

TÜRKİYE'DEKİ POTANSİYEL RÜZGÂR ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN YENİDEN TANIMLANMASI*

RE-DEFINED PATTERNS OF POTENTIAL WIND ENERGY DENSITY OVER TURKEY

Hıdır SERKENDİZ

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Sciences and Arts,
Department of Geography, 17020 Çanakkale, Turkey.

E-mail: hserkendiz@gmail.com

Hasan TATLI

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Sciences and Arts,
Department of Geography, 17020 Çanakkale, Turkey.

E-mail: tatli@comu.edu.tr

Beyhan ÖZTÜRK

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Sciences and Arts,
Department of Geography, 17020 Çanakkale, Turkey.

E-mail: bozturk@comu.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
<p>Anahtar Kelimeler: Enerji, Coğrafya, CBS, Rüzgâr, Türkiye</p>	<p>Dünyadaki enerji talebi her geçen gün artıyor. Özellikle, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli alternatif enerji kaynaklarına gereksinim duyar. Bu sektördeki yatırımcılara rehberlik etmesi açısından fosil-yakıtlara dayanmayan, temiz ve çevre-dostu bir kaynak olan rüzgâr enerjisi potansiyelinin coğrafi dağılımının bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Weibull yaklaşımı kullanılarak, Türkiye'nin potansiyel rüzgâr enerjisi yoğunluğu araştırılmıştır. Günlük rüzgâr verileri 1975 ile 2015 aralığını kapsamaktadır. Potansiyel rüzgâr gücü yoğunluğu haritaları ArcGIS 10.4-Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programı kullanılarak, enerji potansiyeli hesaplarından elde edilen verilerle yeniden çizildi. Potansiyel rüzgâr enerji yoğunluğu istatistikleri, yenilenebilir enerjinin tahmin edilebilirliği ve persistansı için faydalı bilgiler sunmuştur. Potansiyel rüzgâr gücü yoğunluğunun frekansları uzun vadeli periyotlarda, klimatolojik açıdan rüzgâr-enerji örüntüleri ortaya çıkarır. Bu uzun süreli persistans ile ilgilidir. İklimsel açıdan bakıldığında, yüksek enerji potansiyeline sahip bölgelerin, gerekli enerjinin gelecekteki enerji risk sorununa bir çözüm olması açısından duyarlı alanlar olarak önerildi.</p>
<p>DOI: 10.26809/joa.2018548684</p>	

*Bu çalışma 13-15 Aralık 2018 tarihlerinde Çanakkale/TÜRKİYE' de gerçekleşen "2. Uluslararası Rating Academy Kongresi: Farkındalık" temalı kongrede sunulmuş aynı isimli bildirinin gözden geçirilmiş halidir.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords: Energy, Geography, GIS, Wind, Turkey,</p>	<p><i>The energy demand in the world is increasing day by day. In particular, meet the energy needs of developing countries such as Turkey requests the various alternative sources. Knowing the geographical distribution of wind-energy potential, an eco-friendly source, clean and not-based on fossil fuels, is of great importance in guiding the investors in this sector. In this study, the potential wind-energy density by Weibull approach over Turkey is investigated. The data set of daily wind speeds were selected in the interval of 1975-2015. The maps of potential wind-power density were redrawn using the ArcGIS 10.4-Geographic Information Systems (GIS) program with the data obtained those obtained from the calculations. The occurrence of the statistics in the values of wind-power density suggests the usefulness for better renewable energy predictability. The frequencies of potential wind-power density reveal climatological wind-energy patterns for long-term periods; this is related to long-term memory or persistence. From a climatic point of view, areas with high levels of potential wind energy density have been found to be recommended as sensitive areas to solve the problem of future risks of the required energy.</i></p>
<p>DOI: 10.26809/joa.2018548684</p>	

1. GİRİŞ

Enerji, özellikle elektrik enerjisi modern yaşamımızın neredeyse vazgeçilmez bir unsurudur. Sadece günümüz için değil tarih boyunca enerji elde etmek insanların bir numaralı hedefi olmuştur. Eğer günlük hayatımızda kullanmak için ihtiyaç duyduğumuz enerjiyi düşünecek olursak enerjinin bizim için ne kadar önemli olduğunu sanırım daha iyi anlamış oluruz. Enerji ihtiyacımızın miktarı da dünden bugüne hep aynı kalmamıştır. Aksine her geçen gün nüfusun artması, sanayileşme ve teknolojinin tam anlamıyla hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmesi paralel olarak enerjiye olan ihtiyacımızı da aynı oranda artırmıştır. Bütün bunlar düşünüldüğünde enerji ihtiyacının gelecekte de katlanarak artması kaçınılmaz olacaktır.

Enerjinin bizim için geçmişte, günümüzde ve gelecekte bu kadar önemli olduğu/olacağı göz önüne alındığında sanırım bu soruyu kendimize sorabiliriz: Peki bu kadar ihtiyaç duyduğumuz enerjiyi nereden karşılıyoruz? Şekil 1'de yer alan Renewables 2018 · Global Status Report (Yenilenebilir 2018 Global Durum Raporu) verilerine göre enerji ihtiyacımızın %78 gibi çok büyük bir kısmını petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil kaynakların kısıtlı olması ve özellikle ciddi doğa ve atmosfer kirliliğine neden olması son yıllarda önemli tartışma konusu olmaktadır. Bunun yanında fosil enerji kaynakları dünyanın her bölgesine dengeli bir şekilde dağılmamıştır. Dünyanın belirli bölgelerinde bulunan bu kaynaklar fosil kaynaklar bakımından fakir olan ülkeler tarafından ithal edilmektedir.

