

# AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NDEKİ RÜZGÂR ENERJİSİ ÜRETİMİNİN GÜNCEL BİR ANALİZİ

**Mehmet Hakan Keskin**

*Yrd. Doç. Dr.,  
Türk Hava Kurumu Üniversitesi,  
İşletme Fakültesi,  
Lojistik Bölümü, Ankara  
mhkeskin@thk.edu.tr*

**Kürşad Melih Güleren \***

*Yrd. Doç. Dr.,  
Türk Hava Kurumu Üniversitesi,  
Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi,  
Uçak Mühendisliği Bölümü, Ankara  
kmguleren@thk.edu.tr*

## ÖZET

Bu çalışmada, Avrupa Birliği üye ülkelerin ve aday ülke Türkiye'nin rüzgâr enerjisi üretiminin son iki yılındaki verileri baz alınarak güncel analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucu Almanya'nın 2020 yılına kadar rüzgâr enerjisi üretimindeki liderliğini koruyacağı düşünülmektedir. Bunun yanında Birleşik Krallık'taki atak dikkat çekicidir. Türkiye şu anda 10. sırada bulunmaktadır.

Türkiye'nin rüzgâr enerjisinde politikaların azalmadan devam ettirilmesi durumunda 2020 yılına kadar 8. sıraya çıkacağı tahmin edilmektedir. Fakat Avrupa'da daha önemli bir noktada bulunmak açısından ilk 5 ülke arasında yer alması gerektiği, bunun için var olan rüzgâr enerjisi politikaların bir adım ileriye taşınması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji, Avrupa Birliği, Türkiye

## A Current Analysis of the Wind Energy Production of the Republic of Turkey and the European Union

### ABSTRACT

In this study, an up-to-date analysis of the wind energy production of the European Union member states and candidate countries was performed on the basis of data for the last two years. Germany is believed to keep the position of the leadership in the production of wind energy until 2020. However, the efforts shown by the United Kingdom are noticeable. Turkey holds currently the tenth place.

Turkey is believed to hold the eight place provided that Turkey's wind energy policies continue without interrupted until 2020. However, Turkey should be located among the top five countries to occupy a reputable place, and for this it is proposed that the existing wind energy policies should be set one step forward.

**Keywords:** Wind energy, renewable energy, the European Union, Turkey

\* İletişim yazarı

Geliş tarihi : 09.11.2012

Kabul tarihi : 13.03.2013

Keskin, M. H., Güleren, K. M. 2013. "Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'ndeki Rüzgâr Enerjisi Üretiminin Güncel Bir Analizi" Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, s. 57-68.

## 1. GİRİŞ

Fosil (hidrokarbon) enerji kaynaklarıyla mukayese edildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel anlamda kullanım oranlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı, mevcut trendlerde önemli bir değişim olmaması halinde, 2030'lu yıllarda küresel enerji tüketiminin sadece %14'ünün, küresel elektrik üretiminin ise maksimum %25'inin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanabileceğini öngörmektedir [1]. Bu nedenle enerji arz güvenliği sorununu çözmeye çalışan büyük ölçekli enerji tüketicisi küresel aktörler, zorunlu olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Yenilenebilir enerji türleri arasında, rüzgâr enerjisi, kullanım alanı en hızlı artan ve dolayısıyla üzerinde en çok çalışılanlardan birisidir.

Enerjinin stratejik öneminin her geçen gün daha çok artması Topluluğun\* enerji konusuyla daha çok ilgilenmesine [2] neden olmuştur. Son genişleme kuşağıyla 27 üyeye ulaşan ve giderek daha büyük bir enerji tüketicisi [3] haline gelen Avrupa Birliği (AB), hâlen fosil kaynakların yüzde 50'sinden fazlasını ithal etmektedir. AB Komisyonuna göre [4] Topluluğun ithalat bağımlılığı 2030'larda yüzde 80'lere kadar yükselecektir. Küresel ekonomik kriz nedeniyle önemli sıkıntılar yaşayan AB'nin, küresel aktör misyonunu koruyabilmesi; enerji arz güvenliğini sürdürülebilir hâle getirmesine bağlıdır. Bu nedenle, fosil kaynaklara alternatif arayışı içinde olan AB, yenilenebilir enerjilere en yüksek yatırım yapan küresel aktör konumuna gelmiştir. Bu yöneliş, sadece Topluluk seviyesinde kalmamış, rüzgâr enerjisi kullanımında, Almanya, İspanya, Danimarka, Fransa gibi Avrupa ülkeleri küresel sıralamada ilkler arasında yer almışlardır. Buna rağmen, AB üyesi birkaç endüstrileşmiş ülkenin, 1970'lerde başlattığı yenilenebilir enerji çalışmalarında, bugün itibarıyla beklenen seviyeye geldiğini söylemek mümkün değildir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının AB seviyesinde kullanım oranı %10'u bir türlü aşamamıştır. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Kurumunun (EWEA) verilerine göre, 2011 yılı sonu itibarıyla rüzgâr enerjisi, tüketilen toplam elektriğin %6.3'ünü karşılamaktadır. Ancak bu durum, AB'nin ve üye ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına gerekli önemi vermediği anlamına gelmemektedir. Aksine, yine aynı kurumun verilerine göre, rüzgâr enerjisi üretiminde son 17 yılda %15.6 dolaylarında bir yıllık büyüme gerçekleşmiştir. 2020 yılında Avrupa'da 40 GW'ı off-shore (kıyıdan uzak) olmak üzere toplam 230 GW'lık üretim gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bunun da toplam elekt-

rik ihtiyacının %14-17'sini karşılayacağı öngörülmektedir. Avrupa'da rüzgâr enerjisine yatırım yapan ülkeler arasında yaklaşık 29 GW'lık kapasiteye sahip Almanya ilk sırada yer almaktadır. Dünya sıralamasında üçüncü olan Almanya'nın önünde ABD yaklaşık 47 GW'lık kapasiteyle ikinci, Çin ise 63 GW'lık kapasiteyle ilk sıradadır [5]. Çin, Hindistan, Şili ve Meksika'nın da bulunduğu bazı ülkelerde rüzgâr teknolojisinin etkin kullanımında kayda değer bir artış görülmektedir.

Türkiye, AB'ne benzer şekilde, fosil yakıt ihtiyacını ithal ederek karşılayan bir ülke durumundadır. Ulusal enerji politikasını, enerji açığını, coğrafi avantajından faydalanarak, transit enerji ülkesi haline gelerek kapatmak şeklinde belirlemiştir. Bu politika kapsamında, son birkaç 10 yıl içinde, birçok önemli doğal gaz ve ham petrol boru hattı projesini hayata geçirmiştir. Bazı büyük ölçekli projelerin gerçekleştirilmesi çalışmalarına da devam etmektedir. Transit ülke olma stratejisinin başarısı, Türkiye'nin batıya aktarmayı düşündüğü fosil kaynakların bulunduğu coğrafyalardaki sıcak savaşa varan siyasi istikrarsızlık nedeniyle ciddi tehditler altındadır. Üstelik mevcut projeler, giderek büyüyen Türkiye'nin enerji arz güvenliği sorununun çözümü için yeterli büyüklükte değildir. Mevcut hatlara ilave olarak gerçekleştirilmesi düşünülen ve maliyetleri çok yüksek olan başta Nabucco [6] gibi bazı yeni projelerin hayata geçirilmesinin bir başka zorluğu, küresel anlamda çok geniş siyasi mutabakatın sağlanmasındaki güçlüklerdir.\*\* Bu noktadan hareketle, Türkiye'nin enerji politikasına [7] transit ülke olmanın yanı sıra bir başka bileşen olarak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi eklenmiş ve fosil kaynaklara alternatif arayışına gidilmiştir. Bir başka ifadeyle, geniş ve zengin coğrafyasının avantajını daha etkin kullanmak isteyen Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek durumunda kalmıştır. Daha çok hidrolik enerjinin gündemde olduğu dönemin ardından, başta rüzgâr enerjisi olmak üzere, diğer yenilenebilir enerji türleri üzerinde teorik ve pratik çalışmalar görülmeye başlanmıştır. Tüm bu gelişmelere rağmen, günümüzde Türkiye'nin mevcut rüzgâr enerji potansiyelinin yeterince değerlendirilemediği görülmektedir.

Bu tespitlerden hareketle çalışmada, önce rüzgâr enerjisinin teknik boyutu hakkında kısa bilgi verilmiş, ardından yenilenebilir enerji kaynaklarına en çok yatırım yapan AB ile yaklaşık yarım asırdır AB'ye üye olmaya çalışan Türkiye'nin mevcut rüzgâr enerjisi potansiyeli ve uygulamaya çalıştığı rüzgâr enerjisi politikaları mukayeseli olarak ele alınmıştır.

