım öndedir

2012 yılsonu itibariyle Dünya birincil enerji tüketimi yaklaşık 12 milyar TEP düzeyinde gerçekleşmiştir. Birincil enerji tüketimine kaynak olan enerji türleri incelendiğinde, kullanmakta olduğumuz enerjinin %33,1'nin petrol, %30'nun Kömür, %23,7'nin doğal gaz, %6,4'nün hidrolik enerjiden, %4,9'nun nükleer enerjiden ve %1,6'nın diğer yenilenebilir

* Bu bildiri Makina Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

enerji kaynaklarından elde edildiği görülmektedir. Bu dağılıma göre birincil enerji tüketiminde %87 ile 3 fosil enerji kaynağının baskın oluşu dikkat çekmektedir. Dünya elektrik enerjisi üretimi değerlendirildiğinde enerjinin % 40'ı kömürden, % 20'si doğal gazdan, %7'si petrolden, %15'i nükleer enerjiden, %16'sı hidrolik enerjiden %2'si de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından (rüzgar, jeotermal, güneş vb.) karşılandığı görülmektedir. Söz konusu fosil enerji kaynaklarının neden olduğu sera gazı salımları dikkate alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi insanoğlunun geleceği açısından yaşamsal bir zorunluluk halini almaktadır.



Şekil 1.Dünya Birincil Enerji Tüketimi [1]

1970'li yıllarda OECD ülkeleri küresel enerji tüketiminin 2/3'nü gerçekleştirirken günümüzde bu değer küresel enerji tüketiminin 1/3'ne doğru ilerlemektedir. Diğer taraftan başta Çin, Hindistan ve Ortadoğu ülkeleri olmak üzere OECD dışı ülkelerin enerji tüketimleri büyük bir hızla artmaktadır. Bu gelişmelerin ışığı altında küresel enerji tüketim ekseninin doğuya kaydığı söylenebilir. İklim değişikliği tehlike sınırında bir eğilim göstermektedir. 2017 yılına kadar CO₂ emisyonları başta olmak üzere diğer sera gazlarının emisyonunun kısıtlanması konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan bir anlaşma oluşturulamaması halinde 2 °C'lik üst sıcaklık artış limiti aşılabacaktır[2]. Bunun sonucunda 2030'a kadar dünyadaki küresel sıcaklığın 3,5-4,5 °C'lik bir artış gösterebileceği öngörülmektedir. Ancak yaşanmakta olan finansal krizin gölgesinde iklim değişikliği sorunu ülkelerin gündeminden düşmektedir.

RÜZGAR ENERJİSİ

1970'li yıllardaki petrol krizlerinin ve 1990'lardan sonra iklim değişikliği merkezli olarak küresel ölçekte çevresel duyarlılığının artması sonucu yenilenebilir enerji teknolojilerine olan ilgi de artmıştır. Yenilenebilir enerji teknolojileri arasında %92'lik deneyim eğrisiyle rüzgar enerji teknolojileri diğer alternatiflerine göre günümüzde ön plana çıkmaktadır.

Gelişen teknolojiye paralel olarak düşen yatırım maliyetleriyle rüzgar enerjisi teknolojisi kısmen de olsa konvansiyonel enerji teknolojileri ile rekabet edebilir noktaya yaklaşmıştır (Tablo 1).

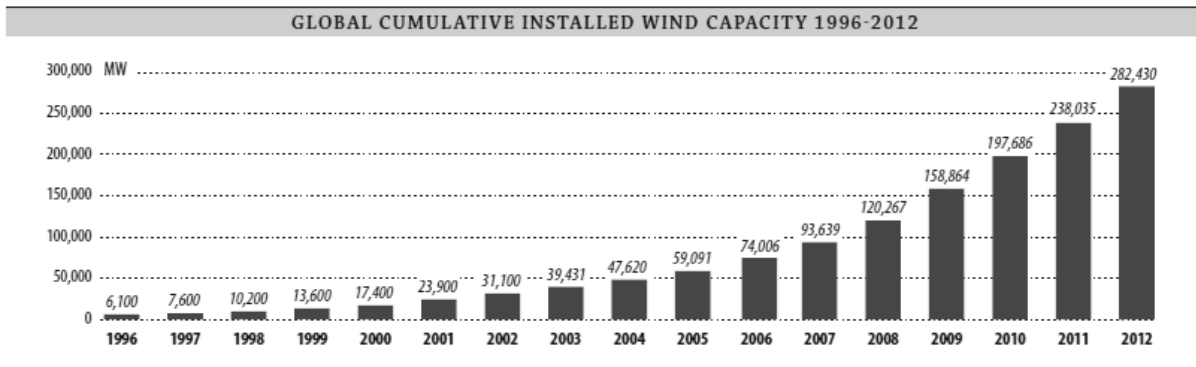
Tablo1. Enerji Teknolojileri Maliyet Karşılaştırması [3]