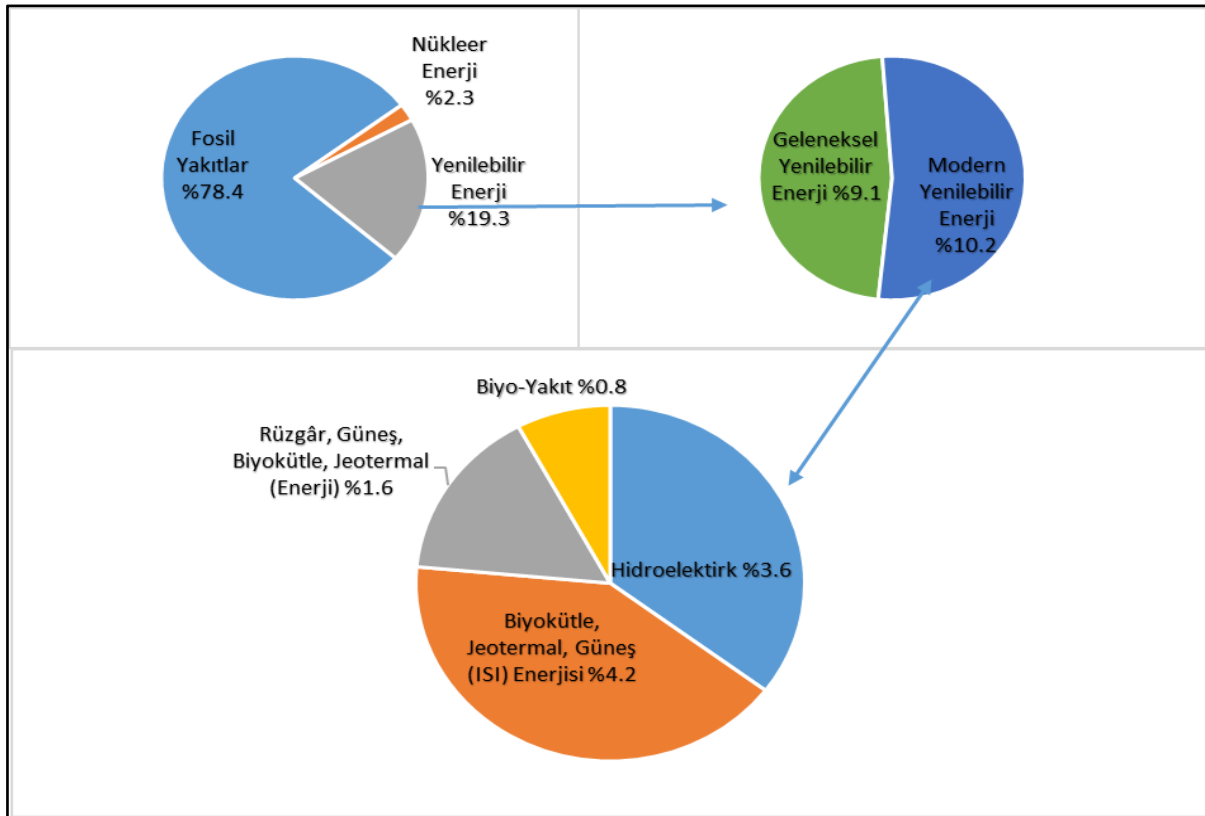
Yukarıda da kısaca değinildiği gibi fosil kaynakların belirli bir rezerve sahip olması, önemli derecede çevre sorunlarına neden olması, küresel ısınmanın bir numaralı sebebi olarak görülmesi gibi nedenlerden dolayı dünya genelinde yenilenebilir enerjiye olan ilgi giderek artmaktadır. Çünkü kaynağının tükenmiyor oluşu, ham maddesinin bedava olması, çevreyi ve atmosferi kirletmiyor oluşu gibi sebepler yenilenebilir enerjiyi çekici kılan etmenlerin başında gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgâr enerjisi ise temiz, santrallerinin fazla yer kaplamaması, teknolojik olarak en gelişmiş olan ve ticari açıdan en cazip olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır (Yerebakan 2001:21). Şekil 2'de yer alan GWEC'nin (Global Wind Energy Council) 2017 yılında yayınladığı verilere baktığımızda her geçen yıl rüzgâr enerjisinden elde edilen enerjinin miktarı giderek artmıştır. Ve bunun her geçen yıl artacağı da ön görülmektedir (GWEC 2017:20).

Ülkemizi düşünecek olursak eğer: Türkiye, sanayisi gelişmekte olan ve dolayısıyla her geçen gün enerjiye olan ihtiyacı artan bir ülke konumundadır. Türkiye enerji üretmek için

İhtiyaç duyduğu enerjinin çok büyük bir kısmını fosil enerji kaynaklarından karşılamaktadır. Şekil 3’de yer alan EÜAŞ’ın 2017’de yayımlanmış olduğu raporda da görüldüğü gibi Türkiye ürettiği enerjinin büyük bir bölümünü fosil kaynaklardan elde etmektedir (EÜAŞ 2017:15). Ülkemizin bu enerji kaynakları bakımından fakir olduğu düşünüldüğünde sanayinin en büyük girdilerinden biri olan enerji için her yıl çok fazla miktarda döviz harcanmaktadır (Greenpeace 2015:16). Türkiye rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji çeşitliliğini artırarak enerji üretmek için ihtiyaç duyduğu kaynaklara alternatif çözüm önerilebilir.