## 2. RÜZGÂR ENERJİSİ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından kullanım alanı artarak büyüyen ve üzerinde en çok çalışılan rüzgâr enerjisidir [8]. Rüzgâr enerjisi, güneşin yer yüzeyini ve atmosferi farklı derecede ısıtmasıyla oluşan basınç değişimleri sonucu ortaya çıkan doğal bir enerji türüdür. Dünya yüzeyine ulaşan güneş enerjisinin oldukça küçük bir bölümü (%1-2'si) rüzgâr enerjisine çevrilebilmektedir [9]. Yel değirmenleriyle başladığı tahmin edilen süreçte, insanoğlu aralarında yelkenli gemilerin de olduğu çok farklı alanlarda en az üç bin yıldır rüzgâr enerjisinden faydalanmıştır. Günümüzde başta Avrupa olmak üzere, ABD ve Asya'daki birçok gelişmiş ülke, günlük yaşamın vazgeçilmez olan elektrik enerjisini, rüzgâr enerjisiyle üretmektedir [10].

Genellikle rüzgâr enerjisi uygulamaları, yüksek kulelerin tepelerine monte edilmiş yatay eksenli geniş çaplı pervanelerin dönme hareketlerinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi şeklindedir. Gürültü kirliliği ve sürdürülebilir olması dışında kayda değer bir dezavantajı bulunmayan rüzgâr enerjisi, son yıllarda dünyanın kullanım oranı en hızlı artan enerji kaynakları arasındadır. Milenyumun ilk 10 yılının geride kaldığı günümüzde dünyada 20 binin üzerinde türbinde elektrik üretilmektedir. Bunların birçoğu, rüzgâr çiftlikleri denen, belli bir kapasitede elektrik üreten rüzgâr türbin gruplarıdır [11].

Rüzgâr teknolojisi hızla gelişmektedir. 1995 yılında üretilen bir türbin ancak 600 kW güçte iken, günümüz teknolojisiyle geliştirilen türbinlerin gücü 10 MW'a kadar artmıştır. Örneğin Norveç orijinli bir işletme olan Sway Turbine firması ST10 adını verdiği 10 MW'lık off-shore rüzgâr türbinin ticari üretimini yapmaktadır [12]. Son yirmi yılda yaşanan teknolojik gelişme sayesinde, arazilerin kullanım oranı optimize edilmiş, kurulum ve işletim maliyetlerinde de azalmalar görülmüştür. Örneğin her kWh başına düşen rüzgâr enerjisi maliyeti son 15 yılda yüzde 50 azalmıştır [13]. Ortalama bir sahada modern bir rüzgâr türbini üç dört ay içerisinde imalatında kullanılan miktarda enerjiyi üretebilir hâle gelmiştir. Rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik maliyetlerinin bugünkü 4,7 sent/kWh değerinden 2020 yılına dek 2,5 sent/kWh değerine kadar gerileyeceği öngörülmektedir. Rüzgâr çiftliklerinin kolayca sökülebilmesi ve enerji üretimi için kullanılan sahanın kolaylıkla eski haline getirilebilmesi rüzgâr enerjisinin önemli avantajları arasındadır. Rüzgâr teknolojisindeki gelişmeler doğrultusunda rüzgâr türbinlerinin geri kazanılabilirlik oranı da giderek artmaktadır. Az sayıda, büyük enerji üretim merkezleri kurmak yerine, ülke geneline küçük üniteler halinde yayılmış rüzgâr türbinleri kurmak maliyet etkinliği açısından avantaj sağlamaktadır. Rüzgâr enerjisinden verimli sonuç alınması için uygulanacak bölgenin coğrafi yapısı da dikkate alınmalıdır. Bazı bölgelerde deniz alanları, karasal alanlara göre daha avantajlı olabilmektedir. Bu nedenle bu tip bölgelerde deniz üzerine rüzgâr santralleri kurulması tercih

edilmektedir. Rüzgâr enerjisinin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Rüzgârdan enerji üretmek için gereken rüzgâr hızı olan ortalama 5,5 m/s (20 km/h)'lik bir süratin üzerine çıkılmasının çok az bölgede mümkün olması, rüzgâr enerjisinin yaygın biçimde kullanılmasının önündeki engellerin başında gelmektedir.

Dünyadaki rüzgâr türbini üretiminde pazarı domine eden az sayıda işletme bulunmaktadır. İlk on rüzgâr türbini üreticisine ait pazar payları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Söz konusu tabloda bu ilk on firmanın pazardaki payının yaklaşık %80 civarında olduğu görülmektedir. Bunlardan AB'nde bulunan firmalar olan Vestas (Danimarka), Gamesa (İspanya), Enercon ve Siemens (Almanya)'in payları yaklaşık %35 oranındadır.

Türkiye'de de son yıllarda rüzgâr enerjisi üretiminde kayda değer ölçekte yatırım yapılmaya başlanmıştır. Küresel ölçekte payı oldukça düşük olmakla birlikte, Türkiye'de çok sayıda firma rüzgâr enerji pazarında yer almaya ve üretim yapmaya başlamıştır. Altinel Enerji, Ayetek Wind, Soyut Wind, Model Enerji, Marj Enerji, Pars Makine, Sarılar Gürbüz, Eneris Enerji, Enisolar, Yeni Belen, Zt Enerji Turkwatt, Arı-en Enerji gibi firmalar bunlardan bazılarıdır.

**Tablo 1.** Küresel Anlamda Rüzgâr Türbini Üreticisine Ait Pazar Payları

Ülke	Firma	Pazar payı (%)	2011'deki üretim (MW)
Danimarka	Vestas	12.7	5217
Çin	Sinovel	9.0	3700
Çin	Goldwind	8.7	-
İspanya	Gamesa	8.0	3308
Almanya	Enercon	7.8	3203
ABD	GE Energy	7.7	3170
Hindistan	Suzlon Group	7.6	3116
Çin	Guodian United Power	7.4	3042
Almanya	Siemens Wind Power	6.3	2591
Çin	Ming Yang	3.6	1500

## 3. AB ENERJİ POLİTİKALARINDA RÜZGÂR ENERJİSİ

*AB Enerji Politikaları:* AB her geçen gün daha büyük bir enerji tüketicisi haline gelmektedir. İthalat bağımlılığının 2030'larda yüzde 80'lere yükseleceğinin öngörülen Topluluk için enerji arzını sürdürülebilir hâle getirmenin hayati önem taşıdığından bahsedilmiştir. Enerji arz güvenliğinin sağlanamaması Topluluğun şimdiki kadar elde etmiş olduğu kazanımlar için en büyük risklerden birisini oluşturmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir enerji arzı, Topluluğun dış politika konuları arasında temel argümanlardan birisi haline gelmiştir [14]. Enerji konusunun bu denli önem kazanmasının bir başka nedeni de hidrokarbon yakıtların neden olduğu küresel ısın-

\* Maastricht Anlaşması'ndan sonra *Avrupa Birliği* adını alan Topluluk, 1957 yılında altı ülke tarafından *Avrupa Ekonomik Topluluğu* adı altında kurulmuştur. 1960 yılında imzalanan Füzyon Anlaşması'yla daha önce kurulan *Avrupa Kömür Çelik Topluluğu* ve *Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu* ile birleşmiş olsa da, topluluklar tüzel kişiliklerini devam ettirdiklerinden hukuken *Avrupa Toplulukları* olarak ifade edilmişlerdir. Bu çalışmada, *Avrupa Toplulukları*'nı ve *Avrupa Birliği*'ni ifade etmek için *Avrupa Birliği* ifadesi kullanılmıştır.

\*\* ABD'nin İran'la yaşadığı siyasi anlaşmazlıklar kapsamında uyguladığı ambargo nedeniyle, Rusya'dan sonra en büyük doğal gaz rezervlerine sahip İran'ın Nabucco projesine katılmaması bu konuda akla ilk gelen örneklerdendir.

madır. Bu nedenle, AB'nin oluşturduğu ortak enerji politikası, 2010 yılında gözden geçirilmiş, yeni hedefler belirlenmiştir [15]. Güncellenmiş politika, hem Topluluğun sosyal ve çevresel hedeflerine katkı sağlayacak hem de enerji pazarındaki ürün ve hizmetlere tüm tüketicilerin uygun bir fiyatla kesintisiz ulaşımının sağlanması dikkate alınarak hazırlanmıştır. Milenyumda uygulanacak Topluluk enerji politikalarının arz güvenliği, rekabet ve sürdürülebilirlik olmak üzere üç temel amaca yönelik olması gereği Lizbon anlaşmasının 194. maddesinde de ifade edilmiştir [16].