Teknoloji	Yatırım Maliyeti	Yakıt Maliyeti	İşletme-Bakım Maliyeti	Karbon Maliyeti	Sosyal Maliyetler
Rüzgar	Orta-Yüksek	Yok	Düşük	Yok	Çok Düşük
Kömür	Düşük	Orta	Düşük	Yüksek	Yüksek
Nükleer	Yüksek	Orta	Orta	Düşük	Yüksek
Doğal Gaz	Düşük	Yüksek	Orta	Orta	Orta

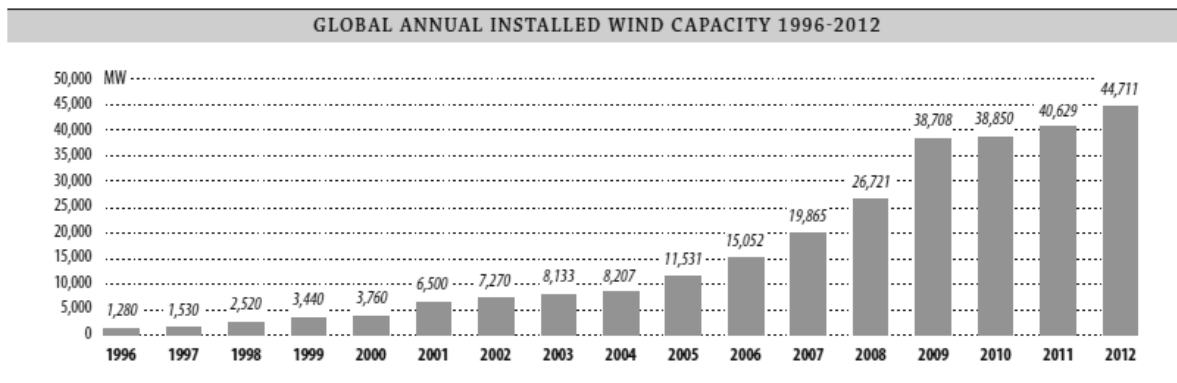
Rüzgar santralleri projelerinde ortalama yatırım maliyeti 1000-1250 € /kW civarındadır. Söz konusu yatırım maliyetinin yaklaşık %78'ni rüzgar türbini oluşturmaktadır.

KÜRESEL RÜZGAR ENERJİSİ PAZARI

1996'dan beri kümülatif rüzgar kurulu gücü logaritmik olarak artış göstermektedir. 2012 yılında 44.711 MW gücünde rüzgâr enerjisi santralının (RES) devreye alınmasıyla küresel rüzgar enerjisi kurulu gücü 282.430 MW düzeyine ulaşmıştır. (Şekil 2. ve Şekil 3.). 2012 yılı sonu itibariyle global rüzgar enerjisi pazarında %18'lik büyüme görülmüştür.



Şekil 2. Küresel Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü (1996-2012) [4]



Şekil 3. Küresel Yıllık Kurulan Rüzgâr Kurulu Gücü (1996-2012) [4]

Dünya’da ki RES yatırımları Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya’da yoğunlaşmış durumdadır. 2012 yılında eklenen en büyük kurulu güç 13.200 MW ile Çin’de olmuş ve Çin’deki rüzgâr enerjisi pazarı % 21 oranında bir büyüme sergilemiştir. Çin’i 13.124. MW ile ABD ve 11.566 MW ile de Avrupa bölgesindeki yatırımlar izlemiştir. 2012 yılı sonu itibariyle dünyadaki en büyük rüzgâr kurulu gücü 75.564 MW ile Çin’de bulunmakta ve onu 60.007 MW ile ABD’de takip etmektedir (Tablo 3).