Türkiye’nin sahip olduğu rüzgâr enerji potansiyelini belirlemeyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan en genel ve önemlisi Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından 45 adet meteoroloji istasyonunun 1989 – 1998 yılları arasındaki verilerini kullanarak WASP (Ing. Wind Atlas Analysis and Application) bilgisayar programı ile oluşturulan Türkiye Rüzgâr Atlası ve Yenilenebilir Enerji Müdürlüğü’nün orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak çeşitli yükseltilerde yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük rüzgâr hız ortalamalarının yer aldığı Türkiye Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası (REPA)’dır. Bunun yayında Süzek (2007) Türkiye Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi adlı yüksek lisans tez çalışmasında da Türkiye’nin rüzgâr enerji potansiyelini ortaya koymaya çalışmıştır. Bunların yanında yerel ölçekli birçok çalışma (Koç 1998, Tağıl 2000, Ulgen ve Hepbaşı 2002, Ucar ve Balo 2009, Türkeş 2013, Oral ve Behçet 2015, Dündar ve İnan 2015, Kaplan 2016) yapılmıştır. Ayrıca Serkendiz (2018)’de Türkiye’nin Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi adlı tez çalışmasında bu konuyu tekrardan incelemiştir.

Şekil 1. Küresel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı.

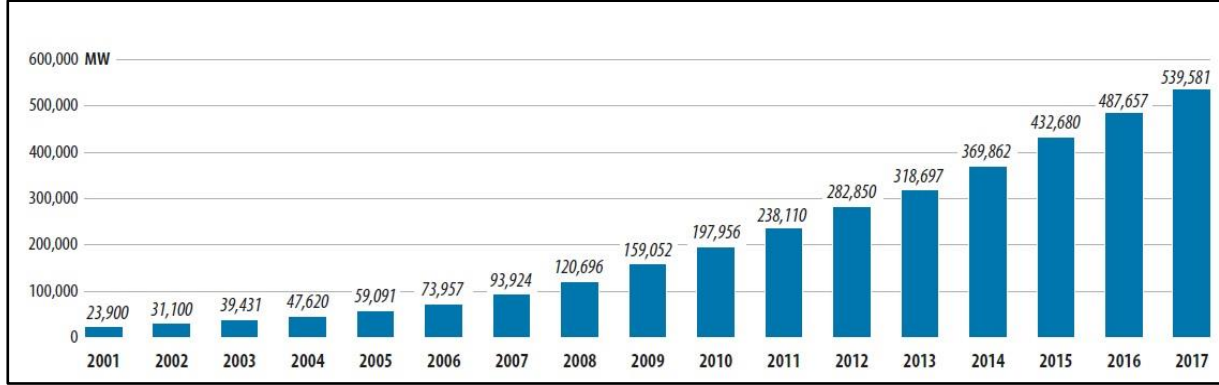


Kaynak: REN21 2017.

Türkiye’nin rüzgâr enerjisi durumuna bakacak olursak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB) 2015 yılında yayımladığı rapora göre rüzgâr enerji potansiyeli 48000 MW’tır. Türkiye Rüzgâr Enerji Birliğinin (TÜREB) 2017 yılında yayımlanmış olduğu raporda ise kurulu rüzgâr enerji kapasitesi 6.483.9 MW’tır (TÜREB 2017:5). Potansiyel ve kurulu güç

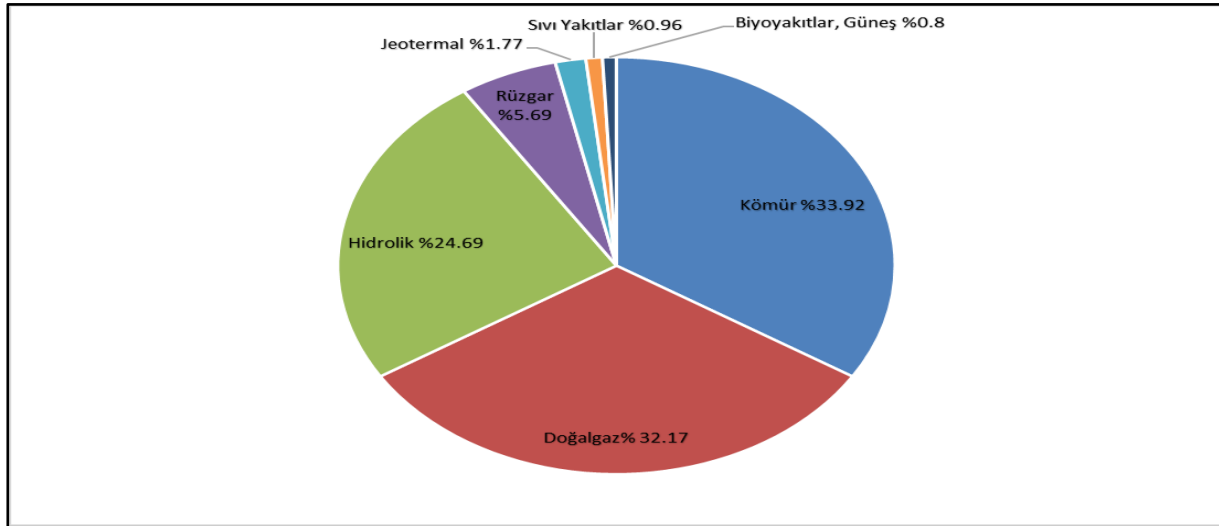
karşılaştırıldığında potansiyelin çok altında kaldığımızı rahatlıkla söyleyebiliriz. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayımladığı aynı raporda 2023 yılı hedefi olarak rüzgâr kurulu güç kapasitesinin 20000 MW seviyesine çıkarılacağı tahmin edilmektedir (ETKB 2015:11). Bu öngörüğü gerçekleştirmek için rüzgâr enerji potansiyeli ile ilgili daha fazla araştırma ve yatırımın yapılması kaçınılmaz görülmektedir.