**Avrupa Birliği'nde Yenilenebilir Enerji:** Enerji arz güvenliğini sağlamaya çalışan Topluluğun enerji politikalarının en önemli bileşenlerinden birisi, fosil kaynaklara alternatif olarak görülen yenilenebilir enerji kaynaklarından daha çok faydalanmaktır. Komisyon tarafından 2007 yılında yenilenebilir enerjinin payının tüm enerji kaynakları arasında %20 olması ve ulaştırma alanında kullanılan payının ise %10 olması hedef olarak konulmuştur [17]. Komisyon bu hedefleri bir seri politika\* ile destekleyerek yenilenebilir enerji konusuna verdiği önemi göstermiştir. Aslında 2009 ve 2010 yıllarında AB bünyesinde yenilenebilir enerji üretiminde kayda değer gelişmeler görülmüş, Topluluk daha 2010 yılında 2011/2012 yılı için koyduğu ara hedeflere ulaşmıştır. Ancak küresel kriz nedeniyle, girişimcilerin enerji sektörüne yatırım yapmaktan çekinmesi, önceki yıllarda yaşanan başarının sürdürülmesine engel olmuştur. Topluluk, hazırladığı 2050 yılı enerji yol haritasında (The Energy Roadmap 2050) [18] en büyük katkının yenilenebilir enerjilerden geleceğini öngörmüş, ancak 2020'lerden sonra yüksek maliyetlerin ve diğer idari engellerin çözümlenememesi durumunda yenilenebilir enerjide büyümenin azalacağını ileri sürmüştür. 2020 yılına kadar

başarılması gereken hedeflerin ortaya konulduğu 2009 tarihli direktifte ise Komisyon, 2020 yılından sonrası için yapılması gerekenlerin önemini vurgulayarak, yenilenebilir enerjinin tek pazara nasıl entegre edileceğini açıklamıştır [19]. 2020 yılına dek sürdüreceği ortak enerji politikası kapsamında yenilenebilir enerji (*the Europe 2020 strategy*) özelinde gerçekleştirilmek üzere 2012 yılında yayınladığı iletişim belgesinde yenilenebilir enerji konusunda bazı hedefler belirlenmiştir. Bu hedefler akıllı (smart), sürdürülebilir ve kapsayıcı bir büyüme olarak ifade edilmiştir [20]. AB üyesi ülkelerin yenilenebilir enerji kullanımı bazında, 2020 yılında %34 artması beklenmektedir. NREAP analizine göre, bir sonraki 10 yılda en büyük gelişmenin rüzgâr enerjisinde olması öngörülmektedir (toplam elektrik tüketiminin %2'sinden %14,1'ne) [21]. Şekil 1'den de görüldüğü gibi Topluluğun diğer küresel aktörlere göre yenilenebilir enerjiye en çok yatırım yapan aktör olması AB'nin yenilenebilir enerjilere verdiği önemi göstermektedir. Küresel kriz nedeniyle AB'nin diğer alanlarda olduğu gibi yenilenebilir enerjilere yaptığı yatırım düşerken (%10), Çin'in yenilenebilir enerjilere yaptığı yatırımın %50'den fazla artması dikkat çekmektedir.

#### 4. AB'DE RÜZGÂR ENERJİSİ

AB'nin rüzgâr enerjisi alanındaki ilk girişimi 1997 yılında yayınladığı ve yenilenebilir enerjilerin tümünden elde edilen enerjinin %12'ye çıkarılmasını hedefleyen beyaz kitaptır [23]. Komisyon söz konusu raporda, üye ülkelerin elektrik üretiminde kullandığı en hızlı gelişen enerji biçiminin rüzgâr enerjisi olduğunu ifade etmiştir. Rapora göre 1996 yılı itibarıyla AB-15 (3.5 GW kapasite ile) rüzgâr enerjisi üretiminde dünya lideri konumundadır. Mevcut kapasitenin 1990'lardan

sonra büyüme oranı (yılda 1 GW/yıl olmak üzere) %36 olarak gerçekleşmiştir. Birliğin yenilenebilir enerjilerle ilgili ikinci girişimi 2001 yılında yayınladığı direktifle [24] Kyoto protokolünün [25] gereklerini yerine getirmek üzere bir takım düzenlemeler yapmıştır. Ancak ortaya konulan hedeflere ulaşmak mümkün olmamıştır. 2007 yılının Ocak ayında komisyon, *Yenilenebilir Enerji Yol Haritası (Renewable Energy Roadmap)* adı altında 2020 yılına kadar gerçekleştirilmesini öngördüğü hedeflere ulaşmak üzere uzun vadeli bir strateji planı sunmuştur [26]. Üye ülke liderleri tarafından aynı yılın Mart ayında onaylanan plan kapsamında, 2020 yılında AB'nin kullandığı tüm enerjiler içinde yenilenebilir enerji oranının payının %20 olması öngörülmüştür. Bu hedeflere ulaşmak için 2009 yılının Nisan ayında yayınladığı *Yenilenebilir Enerji Direktifi (Renewables Directive)* [27] ile her üye ülke için uyulması gereken kuralları belirlemiştir. Son olarak 2010 yılının Mart ayında yayınladığı Avrupa 2020 (Europe 2020) isimli strateji belgesinde 2020 yılına kadar iklim hedeflerini ortaya koymuştur [28]. Bu belgede doğrudan rüzgâr enerjisinden bahsedilememekle birlikte belirtilen hedeflere ulaşmak için yenilenebilir enerjilerin içerisinde önemli bir pay sahibi olan rüzgâr enerjisine gereken ilginin gösterilmesi gerektiği aşikardır.

**Avrupa Birliği'nde Rüzgâr Enerjisi Teknolojisi:** Hâlen etkisini sürdüren ekonomik kriz ve ihtiyaç duyulan yatırımların hacmi dikkate alındığında, yeni teknolojilerin geliştirilmesi AB adına önem kazanmaktadır. Kuzey denizinde kurulması planlanan 140 GW kapasiteli Avrupa projesi gibi bazı önemli hacimli projeler, birçok AB üyesi ülkeyi ilgilendirecek ölçekte. Bu tür projelerin hayata geçirilebilmesi için Avrupa genelinde farklı kaynaklardan oluşan bir havuza ihtiyaç bulunmaktadır. Komisyon bu konuda bütçeden daha çok pay ayırmanın yollarını aramaktadır. AB, yenilenebilir enerji teknolojisi konusunda uluslararası pazarda çok ciddi bir rekabetle karşı karşıyadır. Çin, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi ülkeler rüzgâr

enerjisinin de arasında olduğu enerji alanında AB'ni teknolojik rekabete zorlamaktadır [29]. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminde en yüksek oranlara sahip ülkeler 2010 yılı itibarıyla Danimarka (%22), Portekiz (%17.1), İspanya (%16.6), İrlanda (%10) ve Almanya (%6.2)'dir. AB'nin 2020 yılında rüzgâr enerjisinden elektrik üretim payının %12 olması ve 2020 yılından sonrası için konulan %12 hedefi, Komisyona göre teknik olarak gerçekleştirilebilir bir hedeftir [30]. Dünya pazarını domine eden ve çoğunlukla ABD, Çin ve Güney Amerika'da kullanılan Avrupa teknolojisinin payı %50'ye gerilemiştir. Ancak Avrupalı şirketleri, deniz üstü teknolojileri konusunda hâlâ pazara hakimdir [31].

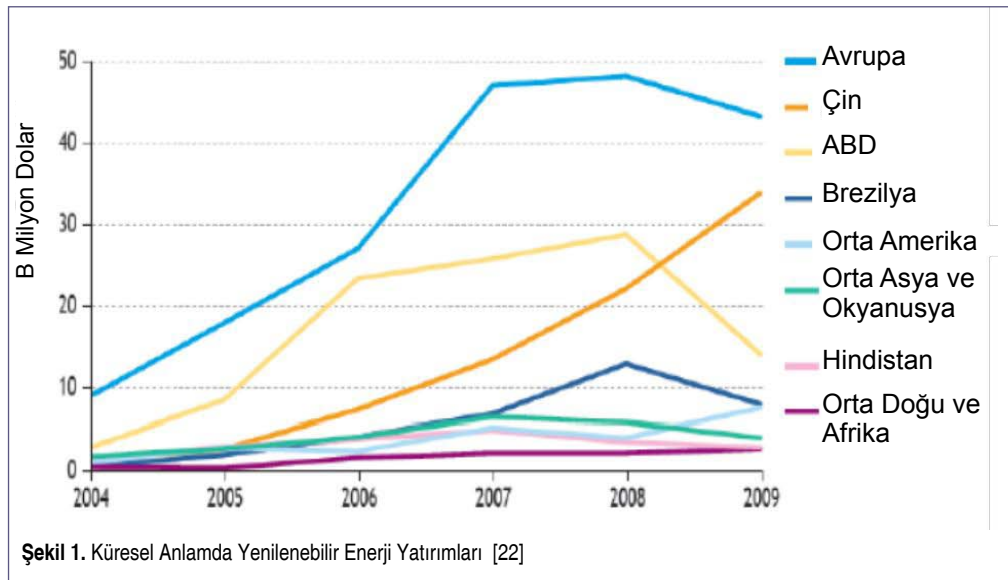
Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan ve AB'nin 2020 yılı için belirlediği yenilenebilir enerji hedefleri gösterildiği Şekil 2'de elektrik üretiminde rüzgâr enerjisinin payının güneş enerjisiyle birlikte hızla yükseltildiği görülmektedir. Bununla birlikte AB ülkelerindeki son on yıldaki rüzgâr enerji kapasitelerinin değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Buna göre son on yılda doğrusal denebilecek düzeyde bir değişim görülmektedir ve bundan sonraki değişimlerin de bu yönde gelişeceği varsayımı mantıksız gözükmemektedir.