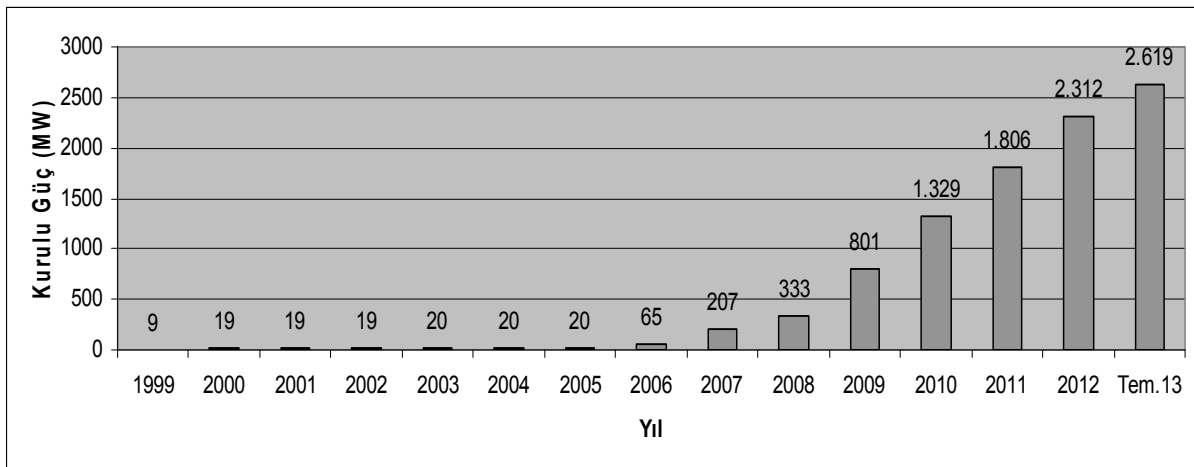
Tablo 2. Global Rüzgâr Enerjisi Pazarındaki İlk On Ülke (2012) [4]

Ülkeler	Kurulu Güç (MW)	Küresel Pazar Payı (%)	2012 kapasite artışı
Çin	75.564	26,8	13.200
ABD	60.007	21,2	13.124
Almanya	31.332	11,1	2.439
İspanya	22.736	8,1	1.122
Hindistan	18.421	6,5	2.336
İngiltere	8.445	3	1.897
İtalya	8.144	2,9	1.273
Fransa	7.196	2,5	404
Kanada	6.200	2,2	935
Portekiz	4.525	1,6	145
Diğer Ülkeler	39.853	14,1	7.836
Toplam	282.485	100	44.711

TÜRKİYE’ DE VE İZMİR’ DE RÜZGAR ENERJİSİ

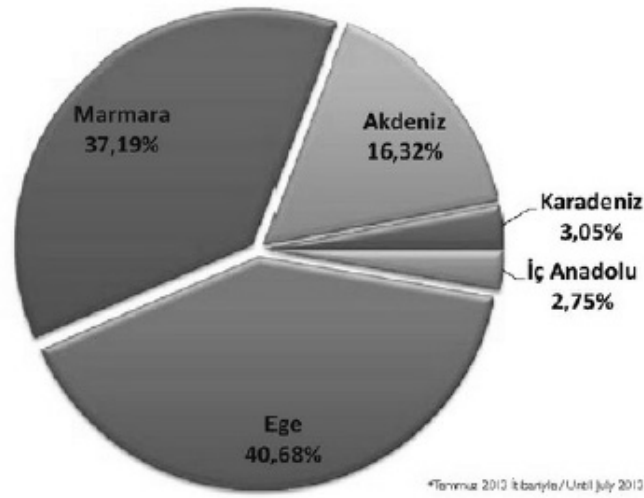
Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlasına göre Türkiye’deki teorik rüzgâr enerjisi potansiyeli yaklaşık 48.000 MW civarındadır. Söz konusu potansiyelin 38.000 MW’ tı karasal bölgelerde ve 10.000 MW’ da deniz üzerinde yer almaktadır.