Şekil 2. Küresel rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesi.



Kaynak: GWEC 2017.

Şekil 3. Türkiye elektrik üretiminin enerji kaynaklarına göre dağılımı.



Kaynak: EÜAŞ 2016.

2. VERİ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan tüm meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Bunun yanında konuyla ilgili yapılmış daha önceki çalışmalardan da yararlanılmıştır.

Bu çalışmada Şekil 4'te yer alan 203 istasyonun 1950 – 2015 yılları arasındaki günlük ortalama rüzgâr verilerinden yararlanılmıştır.

Şekil 4. Meteoroloji istasyonlarının coğrafi dağılışı.



Verilerin analizinde Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyon rüzgârın herhangi bir hızda esme sıklığını göstermektedir (Oral ve Behçet 2015:176). Verilerin analizinde Weibull yönteminin kullanılmasının nedeni bu konuda yapılan bütün analizlerin büyük çoğunluğunun bu yöntemi kullanmış olmasıdır. Ortalama rüzgâr hızı, ortalama rüzgâr gücü yoğunluğu ve dolayısıyla rüzgâr enerji tahmininde, çoğunlukla iki parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu yardımı ile potansiyel rüzgâr enerjisi hesaplanmaktadır (Çelik 2004, Khayyat 2012:45).

743

Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu k , şekil faktörü ve c , ölçek faktörü olmak üzere iki katsayı yardımıyla tanımlanır. Süzek (2007)'e göre Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu (1) ve kümülatif dağılım fonksiyonu (2) aşağıdaki gibidir.

$$f(V) = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right] \quad (1)$$

$$F(V) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right] \quad (2)$$

Yukarıda yer alan denklemde; V , rüzgâr hızını, k , Weibull şekil faktörünü ve c ise Weibull ölçek faktörünü belirtmektedir. Hareket halinde olan rüzgâr kinetik enerjiye sahiptir. Bu yüzden yukarıdaki denklemler yardımıyla Weibull parametreleri bulunduktan sonra 3 numaralı eşitlik yardımıyla da rüzgârın kinetik enerjisi yani potansiyel güç yoğunluğu elde edilmiştir.

$$P_w = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \quad (3)$$

P_w , güç yoğunluğunu, ρ , hava yoğunluğunu ve Γ ise Gamma fonksiyonunu ifade etmektedir.

Yukarıdaki tüm hesaplamalar ile ilde edilen verilerden bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) programı olan ArcGIS 10.2 programı ile haritalar oluşturulmuştur. Haritaların oluşturulmasında kullanılan yöntem Ters Mesafe Ağırlıklandırma (İng. Inverse Distance Weighting. IDW) enterpolasyon yöntemidir. Sonuç olarak potansiyel güç yoğunluğu haritaları oluşturulmuştur. Her ay için 12 ve birde yıllık olmak üzere toplam 13 harita elde edilmiştir.

3. BULGULAR

Türkiye'nin içinde bulunduğu konum ve özel şartlar sebebiyle bölgesel olarak birbirinden farklı iklim koşulları yaşanmaktadır. Bölgeler ve yöreler arasındaki görülen bu iklim farklılaşması rüzgâr yön ve hızı üzerinde de etkili olmaktadır. Rüzgâr hızı ve yönü üzerinde etkili olan bu iklim farklılaşması bazı bölgeleri rüzgâr enerjisi bakımından avantajlı kılarken bazı bölgeleri ise bu bakımdan dezavantajlı yapmaktadır. Veri ve yöntem kısmında bahsedilen meteoroloji istasyonlarının belirlenen yıllar arasındaki rüzgâr verilerinden yararlanılarak bölgeler ve yöreler arasındaki rüzgâr enerji potansiyelinin mekânsal dağılışı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Rüzgâr enerji potansiyelindeki bu mekânsal farklılaşma CBS aracılığıyla güç yoğunluğu haritaları çizilerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Her haritadaki veriler kendi içerisinde düşük, orta, iyi ve çok iyi olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflamanın amacı haritada yer alan verilerin daha iyi anlaşılıp yorumlanabilmesidir. Aynı şekilde her mevsimin (ör. Kış) kendi içerisinde (ör. Aralık, Ocak, Şubat) önemli bir farklılaşma göstermemesi nedeniyle sonuçlar mevsimsel olarak 4 devre şeklinde değerlendirilmiştir.

3.1 Kış Mevsimi

Kış devresinin güç yoğunluğunu haritalarının yer aldığı Şekil 5'te ki a, b ve c haritalarına bakıldığında Türkiye'nin rüzgâr enerji potansiyeli bölgeler arasında önemli bir farklılaşma göstermektedir. Haritalara bakarak bir değerlendirme yapıldığında çok yüksek değerlerin en fazla yoğunlaştığı bölge Marmara Bölgesi olduğu görülmektedir. Özellikle Güney Marmara Bölümünde yer alan Çanakkale ve Balıkesir çevresi kış devresinde en yüksek potansiyele sahip yerler olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanında güneyde Gökova Körfezi çevresi, Akdeniz kıyısında Hatay'ın bir kısmı ve Karadeniz'de Samsun ve Bartın arasındaki bölgede kıyı boyunca çok yüksek enerji potansiyeli olduğu görülmektedir. Yüksek değerlerin kış devresindeki dağılışıma baktığımızda yine bu değerlerin en fazla yoğunlaşma bölgesi Marmara Bölgesi olmuştur. Bunun dışında Anadolu'nun iç bölgelerinde bazı dar alanlara sıkışmış yüksek güç potansiyelleri, Karadeniz'de Artvin ilinin kıyı kuşağında küçük bir alan ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mardin ili merkezli bir yoğunlaşma görülmektedir. Orta değerlere baktığımız zaman genel olarak İç Anadolu merkezli ve bu bölgenin çevresinde en fazla yoğunlaşma olduğunu görmekteyiz. Bu devrede ülkenin geri kalan kısmı genel olarak düşük değerler göstermektedir. Kış devresi genel olarak değerlendirilecek olursa yıl boyunca en yüksek potansiyel güç yoğunluğu değerleri (Ocak 375.8 W/m²) bu devrede görülmektedir. Bu yüksek değerlerin coğrafi dağılışı ise Güney Marmara Bölümünün Bozcaada, Gökçeada, Biga Yarımadası ve Bandırma Körfezi çevreleridir.