Tüm bu ülkelerdeki kapasite değişimi son iki yıl için Tablo 2'de detaylı olarak verilmiştir. Almanya 2011 yılı sonu itibarıyla 29 GW'lık kapasiteyle ilk sırada gelmektedir. Ayrıca 2011 yılında 2086 MW (%22) ile yine AB ülkeleri arasında rüzgâr enerjisine en çok yatırım yapan ülke olmuştur. Yukarıdaki veriler ışığında 2011 yılı sonu itibarıyla Avrupa'da rüzgâr gücüne sahip ilk 10 ülke çıkarılmış ve Tablo 3'te gösterilmiştir. Bu tabloya göre Almanya'yı sırasıyla İspanya, Fransa, İtalya ve Birleşik Krallık izlemektedir.

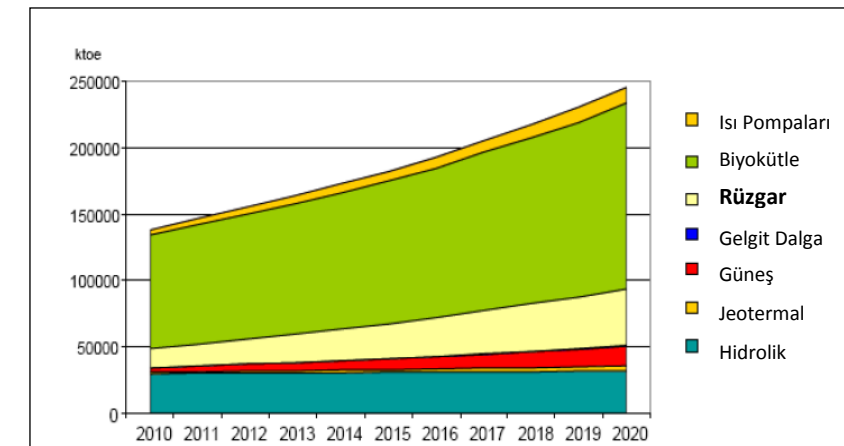
Bunların yanında üye ülkelerdeki yüzdelik artışın da değerlendirilmesi gerekir. Yine Tablo 2'deki veriler dahilinde 2010 sonundan 2011 sonuna kadar olan rüzgâr gücündeki yüzdelik artış hesaplanmış ve Tablo 4'te gösterilmiştir. Romanya da yüzde 100 üzerindeki artışla ilk sırada yer almaktadır.

Romanya'yı sırasıyla Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve aday ülke Hırvatistan izlemektedir. Yüzdelik bu artışı devam ettirmek elbette çok zordur ve hatta birçok ülke için mümkün olmayabilir (özellikle Romanya %112.5). Fakat Romanya haricinde yüzdelik artışın böyle devam ettiği kabulü ile 2020 yılında Birleşik Krallık birinciliğini 64,4 GW ile Almanya'nın elinden alabileceği düşünülmektedir. İspanya ve İtalya üst sıraları İsveç, Polonya ve Türkiye'ye kaptırabilecektir (Tablo 5).

Daha gerçekçi bir öngörü aritmetik artışın göz önünde bulundurulmasıyla olabilir. Aritmetik artıştan kasıt 2011 yılındaki yatırımların aynı

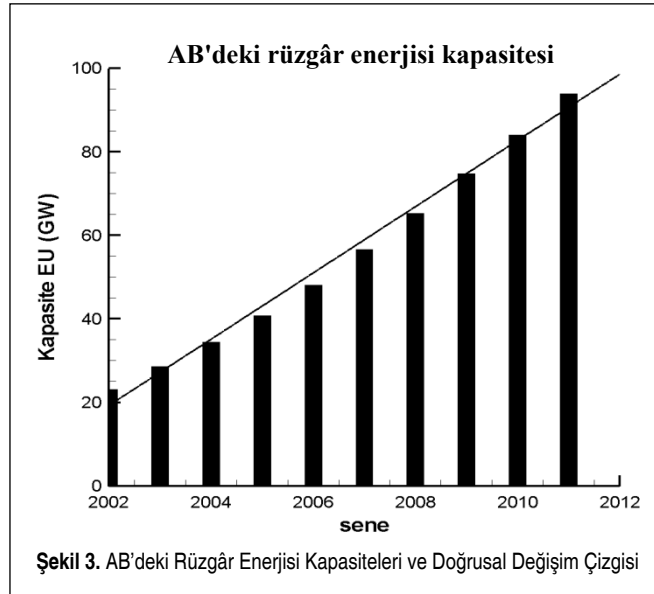


Şekil 1. Küresel Anlamda Yenilenebilir Enerji Yatırımları [22]



Şekil 2. AB'nin 2020 Enerji Hedefi [22]

\* Bu politikalar idari reformlar, grid kuralları ve 10 yıllık ulusal yenilenebilir enerji eylem planlarıdır.



Şekil 3. AB'deki Rüzgâr Enerjisi Kapasiteleri ve Doğrusal Değişim Çizgisi

düzeyde olmasıdır. Tablo 2'deki verilere göre aritmetik artışın en fazla görüldüğü ülke 2086 MW ile Almanya'dır. Almanya'yı 1293 MW ile Birleşik Krallık ve 1050 MW ile

Tablo 2. Avrupa Birliği'ne Üye Ülkelerin Rüzgâr Gücü (MW) [32]

	2010'da kurulan	2010 sonu	2011'de kurulan	2011 sonu		2010'da kurulan	2010 sonu	2011'de kurulan	2011 sonu
Avusturya	19	1 014	73	1 084	Malta	0	0	0	0
Belçika	325	886	192	1 078	Hollanda	56	2 269	68	2 328
Bulgaristan	322	500	112	612	Polonya	456	1 180	436	1 616
GKRY	82	82	52	134	Portekiz	171	3 706	377	4 083
Çek Cumh.	23	215	2	217	Romanya	448	462	520	982
Danimarka	315	3 749	178	3 871	Slovakya	0	3	0	3
Estonya	7	149	35	184	Slovenya	0	0	0	0
Finlandiya	52	197	0	197	İspanya	1 463	20 623	1 050	21 674
Fransa	1 396	5 970	830	6 800	İsveç	604	2 163	763	2 907
Almanya	1 493	27 191	2 086	29 060	B.Krallık	1 005	5 204	1 293	6 540
Yunanistan	238	1 323	311	1 629	İrlanda	82	1 392	239	1 631
Macaristan	94	295	34	329	İtalya	948	5 797	950	6 747
Letonya	2	30	1	31	Litvanya	72	163	16	179
Lüksemburg	1	44	0	44					
<b>Toplam</b>						9 648	84 650	9 616	93 957

Tablo 3. 2011 Yılı Sonu İtibarıyla Avrupa'da Rüzgâr Gücüne Sahip İlk 10 Ülke

Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Rüzgâr Gücü (GW)	Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Rüzgâr Gücü (GW)
Almanya	Üye	29,1	Portekiz	Üye	4,1
İspanya	Üye	21,7	Danimarka	Üye	3,9
Fransa	Üye	6,8	İsveç	Üye	2,9
İtalya	Üye	6,7	Hollanda	Üye	2,3
B.Krallık	Üye	6,5	Türkiye	Aday	1,8

İspanya izlemektedir. 2020 yılında öngörülen rüzgâr gücündeki sıralama yine Tablo 2'deki veriler göz önünde bulundurularak hesaplanmış ve Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre 2020 yılında Birleşik Krallık'ın ve İsveç'in ikişer sıra yükselerek 3.sırada ve 6.sırada olduğunu görüyoruz. Danimarka ve Hollanda'yı ilk 10'da görmezken, ciddi bir yükselişin olduğu Romanya ve Polonya'nın ise 9. ve 10. sıralarda yer bulacağı düşünülmektedir.