2013’in ilk altı ayında Türkiye’de 307 MW’lık yeni RES yatırımı devreye alınmış ve Türkiye’nin rüzgar kurulu gücü 2.619 MW’ ta ulaşmıştır (Şekil 4).



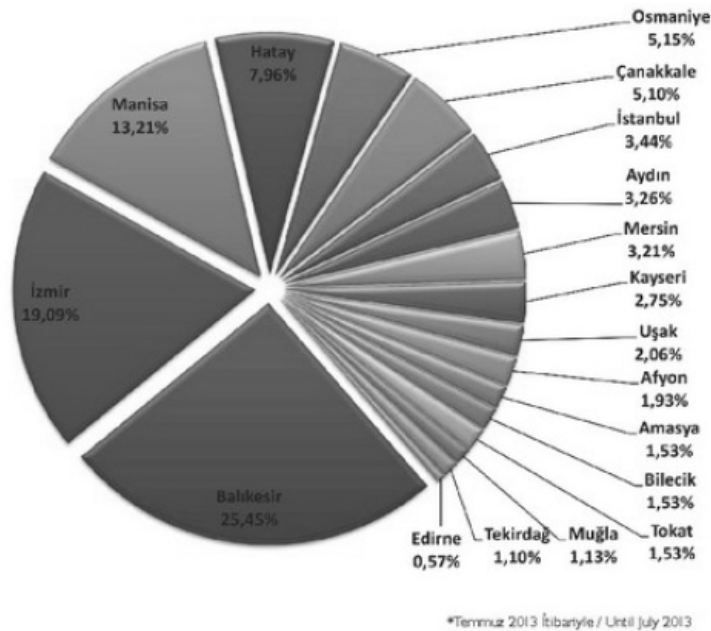
Şekil 4. Türkiye Kümülatif Rüzgar Kurulu Gücü (1999-Temmuz 2013)

2013 yılının ilk altı ayı itibariyle 2.619 MW olan kurulu rüzgar gücünün bölgelere göre dağılımı %40,68 Ege Bölgesi, %37,19 Marmara Bölgesi, %16,32 Akdeniz Bölgesi, %3,05 Karadeniz Bölgesi, %2,75 İç Anadolu Bölgesi şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. İşletme’de Olan RES’lerin Kurulu Güç Bakımından Bölgelere Göre Dağılımı (Temmuz 2013) [5]

Temmuz 2013 itibariyle işletmede olan 2.619 MW RES’in 498 MW’lık bölümü İzmir’de bulunmaktadır bu kurulu güç değeri Türkiye’deki kurulu rüzgar gücünün yaklaşık %19’na karşılık gelmektedir (Şekil 6). Bugüne kadar İzmir’de yapılan RES’lerin yatırım değeri de yaklaşık 500 milyon Euro civarındadır.



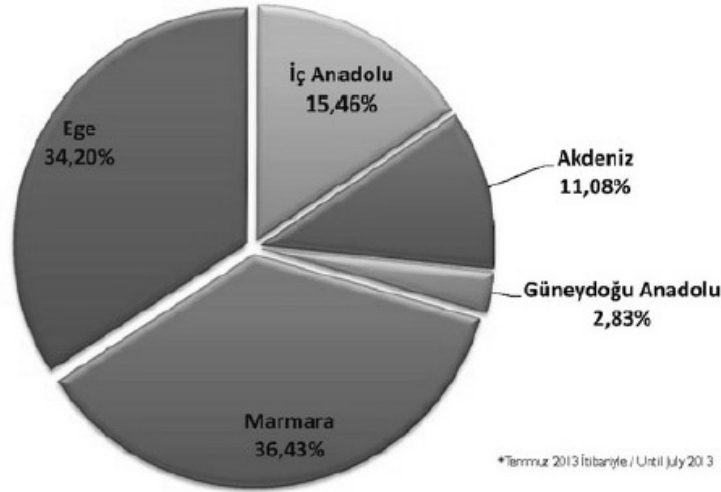
Şekil 6. İşletme’de Olan RES’lerin Kurulu Güç Bakımından İllere Göre Dağılımı (Temmuz 2013) [5]

2012 yılı sonu itibariyle Türkiye rüzgar enerjisi pazarında %28’lik büyüme görülmüştür (Tablo 3). 2012 yıl sonu itibariyle Türkiye’deki enerji kompozisyonunda kurulu güç açısından rüzgar enerjisinin payı %4 seviyesindedir.