3.2 İlkbahar Mevsimi

Şekil 5'te ki ilkbahar devresine ait d, e ve f haritaları incelendiğinde güç yoğunluğu mevsimin ilk ayı olan Şubatta yüksek iken mevsimin ortası ve sonunda güç yoğunluğu giderek zayıflamaktadır. Güç yoğunluğunun mekânsal dağılışı genel olarak kış mevsimine benzemekle birlikte yüksek değerler Marmara Bölgesi, Ege Bölgesinin kuzeyi ve güneyi, Hatay'ın güneyi ve Orta Karadeniz Bölümünde yer alan Sinop ve Bartın illerini kapsamaktadır. İlkbahar mevsimin en yüksek güç yoğunluğu değerini (372.6 W/m²) Şubat ayında görmekteyiz.

3.3 Yaz Mevsimi

Şekil 5'te yer alan ve yaz mevsimini gösteren g, h ve ı haritalarında da görüldüğü gibi bu devrede ülke genelinde potansiyel güç yoğunluğu giderek zayıflamıştır. Güç yoğunluğu dağılışı bu devrede ülke genelinde çok zayıf ve dağınık görülmekle birlikte en yüksek değerler Güney Marmara, Orta Karadeniz, Güney Ege ve Doğu Akdeniz kıyılarında yoğunlaştığını söyleyebiliriz. Özellikle Hatay ve İskenderun Körfezi kıyısında bu devrede önemli bir güç yoğunlaşması görülmektedir. Ülkenin geri kalan kesimlerinde ise zayıf, orta ve yer yer yüksek

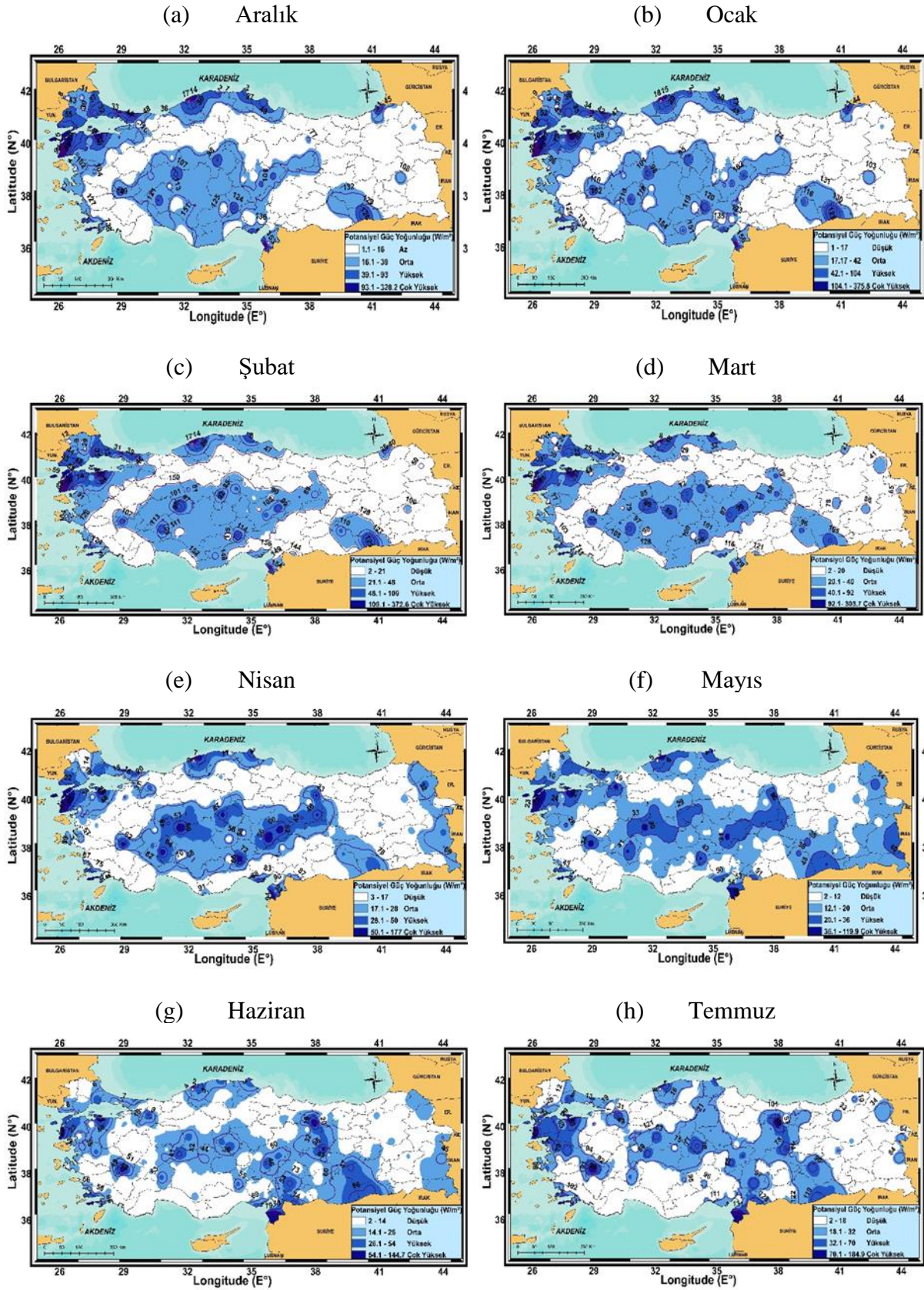
değerler görülmektedir. Genel olarak yaz mevsimi diğer mevsimlerle kıyaslandığında en düşük potansiyel güç yoğunluğu değerlerine sahip olduğunu söyleyebiliriz.