**Rüzgâr Enerjisinde Teknoloji Trendleri:** Rüzgâr enerjisi yenilenebilir enerji türleri arasında en gelişmiş olanıdır. Endüstri hedefi, Avrupa'da, 2020'ye kadar elektriğin yüzde 20'sini, 2030'a kadar elektriğin yüzde 33'ünü ve 2050'ye kadar elektriğin yüzde 50'sini rüzgâr enerjisiyle üretmek olarak belirlenmiştir. Bu hedeflere ulaşmak için teknoloji yatırımlarına ve kitlesel üretime ihtiyaç bulunmaktadır. Kıyıya yakın (onshore) rüzgâr sistemlerinde enerji maliyetlerini düşürmek için yaratıcı dizaynlara ve düşük hızlı rüzgârlı alanlar karmaşık araziler ve ekstrem hava koşulları gibi uygun olmayan koşullar için çözümlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bundan başka tüm ekipmanın daha kolay taşınması, kurulum süresinin azaltılması inşaat sürecinin dış etkilerin azaltılması gibi alanlarda

Tablo 4. 2010 Sonundan 2011 Sonuna Kadar Olan Rüzgâr Gücündeki Yüzdeler Artış (ilk on ülke)

Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Yüzdeler artış	Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Yüzdeler artış
Romanya	Üye	112,5	İsveç	Üye	34,4
GKRY	Üye	63,4	B.Krallık	Üye	25,7
Hırvatistan	Aday	47,2	Estonya	Üye	23,5
Polonya	Üye	36,9	Yunanistan	Üye	23,1
Türkiye	Aday	35,4	Bulgaristan	Üye	22,4

Tablo 5. Yüzdeler Artışın Aynı Seviyede Devam Ettirilmesi Durumunda 2020'de Öngörülen Rüzgâr Gücündeki Sıralama (ilk on ülke)

Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Rüzgâr Gücü (GW)	Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Rüzgâr Gücü (GW)
B.Krallık	Üye	64,4	İspanya	Üye	35,6
Almanya	Üye	56,5	İtalya	Üye	30,8
İsveç	Üye	55,9	Fransa	Üye	25
Polonya	Üye	37,6	Yunanistan	Üye	13,1
Türkiye	Aday	37,2	Portekiz	Üye	10,8

Tablo 6. Aritmetik Artışın Aynı Seviyede Devam Ettirilmesi Durumunda 2020'de Öngörülen Rüzgâr Gücündeki Sıralama (ilk on ülke)

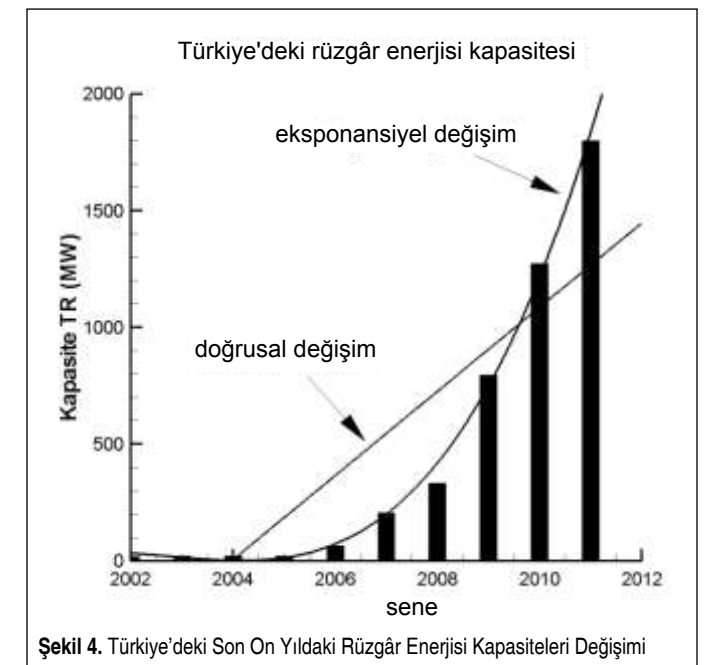
Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Rüzgâr Gücü (GW)	Ülkeler	AB Üyelik Durumu	Rüzgâr Gücü (GW)
Almanya	Üye	47,8	İsveç	Üye	10,3
İspanya	Üye	32,2	Portekiz	Üye	7,8
B.Krallık	Üye	19,9	Türkiye	Aday	6,5
İtalya	Üye	16,2	Romanya	Üye	6,2
Fransa	Üye	15,1	Polonya	Üye	6,0

da yaratıcı çözümler gerekmektedir. Rüzgâr gücüyle çalışan jeneratörler için gelişmiş öngörüleme ekipmanı, elektrik pazarındaki değeri maksimize etmek için önem taşımaktadır. Bakım gereksinimini azaltmak, operasyon optimizasyonu için yeni kontrol sistemleri ve metotları vasıtasıyla maliyet azaltmasına gidilmesi gerekmektedir. Denizlerde kurulan 10MW'dan 20MW'a kadar olan çok büyük rüzgâr tribünlerinin özellikle derin sulardaki yüksek maliyetleri kompanse edilmelidir. Çok amaçlı yüzen platform konseptleriyle birlikte dikey akslı tribün (vertical axis turbines) dizaynları geliştirilmeli ve ticari üretime geçilmelidir. Jeneratör için gereken malzemelerin kıtlığı dikkate alındığında daha geniş alanlı rotorların imali için gelişmiş malzeme (advanced materials) nin akıllı (intelligent) kullanımı giderek daha önemli hâle gelecektir. Sonuç olarak rüzgâr enerjisinin yenilenebilir enerji türleri arasında hak ettiği yeri bulabilmesi için ulaşılabilirliğini ve güvenilirliğini artıracak ve onu daha rekabetçi maliyet etkin bir enerji türü haline getirecek teknolojik gelişmeye ihtiyaç bulunmaktadır. Bu da ancak büyük ölçekli yatırımlar sonrasında mümkündür [33].

## 5. TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİ

Türkiye'de rüzgâr enerjisi için önemli bir potansiyel bulunmaktadır [34]. 1990'larda %40 olan hidroelektriğin payı

2008'lerde %17'lere düşmüştür. Hidroelektrik için bu trend hâlâ aynı şekilde devam ederken rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi giderek artmaktadır [35].



Şekil 4. Türkiye'deki Son On Yılda Rüzgâr Enerjisi Kapasiteleri Değişimi



Şekil 5. Türkiye'deki Son Beş Yıldaki Rüzgâr Enerjisi Kapasiteleri Değişimi [36]

Türkiye'de mevcut potansiyelin oldukça altında bir kullanım olduğu, yakın gelecekte de bu durumun ciddi bir anlamda değişmeyeceği yorumu yapılabilir. Türkiye'nin rüzgâr enerjisinden faydalanma açısından geldiği aşamanın AB'ye üye olmak için bekleyen diğer aday ülkelerle mukayesesi Tablo 7'de verilmiştir. 2011 yılı sonu itibarıyla Türkiye aday ülkeler arasında ilk sıradadır. Makedonya ve Sırbistan'da henüz bilinen rüzgâr enerjisi üretimi olmaz iken, Hırvatistan'da ise ufak bir kıpırdanma görülmektedir.

Şu an için Avrupa'da aday ve üye ülkeler arasında 10.sırada bulunan Türkiye (Tablo 3) yüzdelik artışın devam ettirilmesi durumunda 2020 yılında 37,2 GW ile 5.sırada (Tablo 5), aritmetik artışın devam ettirilmesi durumunda ise 6,5 GW ile 8. sırada olduğu öngörülmektedir (Tablo 6). Fakat Romanya ve Polonya gibi ülkeler Türkiye'nin Tablo 6'da öngörülen sıralaması için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Diğer taraftan 2011 yılında kurulan sistemlerdeki artışın 2010 yılındaki olan artışa

Tablo 7. Avrupa Birliği'ne Aday Ülkelerin Rüzgâr Gücü (MW) [32]

	2010'da kurulan	2010 Sonu	2011'de kurulan	2011 Sonu
Türkiye	528	1,329	470	1,799
Hırvatistan	61	89	42	131
Makedonya	0	0	0	0
Sırbistan	0	0	0	0
<b>Toplam</b>	<b>589</b>	<b>1,418</b>	<b>512</b>	<b>1,930</b>

göre 58 MW azaldığı, bu durumun da endişe duyulabilecek diğer bir unsur olduğu unutulmamalıdır. Diğer taraftan AB ortalamasıyla mukayese edildiğinde Türkiye'nin 2010 yılında 1818 MW, 2011'de ise 1231 MW geride olduğu görülmektedir. Kişi başına düşen kapasite ise; 2010 yılında AB ortalaması 168.3 W/kişi iken Türkiye'de 18 W/kişi, 2011 yılında ise AB ortalaması 187.2 W/kişi iken Türkiye'de 24.4 W/kişi olmaktadır [37]. Kapasite farkı her geçen yıl önemli derecede kapanırken kişi başına düşen kapasite ise oldukça düşük derecelerde azalmaktadır. 2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5 000 MW\*, 7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48 000 MW\*'ın üzerinde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 8).