Tablo 3. Yıllara Göre Türkiye'deki Rüzgar Kurulu Gücünün Gelişimi (1999-2012)

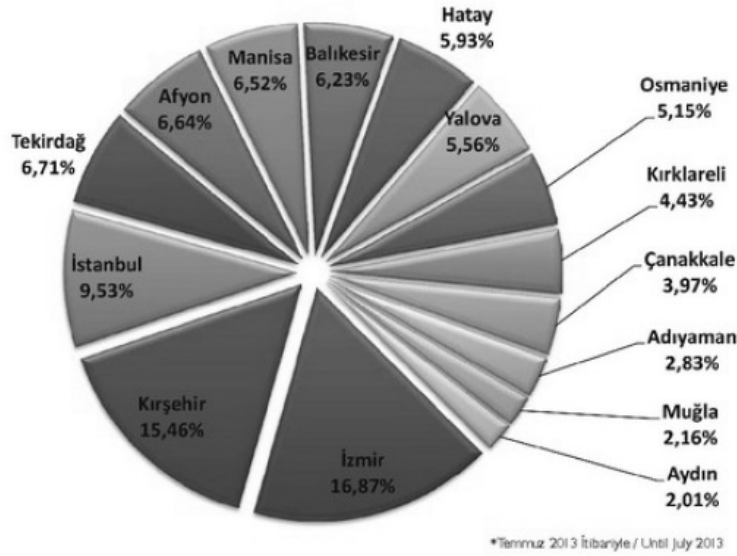
Yıl	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Eklenen Yeni Kapasite (MW)	Yıllık Kurulu Güç Artış Oranı (%)
2000	18,9	10,2	117
2001	18,9	0,0	0,0
2002	18,9	0,0	0,0
2003	20,1	1,2	6,3
2004	20,1	0,0	0,0
2005	20,1	0,0	0,0
2006	65,0	44,9	223,4
2007	207,0	142,0	218,5
2008	333,0	126,0	60,9
2009	801,0	468,0	140,5
2010	1.329,0	528,0	65,9
2011	1.800	476	35
2012	2.312	512	28

İnşası devam eden rüzgar enerjisi projelerinin bölgelere göre dağılımı%36,43 Marmara Bölgesi, %34,2 Ege Bölgesi, %15,46 İç Anadolu Bölgesi, %11,08 Akdeniz Bölgesi, %2,83 Güneydoğu Anadolu Bölgesi şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 7). İnşası devam eden bu projelerin tamamlanmasıyla Türkiye'deki kurulu rüzgar gücüne 970 MW daha RES eklenmiş olacaktır. Ayrıca 6.160 MW lisans almış RES projesi bulunmaktadır.



Şekil 7. İnşa Halinde RES'lerin Kurulu Güç Bakımından Bölgelere Göre Dağılımı (Temmuz 2013) [5]

Temmuz 2013 itibarıyla inşası devam eden 970 MW RES projesinin 165 MW'lık bölümü İzmir'de bulunmaktadır. İzmir'de yatırımı devam eden RES projeleri Türkiye'deki devam eden RES projelerinin yaklaşık %17'ne karşılık gelmektedir (Şekil 8). İzmir'de inşası devam eden RES projelerinin yatırım değeri de yaklaşık 165 milyon Euro civarındadır.