3.4 Sonbahar Mevsimi

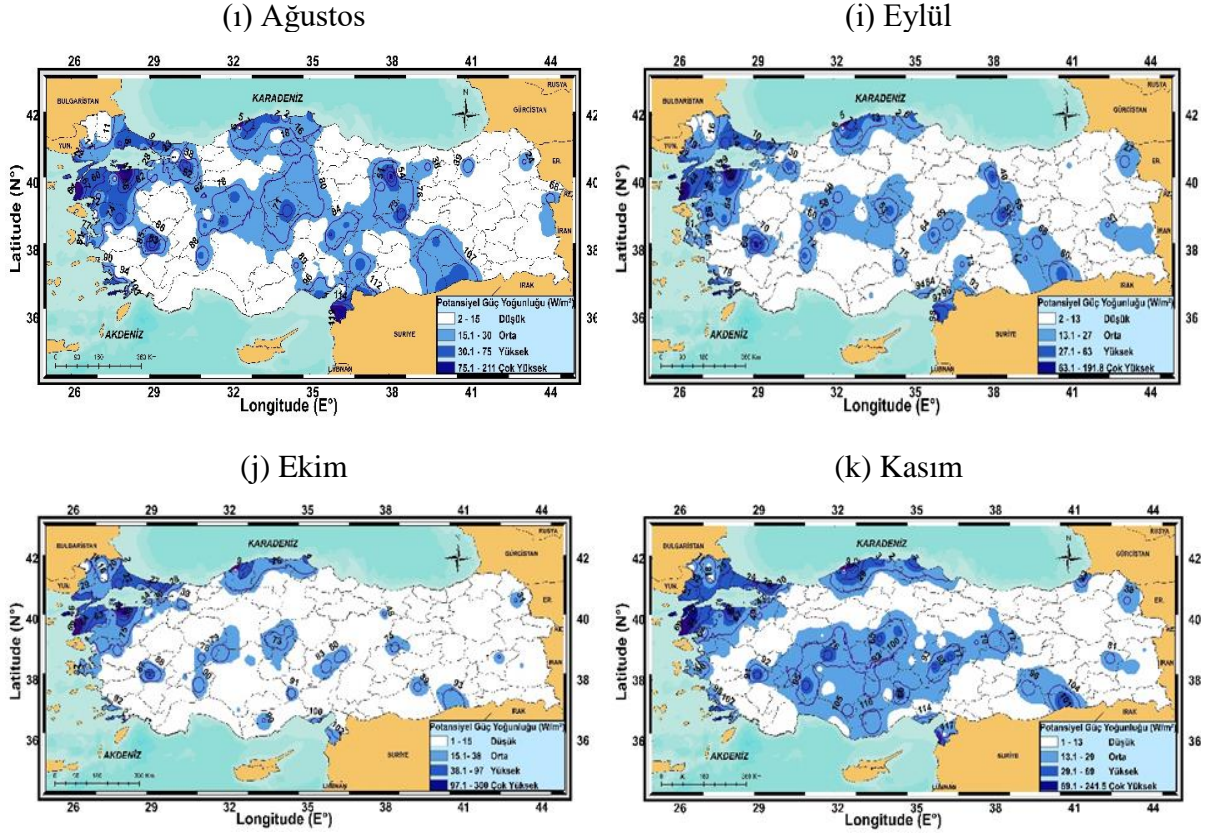
Sonbahar mevsimini gösteren Şekil 5'te ki i, j ve k haritalarına bakıldığında görülebileceği gibi devrenin başında ve ortasında güç yoğunluğu dağılışı tüm bölgelerde zayıfladığını söylenebilir. Bunun yanında devrenin sonunda ise kış mevsimine girerken güç yoğunlaşması giderek artma eğiliminde olmuştur. Tüm devre boyunca güç yoğunlaşması coğrafi olarak diğer devrelerde olduğu gibi yine en fazla Marmara Bölgesinde olmuştur. Bununla birlikte devrenin sonunda güç yoğunlaşma alanlarının giderek genişlemekte olduğunu da söyleyebiliriz. Devrenin sonunda yine Marmara Bölgesi başta olmak üzere Ege Bölgesi - özellikle Gökova Körfezi- Hatay'ın güneyi, Orta Karadeniz'de ise Bartın ve çevresinde yüksek ve çok yüksek yoğunlaşma alanları görülmektedir. Devrenin en yüksek değeri (300 W/m²) ise Ekim ayında kendini göstermektedir.