İllere göre kurulu güce baktığımızda kıyı illerinin hakimiyeti Şekil 6'daki dağılımda görülmektedir. Balıkesir ve İzmir başta olmak üzere kıyı illerimizde kurulu RES'lerle elektrik üretimi devam etmektedir ve hâlen yeni yatırımlar yapılmaktadır. Kıyı illerinin yanı sıra dağlık yapısı itibarıyla Türkiye'de iç bölgeler de ciddi rüzgâr enerjisi potansiyeli bulundurmaktadır.

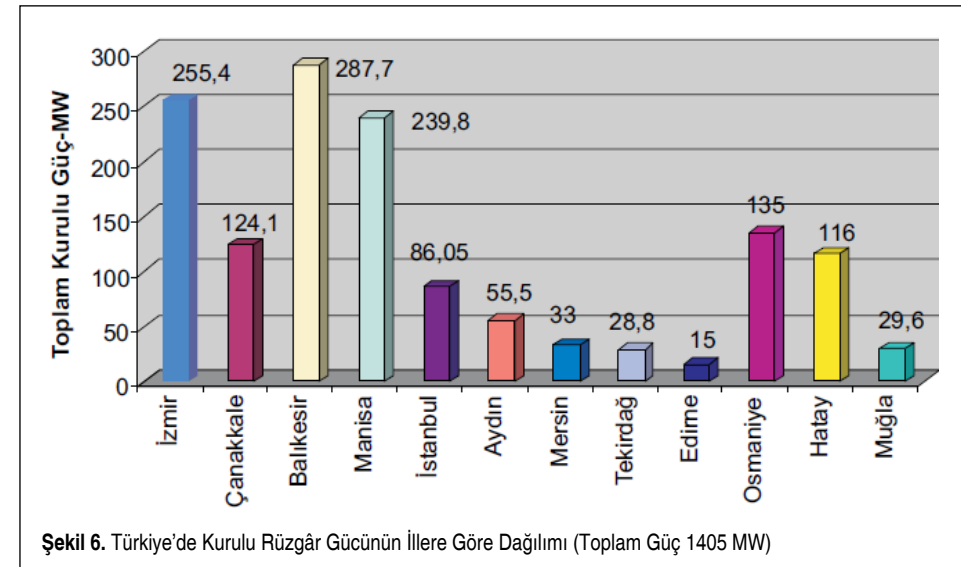
Şekil 7'de verilmiş olan Türkiye REPA'sında Konya-Antalya, Karaman-Mersin, Kayseri-Adana, Sivas-Tokat sınır bölgeleri bu konuya verilebilecek bazı örneklerdir. "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri"nin etkili kullanımı sonucu bu bölgeler üzerinde de durulmaktadır.

Bu anlamda Şekil 8'deki RES için lisans verilmiş yerlerden de anlaşılacağı üzere bazı iç bölgelerdeki fizibilite çalışmaları tamamlanmış ve elektrik üretmek üzere harekete geçilmiştir. 2004 yılı itibarıyla sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün artırılmasında aşama kaydedilmiştir. 2009 yılı sonu itibarıyla rüzgâr kurulu gücümüz 802,8 MW

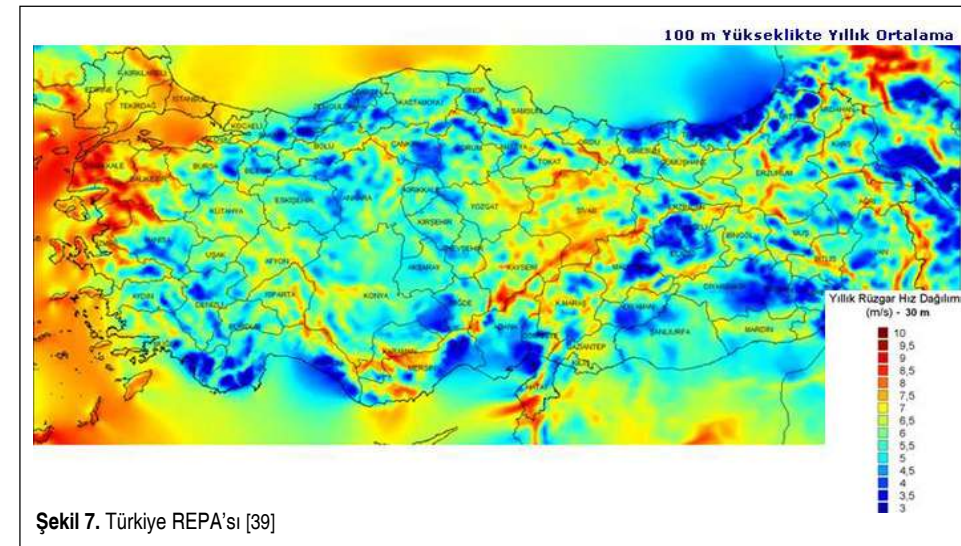
Tablo 8. Türkiye'nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli (Ort. Rüzgâr Hızı &gt; 7.0 m/s – 50 m.a.l.) [38]

Yıllık Ortalama Rüzgâr Hızı -50 m (m/s)	Güç Yoğunluğu – 50 m (W/m <sup>2</sup> )	Kapasite (MW)
7.0-7.5	400 – 500	29 259,36
7.5-8.5	500 – 600	12 994,32
8.0-9.0	600 - 800	5 399,92
> 9.0	> 800	195 84
	<b>Toplam</b>	<b>47 849 MW</b>
Karasal Alanlar (MW)		Deniz Üstü Alanlar (MW)
37 836		10 013

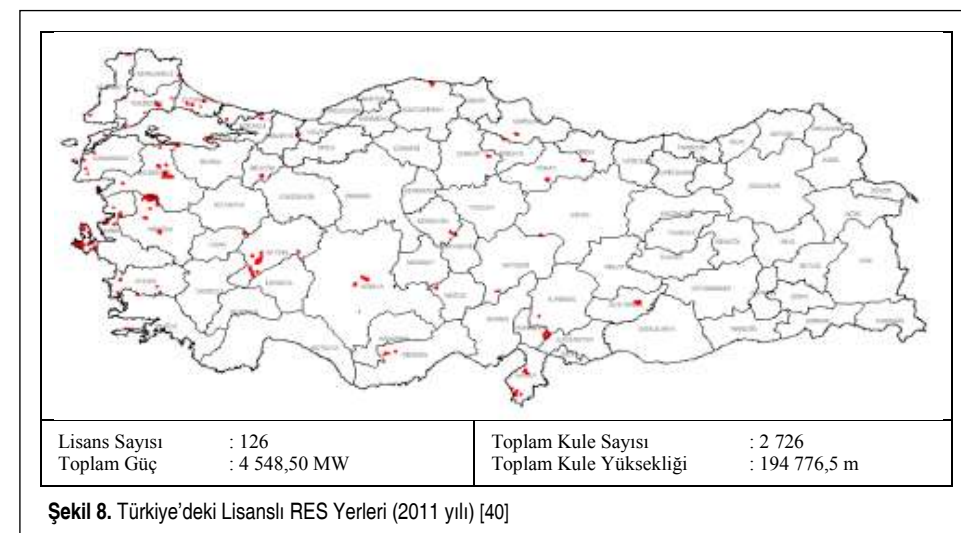
\* REPA projesi (Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası) EİE tarafından 5 ayı aşkın bir süre içerisinde 200m x 200m ölçülerinde hazırlanmış, Türkiye coğrafyasının tüm kara ve deniz alanlarını kapsayacak şekilde üç ayrı nümerik hava analiz modelinin uzun yıllara ait gerçekleşmiş meteorolojik parametreleri geriye doğru çalıştırılması sonucu üretilmiş rüzgâr veri atlasıdır.



Şekil 6. Türkiye'de Kurulu Rüzgâr Gücünün İllere Göre Dağılımı (Toplam Güç 1405 MW)



Şekil 7. Türkiye REPA'sı [39]



Şekil 8. Türkiye'deki Lisanslı RES Yerleri (2011 yılı) [40]

Lisans Sayısı	: 126	Toplam Kule Sayısı	: 2 726
Toplam Güç	: 4 548,50 MW	Toplam Kule Yüksekliği	: 194 776,5 m

düzeyine ulaşmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun yürürlüğe girmesinden sonra 3363 MW Kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgâr projesine lisans verilmiştir. Söz konusu lisansların verilmesini müteakip Türkiye rüzgâr enerjisi alanında ciddi adımlar atılmıştır. Verilen teşviklerin de desteğinde Türkiye'de özel sektörün girişimlerinde gözle görülür bir artış olmuştur. Bu kapsamda yaklaşık 1100 MW kurulu gücünde santrallerin yapımına devam edilmektedir [41].