Şekil 8. İnşa Halinde RES'lerin Kurulu Güç Bakımından İllere Göre Dağılımı (Temmuz 2013) [5]

SONUÇ

Gelecekte rüzgar enerji teknolojisinde dört temel konu önemli başlıkları oluşturmaktadır. Bunlar, offshore rüzgar enerji santralleri, repowering uygulamaları, direct drive teknolojisine yönelim ve daha büyük nominal güce sahip rüzgar türbinlerinin üretimidir. Offshore rüzgar enerji santraller uygulamalarında inşaat maliyetini düşürebilecek konseptler üzerinde ve derin deniz offshore RES'leri konularında çalışmalar sürmektedir. Repowering uygulamaları da başta Almanya olmak üzere özellikle Avrupa ülkelerinde yaygın şekilde uygulanmaya başlanmış durumdadır. 2011 sonrası küresel rüzgar enerji pazarında teknik avantajları nedeniyle direct drive teknolojinin kullanıldığı RES'lerin yaygınlaşması beklenmektedir. Günümüzde RES yatırımlarında en çok tercih edilen rüzgar türbinleri 2-3 MW aralığında yer almakta olan rüzgar türbinleri olmaktadır bununla birlikte kullanım alanı kurulu güç oranını optimize edebilmek için başka bir ifadeyle minimum alanda maksimum gücü elde edebilmek için daha büyük nominal güce sahip rüzgar türbinlerinin üretimi için araştırma çalışmaları sürmektedir. Söz konusu çalışmalar kapsamında özellikle rüzgar türbinlerinde kullanılan malzeme teknolojisinde önemli gelişmeler beklenmektedir [6].

Haziran 2013 itibarıyla Türkiye'de ki kurulu güç 60.000 MW düzeyindedir. Son dönemlere ait eğilimler incelenerek Türkiye'nin önümüzdeki 10 yıllık dönemde elektrik talebinin yıllık ölçekte %6-8 arasında artacağı öngörülmektedir. 2023 yılına kadar kurulu gücün 100.000 MW civarına çıkması hedeflenmektedir. Gerek elektrik talep artış projeksiyonları ve gerekse kurulu güç hedefine göre Türkiye'de her yıl 8-10 milyar dolar civarında yeni yatırım gereksinimi bulunmaktadır.

Mevcut elektrik şebeke alt yapısı dikkate alındığında ise elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgar enerjisi potansiyeli 10.000 MW düzeyinde hesaplanmıştır. Ayrıca elektrik şebekesinde yapılabilecek olası revizyon çalışmaları sonucu orta vadede elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgar enerjisi potansiyelinin 20.000 MW seviyesine yükselmesi olası görülmektedir ki 2023 yılına kadar Türkiye'de rüzgar kurulu gücünde 20.000 MW seviyelerine ulaşılması öngörülmektedir.

Türkiye'deki reel rüzgar enerjisi pazarı 8-10 milyar Euro arasında ve potansiyel rüzgar enerjisi pazarı da 18-20 milyar Euro arasında değere sahiptir [7]. İzmir'de işletmede olan ve inşası devam eden RES'lerin toplam yatırım değeri 665 milyon Euro civarındadır. Söz konusu bu yatırım değerleri dikkate alındığında İzmir'in rüzgar enerjisi açısından önemli bir merkez haline geldiği ortadadır. Türkiye'deki rüzgar enerjisi yatırımlarının sürekliliğinin sağlanabilmesi için rüzgar potansiyeli yüksek bölgelerdeki zayıf şebekelerin güçlendirilmesi ve enerjinin güçlü tüketim noktalarına taşınması için gereken yeni iletim hatlarının yapılması bir zorunluluktur.

Türkiye'nin Avrupa ülkeleri arasında İspanya'dan sonra en büyük rüzgar enerjisi potansiyeline sahip olduğu düşünüldüğünde, Türkiye'nin bu potansiyelini doğru yatırım ve politikalarla kullanabilmesi halinde global rüzgar enerjisi pazarında önemli bir oyuncu haline gelmesi olasıdır.

KAYNAKLAR

Bp Statistical Review 2013

SEVİM,C. Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik, Seçkin Yayınları, Ankara, 2012 ISBN: 978-975-02-1892-7

SEVİM,C. Rüzgâr Enerji Sektöründeki Tekno-Ekonomik Gelişmeler ve Türkiye Rüzgar Enerjisi Sektörü İçin Yol Haritası, Türkiye 12. Enerji Kongresi, Ankara, Türkiye, Kasım 2012

Global Wind Statistics 2012, Global Wind Energy Council (GWEC)

Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TÜREB), İstatistikler

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2011

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2012