Son olarak tüm yılların ortalamasını gösteren Şekil 6'da yer alan yıllık rüzgâr enerji potansiyeli haritası incelendiğinde; en yüksek rüzgâr enerji potansiyeli yoğunluğu genel olarak Marmara Bölgesinde gözükmetedir. Özellikle bölgenin güneyinde yer alan güneyinde Gökçeada, Bozcaada, Saros Körfezi, Bandırma Körfezi ile Biga ve Gelibolu Yarımada ve bölgenin kuzeyinde İstanbul ve Kırklareli'nin Karadeniz kıyıları yıllık olarak en yüksek rüzgâr enerji potansiyeline sahiptir. Bu bölgeler dışında Ege Bölgesinde özellikle Gökova Körfezi ve kıyı Ege; Akdeniz Bölgesinde İskenderun Körfezi –özellikle Hatay-çevresi; Karadeniz Bölgesinde ise Sinop ve Bartın en yüksek değerlerin yer aldığı diğer yerlerdir. Yüksek değerlerin yer aldığı bölgeler ise genel olarak çok yüksek değerlerin çevrelendiği alanlarda görülmektedir. Bunların dışında Denizli'nin kuzeyi, Mardin'in merkezi ve Konya'nın kuzeybatısı gibi yerel olarak dar alanlara sıkışmış bazı noktalarda da yüksek değerler kendini göstermektedir. Orta değerdeki güç yoğunluk alanları genel olarak Anadolu'nun merkezi kısmı denilebilecek İç Anadolu Bölgesinin büyük bir bölümü ile İç Batı Anadolu, Akdeniz Bölgesinin orta bölümünün bir kısmını kapsamaktadır. Bu geniş alan dışında orta değerler Marmara Bölgesinin güneyi ile Ege Bölgesinin kuzeyi; Orta Karadeniz'in bir kısmı ile Güneydoğu Anadolu'nun bir kısmını kapsamaktadır. Ülkenin geri kalan kısmı ise düşük değerlerdedir. Yıllık en yüksek değer ise 261.9 W/m²'dir.

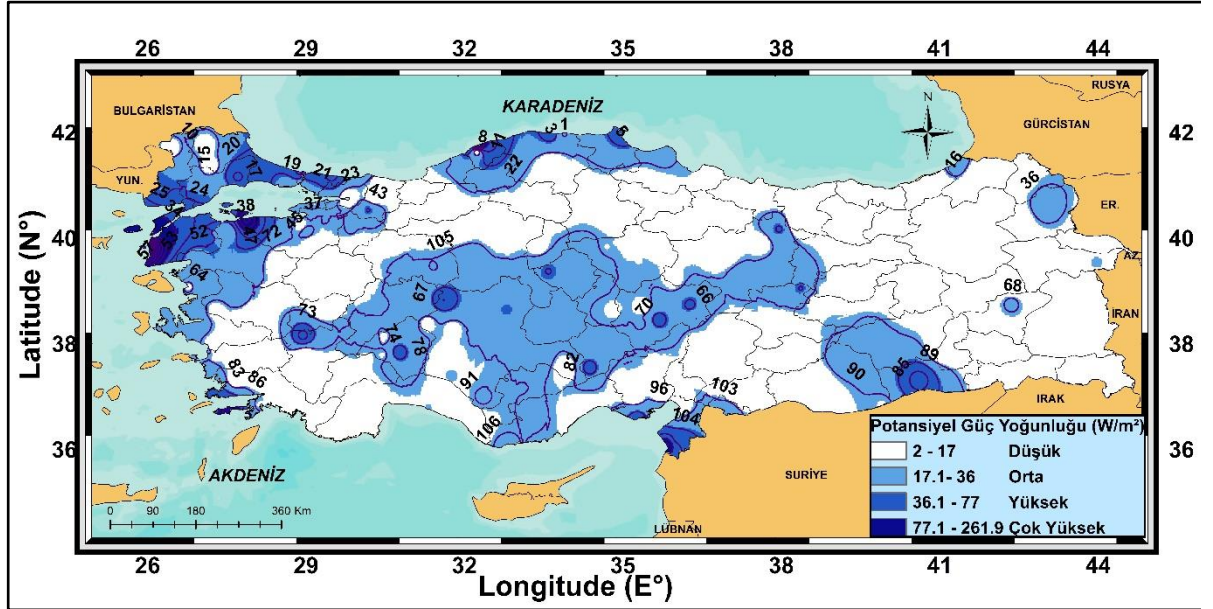
Şekil 5. Aylık potansiyel güç yoğunluğu haritaları



Şekil 6 (Devamı). Aylık potansiyel güç yoğunluğu haritaları



Şekil 7. Yıllık potansiyel güç yoğunluğu haritası.



4. SONUÇ

Rüzgâr, yeryüzünün eşitsiz ısınmasından dolayı oluşan sıcaklık farkı ve dolayısıyla basınç farkından doğan, yeryüzüne göre yatay yönde hareket eden hava kütesidir (Türkeş 2010:193). Bir orta enlem ülkesi olan Türkiye yıl boyunca çeşitli hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır dolayısıyla ülkenin iklimi ve rüzgâr rejimi de çoğunlukla bu hava tipleri şekillendirmektedir (Koçman 1993:2). Bunun yanında ülkenin coğrafi özelliklerine bağlı olarak bölgesel ve yerel etkenlerde iklim üzerinde önemli etkide bulunmaktadır (Erinç 1996:301). Sonuç olarak ülkenin konumundan dolayı etkileyen hava kuvvetleri ve fiziki coğrafya özellikleri birlikte ülkede farklı iklim tiplerini oluşturmaktadır. Bütün bu etmenler kendini rüzgâr durumu üzerinde de göstermektedir. Bunun sonucunda da bölgesel ve yerel olarak farklı rüzgâr desenleri oluşmakta dolayısıyla bölgeler arasında rüzgâr enerji potansiyeli olarak da farklılaşma meydana gelmektedir.