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son genişleme kuşağı ile 27 üye ulaşan ve giderek daha büyük bir enerji tüketicisi haline gelen AB, halen fosil kaynakların yüzde 50'sinden fazlasını ithal etmektedir. Bu bağımlılık 2030'larda yüzde 80'lere kadar yükselecektir. AB, yenilenebilir enerjilere en yüksek yatırım yapan küresel aktör konumuna gelmiştir. Bu yönüyle, sadece Topluluk seviyesinde kalmamış, rüzgâr enerjisi kullanımında, Almanya, İspanya, Danimarka, Fransa gibi Avrupa ülkeleri küresel sıralamada ilkler arasında yer almışlardır. Buna rağmen, yenilenebilir enerji kaynaklarının AB seviyesinde kullanım oranı %10'u bir türlü aşamamıştır. Avrupa Rüzgâr Enerjisi Kurumunun (EWEA) verilerine göre, 2011 yılı sonu itibarıyla rüzgâr enerjisi tüketilen toplam elektriğin %6.3'ünü karşılamaktadır. Türkiye, AB'ne benzer şekilde, fosil yakıt ihtiyacını ithal ederek karşılayan bir ülke durumundadır. Enerji açığını, coğrafi avantajından faydalanıp, transit enerji ülkesi haline gelerek kapatmaya çalışmaktadır. Bu politika doğrultusunda, son birkaç 10 yıl içinde, birçok önemli doğal gaz ve ham petrol boru hattı projesini hayata geçirmiştir. Bazı büyük

ölçekli projelerin gerçekleştirilmesi çalışmalarına da devam etmektedir. Transit ülke olma stratejisi, fosil kaynakların bulunduğu coğrafyalardaki istikrarsızlık nedeniyle ciddi tehdit altındadır. Geniş ve zengin coğrafyasının avantajını daha etkin kullanmak isteyen Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek durumundadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından kullanım alanı artarak büyüyen ve üzerinde en çok çalışılan rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr teknolojisi hızla gelişmektedir. Günümüz teknolojisiyle geliştirilen türbinlerin gücü 10 MW'a kadar artmıştır. Rüzgâr enerjisinden üretilen elektrik maliyetlerinin bugünkü 4,7 sent/kWh değerinden 2020 yılına dek 2,5 sent/kWh değerine kadar gerileyeceği öngörülmektedir. Türkiye'de de son yıllarda rüzgâr enerji üretiminde kayda değer ölçekte yatırım yapılmaya başlanmıştır. Küresel ölçekte payı oldukça düşük olmakla birlikte, Türkiye'de çok sayıda firma rüzgâr enerji pazarında yer almaya ve üretim yapmaya başlamıştır. Altinel Enerji, Ayetek Wind, Soyut Wind, Model Enerji, Marj Enerji, Pars Makine, Sarılar Gürbüz, Eneris Enerji, Enisolar, Yeni Belen, Zt Enerji Turkwatt, Arı-en Enerji gibi firmalar bunlardan bazılarıdır.

Enerji arz güvenliğini sağlamaya çalışan Topluluğun enerji politikalarının en önemli bileşenlerinden birisi, fosil kaynaklara alternatif olarak görülen yenilenebilir enerji kaynaklarından ve rüzgâr enerjisinden daha çok faydalanmaktır. Hâlen etkisini sürdüren ekonomik kriz ve ihtiyaç duyulan yatırımların hacmi dikkate alındığında, yeni teknolojilerin geliştirilmesi AB adına önem kazanmaktadır. Kuzey denizinde kurulması planlanan 140 GW kapasiteli Avrupa projesi akla gelen ilk örneklerdendir. Bu tür projelerin hayata geçirilebilmesi için Avrupa genelinde farklı kaynaklardan oluşan bir havuza ihtiyaç bulunmaktadır. Komisyon bu konuda bütçeden daha çok pay ayırmanın yollarını aramaktadır. AB, yenilenebilir enerji teknolojisi konusunda uluslararası pazarda çok ciddi bir rekabetle karşı karşıyadır. Çin, Japonya, Güney Kore ve ABD gibi ülkeler rüzgâr enerjisinin de arasında olduğu enerji alanında AB'ni teknolojik rekabete zorlamaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminde en yüksek oranlara sahip ülkeler 2010 yılı itibarıyla Danimarka (%22), Portekiz (%17.1), İspanya (%16.6), İrlanda (%10) ve Almanya (%6.2)'dir. AB'nin 2020 yılında rüzgâr enerjisinden elektrik üretim payının %12 olması ve 2020 yılından sonrası için konulan %12 hedefi Komisyon'a göre teknik olarak gerçekleştirilebilir bir hedefdir. Dünya pazarını domine eden ve çoğunlukla ABD, Çin ve Güney Amerika'da kullanılan Avrupa teknolojisinin payı %50'ye gerilemiştir. Ancak Avrupalı şirketleri, deniz üstü teknolojileri konusunda hâlâ pazara hakimdir.

AB ülkeleri arasında rüzgâr enerjisine en çok yatırım yapan

ülke Almanya olmuştur. Almanya 2011 yılı sonu itibarıyla 29 GW'lık kapasiteyle ilk sırada yer almıştır. 2011 yılında 2086 MW (%22) ile Almanya'yı sırasıyla İspanya, Fransa, İtalya ve Birleşik Krallık izlemektedir. 2020 yılında öngörülen rüzgâr gücündeki sıralama Birleşik Krallık'ta ve İsveç'te artı Danimarka ve Hollanda'da ise düşüş olması beklenmektedir.

Rüzgâr enerjisi için önemli bir potansiyel bulunan Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi giderek artmaktadır. Ancak bu durum Türkiye'de mevcut potansiyelin oldukça altında bir kullanım olduğunu ve yakın gelecekte de bu durumu ciddi bir anlamda değiştiremeyecektir. 2011 yılı sonu itibarıyla Türkiye aday ülkeler arasında ilk sıradadır. Makedonya ve Sırbistan'da henüz bilinen rüzgâr enerjisi üretimi olmazken, Hırvatistan'da ise ufak bir kıpırdanma görülmektedir. Şu an için Avrupa'da aday ve üye ülkeler arasında 10. sırada bulunan Türkiye (Tablo 4.) yüzdelik artışın devam ettirilmesi durumunda 2020 yılında 37,2 GW ile 5. sırada, aritmetik artışın devam ettirilmesi durumunda ise 6,5 GW ile 8. sırada olduğu öngörülmektedir. Fakat Romanya ve Polonya gibi ülkeler Türkiye'nin Tablo 6'da öngörülen sıralaması için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Diğer taraftan 2011 yılında kurulan sistemlerdeki artışın 2010 yılındaki artışa göre 58 MW azaldığı, bu durumun da endişe duyulabilecek diğer bir unsur olduğu unutulmamalıdır. Diğer taraftan AB ortalamasıyla mukayese edildiğinde Türkiye'nin 2010 yılında 1818 MW, 2011'de ise 1231 MW geride olduğu görülmektedir. Kişi başına düşen kapasitede ise; 2010 yılında AB ortalaması 168.3 W/kişi iken Türkiye'de 18 W/kişi, 2011 yılında ise AB ortalaması 187.2 W/kişi iken Türkiye'de 24.4 W/kişi olmaktadır. Kapasite farkının her geçen yıl önemli derecede kapanırken kişi başına düşen kapasite ise oldukça düşük derecelerde azalmaktadır. Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun yürürlüğe girmesinden sonra 3 363 MW Kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgâr projesine lisans verilmiştir. Söz konusu lisansların verilmesini müteakip Türkiye rüzgâr enerjisi alanında ciddi gelişmeler olmuştur. Verilen teşviklerin de desteğinde Türkiye'de özel sektörün girişimlerinde gözle görülür bir artış olmuştur. 27 üye ve 4 aday olmak üzere toplam 31 ülke arasında Türkiye şu an için 10. sırada bulunmasına rağmen, bu ülkelerin ortalamasının hem toplam kapasite hem de kişi başına düşen kapasite açısından geride bulunmaktadır. 2020 yılı için öngörülen aritmetik artış sonrası sıralamasını ise 2 basamak ileriye taşıyacağı düşünülmektedir. Yalnız özellikle Romanya ve Polonya'nın hemen Türkiye'nin ardından geleceği unutulmamalıdır. Bu yüzden, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi konusundaki politikasını aynen devam ettirmesi, hatta daha da ileriye taşınması önerilmektedir. Hâlihazırda Ege Bölgesi ağırlıkta olmak üzere kıyı bölgelerinde rüzgâr türbini tesisleşmesi devam etmektedir.