Türkiye'nin rüzgâr enerji potansiyelinin incelendiği bu çalışmada çıkan sonuçları kısaca aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

1. Türkiye'nin en fazla rüzgâr enerji potansiyeline sahip alanları; Marmara Bölgesinde Çanakkale'yi kapsayan Bozcaada, Gökçeada, Biga Yarımadası, Balıkesir Bandırma Körfezi, Saros Körfezi, İstanbul'un kuzeyi ve güneyi; Ege Bölgesinde Gökova Körfezi ve İzmir'den başlayarak kuzeye doğru Ege kıyısı; Akdeniz Bölgesinde İskenderun Körfezi; Karadeniz Bölgesinde Samsun ve Bartın arasındaki kıyı kuşağıdır.
2. Ülkenin diğer alanları genel olarak orta ve düşük enerji yoğunluğuna sahiptir. İç bölgeler ve özellikle Doğu Anadolu Bölgesi yıl boyunca enerji yoğunluğu yok denecek kadar azdır.
3. En yüksek enerji potansiyeli kış ayları olan Aralık, Ocak ve Şubat aylarında; en düşüğü ise yaz ayları olan Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında görülmektedir. Bahar Mevsimlerini oluşturan Mart, Nisan, Mayıs, Eylül, Ekim ve Kasım ayları ise kış ve yaz mevsimleri arasında bir geçiş özelliği göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları kabaca yukarıda gibi özetlenebilir. Fakat bir Rüzgâr Enerji Santrali (RES) kurulması için sadece meteorolojik veriler değerlendirilerek verilecek bir karar değildir. Dolayısıyla RES için yer seçimi ekonomik, sosyal, fiziki, çevresel ve planlama gibi birçok etmenin içine alan çok karmaşık bir konudur (Baban and Parry, 2000:62). Bunların yanında RES yer seçimi için göz önünde bulundurulması gereken en önemli konulardan biride rüzgâr persistansısıdır. Rüzgâr persistansı bir bölgedeki rüzgâr sürekliliğini ifade etmektedir. Bunun anlaşılması içinde RES kurulacak bölgede uzun yılları kapsayan rüzgâr gözlem verileri iyice incelenmeli ve sürekli yeni gözlemler yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- BABAN, S. M. J, PARRY, T., 2001, “Developing and applying a GIS assisted approach to locating wind farms in the UK”, *Renewable Energy* 24, 59–71.
- ÇELİK, A. N., 2004, A Statistical Analysis of Wind Power Density Based on the Weibull and Rayleigh Models at Southern Region of Turkey. *Renewable Energy*, 29,593-604.
- DÜNDAR, C., DEMİR, İ., 1999, “Türkiye Kıyılarında Rüzgar Enerji Potansiyellerinin Belirlenmesi”, *Türkiye Enerji Sempozyumu*.
- Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), Mayıs 2017, Elektrik Üretim Sektör Raporu, Araştırma Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı İstatistik Araştırma Müdürlüğü.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2015, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İle Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri, Ankara.
- ERİNÇ, S., 1996, *Klimatoloji ve Metodları*. Alfa Basım Yayım Dağıtım, 4. Basım.
- Global Wind Energy Council (GWEC), 2017, *Global Wind Power Report*.
- Greenpeace, 2015, Türkiye'nin Sürdürülebilir Enerji Görünümü Enerji [D]evrimi Raporu.
- KAPLAN, Y.A., 2016. Rayleigh ve Weibull Dağılımları Kullanılarak Osmaniye Bölgesinde Rüzgar Enerjisinin Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1, 62-71.
- KHAYYAT, A., 2012, Modeling Wind Energy Potential In a Data-Poor Region: A Geographic Information Systems Model For Iraq, Doktora Tezi.
- KOÇ T., 1998, “Ayvalık'ta Rüzgar Potansiyeli”, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 2.
- KOÇMAN, A., 1993, *Türkiye İklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:72, İzmir
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (Erişim Tarihi: 28.11.2018)
<https://www.mgm.gov.tr/genel/ruzgar-atlasi.aspx>
- ORAL, F., BAHÇET, R., 2015, “Rüzgar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi”, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 173-182.
- REN21, 2017, Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
- SERKENDİZ, H., 2018, Türkiye'nin Rüzgâr Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü.
- SÜZEK, F., 2007, Türkiye Rüzgar Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü.
- TAĞIL, Ş., 2000, “Sinop ve Çevresinde Rüzgar Enerji Potansiyeli” *Türkiye 8. Enerji Kongresi, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi*, Cilt: 2, 135-149.
- TÜRKEŞ, M., 2010, *Klimatoloji ve Meteoroloji*, Kriter Yayınevi, 1. Baskı.
- TÜRKEŞ, M., 2013, “Türkiye'nin ve Çanakkale Yöresinin Rüzgar Klimatolojisi + Rüzgar Enerji Potansiyeli ve Kurulu Güç Durumu”, *Çanakkale Kent Konseyi Çevre Meclisi Türkiye'de Enerji Politikaları ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Paneli*, Çanakkale.
- Türkiye Rüzgar Enerji Birliği (TÜREB), Kasım 2018, Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu.

UÇAR, A., BALO, F., 2009, "Evaluation of wind energy potential and electricity generation at six locations in Turkey", *Applied Energy*, 86, 1868-1872.

ULGEN, K., HEPBAŞLI, A., 2009, "Determination of Weibull parameters for wind energy analysis of Izmir, Turkey", *International Journal Of Energy Research*, 26, 495-506.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (Erişim Tarihi:28.11.2018)
http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html

YEREBAKAN, M., 2001, *Rüzgar Enerjisi*, İTO Yayınları, İstanbul, Ekim.