Bu bilgiler ışığında ilk önereceğimiz husus var olan devlet sübvansiyonunun daha da artırılarak etkinleştirilmesi ve tüm ulusal coğrafyayı kapsayacak şekilde yaygınlaştırılması ola-

caktır. Bunun yanında AR-GE'ye yönelik teşviklerin iyileştirilmesi ve ODTÜ'de yer alan RÜZGEM benzeri merkezlerin artırılması rüzgâr enerjisi konusundaki yeni projelerin hayata geçirilmesinde önemli rol oynayacaktır. Bu anlamda sadece rüzgâr enerjisi üreten değil bu enerjideki yenilikçi fikirlerin doğmasını sağlayan bir ülke olmamız uluslararası firmalarla işbirliği yapmamızın önünü açabilir. Bu işbirliği sonucu uluslararası şirketlerle müşterek üretime girerek know-how kabiliyetine ulaşmak öncelikli konulardan biri olmalıdır. Yalnız yakın ve orta vadede pazarın %80'ini domine eden ülkelerle (özellikle %30 Çin ve %35 Avrupa Birliği) rekabet edebilme düşüncesi rasyonel ve realist gözükmemektedir. Bunun yerine rüzgârdan enerji üretebilen bir ülke konumuna gelince Orta Doğu ve Türk Cumhuriyetleri'yle birlikte ortak proje kapsamında dünya pazarında yer alınabilir. Elbette bunların gerçekleşmesi için bu çalışmadaki sonuçlar ve öneriler değerlendirilmeli ve geç kalınmamalıdır.

## KAYNAKÇA

1. Head of Publications Service, 2007. Renewables in Global Energy Supply an IEA Fact Sheet, International Energy Agency (IEA), p.3.
2. Göral, E. 2011. "Avrupa Enerji Güvenliği ve Türkiye," Avrupa Araştırmaları Dergisi, cilt 19, sayı: 2, s.134.
3. Rogojanu, D. 2009. "The Role of Turkey in the Energy Security Environment of the European Union," Philobiblon Vol. XIV, p.622.
4. European Commission Directorate-General for Energy and Transport, Office for Official Publications of the European Communities, 2003. "European Energy & Transport -Trends to 2030," European Commission, Brussel, Belgium.
5. Global Wind Energy Council, 2012. "Wind Energy Report 2011, Global Wind Statistics, Report of Global Wind Energy Council," www.gwec.net, son erişim tarihi 7 Kasım 2012 and Wald, M. L, "China's Galloping Wind Market, 11 January 2011," The New York Times, USA.
6. The Nabucco Pipeline Project, 2012. <http://www.nabucco-pipeline.com/portal/page/portal/en>, son erişim tarihi 7 Kasım 2012.
7. ETKB, 2012. "Rüzgâr Enerjisi," <http://www.enerji.gov.tr/index>. son erişim tarihi 23 Ekim 2012.
8. Cerit, B., Onural, A. Ş., Doğdu, N. 2004. "Rüzgâr Enerjisi ve Orta Akdeniz Bölgesinde Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma, Teknoloji, cilt 7, sayı 4, s.592.
9. ETKB, 2012. "Rüzgâr Enerjisi," <http://www.enerji.gov.tr/index>. son erişim tarihi 23 Ekim 2012.
10. Genç, M. S., Gökçek, M. 2009. "Evaluation of Wind

Characteristics and Energy Potential in Kayseri," Journal of Energy Engineering, 33, DOI: 10.1061/\_ASCE\_0733-9402\_2009\_135:2, s.33.

11. Uyar, T. S. 2012. "Türkiye Enerji Sektöründe Karar Verme ve Rüzgâr Enerjisinin Entegrasyonu," Kocaeli Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynak ve Teknolojileri Araştırma Birimi, [http://www.tck.org.tr/ruzgar\\_enerjisi.html](http://www.tck.org.tr/ruzgar_enerjisi.html), son erişim tarihi 23 Ekim 2012.
12. Ültanır, M. Ö. 1998 "21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi," TÜSİAD, s. 134.
13. Commission of the European Communities, 2007. "Renewable Energy Road Map Renewable Energies in the 21st Century: Building a More Sustainable Future," Brussels, 10.1.2007, COM(2006) 848 final Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, p.15.
14. 2010. "A Corridor Through Thorns: EU Energy Security and the Southern Energy Corridor," European Security, Vol. 19, No. 4, December 2010, DOI: 10.1080/09662839.2010.528404, p.643.
15. Butler, N. 2004. "Energy Security: a New Agenda for Europe," October/November 2004 - CER Bulletin, Issue 38, p.1.
16. the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2010. "Energy 2020: A Strategy for Competitive, Sustainable and Secure Energy", Brussels, 10.11.2010, COM(2010) 639 final Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, p.2.
17. Commission of the European Communities, 2007. "Renewable Energy Road Map, Renewable Energies in the 21st Century: Building a More Sustainable Future, Brussels," 10.1.2007, COM (2006) 848 final, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, p. 9-10.
18. the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2011. "Energy Roadmap 2050," Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, COM(2011) 885/2, Brussels, p.4
19. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009, p. L 140/43-44.
20. the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2012. "Renewable Energy: a Major Player in the European Energy Market," Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, COM(2012) 271 final, Brussels, 6.6.2012, p.2-3.
21. the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2012. "Renewable Energy: a Major Player in the European Energy Market," Brussels, Commu-

- nication from the Commission to the European Parliament, the Council , 6.6.2012, SWD(2012) 164 final, Commission Staff Working Document, Accompanying the Document, p.4.
22. European Commission, 2011. "Market Observatory in Energy, Key Figures June 2011."
  23. Communication from the Commission, 1997. "Energy for the Future: Renewable Sources of Energy White Paper for a Community Strategy and Action Plan," COM(97)599 final (26/11/1997), p.40.
  24. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the Promotion of Electricity from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market, p. L 283/33-34.
  25. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012. [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php), son erişim tarihi 23 Ekim 2012.
  26. Commission Communication of 10 January 2007: "Renewable Energy Road Map. Renewable Energies in the 21st Century: Building a More Sustainable Future," [COM(2006) 848 final - Not published in the Official Journal].
  27. European Parliament and the Council, 2007. "Directive 2009/28/EC, 23 April 2009, the Promotion of the Use of Energy From Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC."
  28. euractiv.com, 2007. "EU Renewable Energy Policy," <http://www.euractiv.com/energy/eu-renewable-energy-policy-links dossier-188269> son erişim tarihi 23 Ekim 2012.
  29. Commission to the European Parliament, the Council , the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2010. "Energy 2020: A Strategy for Competitive, Sustainable and Secure Energy," Brussels, 10.11.2010, COM(2010) 639 final Communication from the Commission , p.15-16.
  30. European Commission, 2012. "Renewable Energy: a Major Player in the European Energy Market," Brussels, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council , the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 6.6.2012, SWD(2012) 164 final, Commission Staff Working Document, Accompanying the document, p.23.
  31. European Commission, 2012. "Renewable Energy: a Major Player in the European Energy Market," Brussels, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council , the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 6.6.2012, SWD(2012) 164 final, Commission Staff Working Document, Accompanying the document, p.23.
  32. "Wind in Power 2011 European Statistics" February 2012.
  33. European Commission, 2012. "Renewable Energy: a Major Player in the European Energy Market," Brussels, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council , the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 6.6.2012, SWD(2012) 164 final, Commission Staff Working Document, Accompanying the document, p.24.
  34. **Ođulata, R. T.** 2007. "Potential of Renewable Energies in Turkey," Journal of Energy Engineering, ASCE / March 2007 ( DOI: 10.1061/\_ASCE\_0733-9402\_2007\_133:1), p.64.
  35. **Çengel, Y.A.** 2010. "Energy Efficiency as an Inexhaustible Energy Resource With Perspectives From the U.S. and Turkey," International Journal of Energy Research Int. J. Energy Res. 2011; 35:153–161, Published online 2 August 2010 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/er.1761.
  36. **Genç, M. S., Gökçek, M.** 2009. "Evaluation of Wind Characteristics and Energy Potential in Kayseri," Journal of Energy Engineering, June 2009 (DOI: 10.1061/\_ASCE\_0733-9402\_2009\_135:2), s.34.
  37. EurObserv'ER, 2012. Wind Energy Barometer.
  38. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2012. <http://www.mgm.gov.tr/>, son erişim tarihi: 23 Ekim 2012.
  39. **Çalışkan, M.** 2010. "Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli," [http://www.dmi.gov.tr/FILES/haberler/2010/rets-seminer/2\\_Mustafa\\_CALISKAN\\_RITM.pdf](http://www.dmi.gov.tr/FILES/haberler/2010/rets-seminer/2_Mustafa_CALISKAN_RITM.pdf) , son erişim tarihi 23 Ekim 2012.
  40. **Çalışkan, M.** 2011. "Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Mevcut Yatırımlar," 2012. <http://www.tucsa.org/images/yayinlar/sunumlar/MUSTAFA-CALISKAN.pdf> son erişim tarihi: 23 Ekim 2012.
  41. ETKB, 2012. "Rüzgâr Enerjisi," (<http://www.enerji.gov.tr/index>), son erişim tarihi: 23 Ekim 2012.