
Araştırma Makalesi / Research Article

Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Bakımından Malatya İlinin Doğu Anadolu Bölgesindeki Yeri

Rasim BEHÇET^{*1}, Hasan GÜL¹, Hakan ORAL¹, Faruk ORAL²

¹*İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya*

²*Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bitlis*

Özet

Günümüzde tüketilen enerjinin yaklaşık %90'nı kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil tabanlı kaynaklardan karşılanmaktadır. Fosil tabanlı kaynakları oluşturan rezervlerin sınırlı olması, dünyanın artan enerji ihtiyacı, küresel ısınma, asit yağmurları vb. gibi nedenlerden dolayı temiz ve yenilenebilir alternatif enerji kaynak arayışları başlamıştır. Bu kaynakların en önemlileri rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal ve biyokütle enerjileridir. Türkiye'nin konvansiyonel enerji kaynakları ile yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelleri karşılaştırıldığında, özellikle rüzgâr enerjisi büyük bir önem arz etmektedir. Bu enerjilerden yararlanma bakımından Türkiye'nin bölgeleri dikkate alındığında Malatya ilinin dâhil olduğu Doğu Anadolu Bölgesi en son sıralarda yer almaktadır. Bu çalışmada, Malatya ilinin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yeri olan rüzgâr enerjisi potansiyeli ve kullanılabilirliği araştırıldı. Bu amaca yönelik olarak Malatya ilinin rüzgâr enerjisi bilgileri araştırılarak bu enerji kaynağının en verimli şekilde kullanılabileceği yerler belirlenmiştir. Ayrıca üretim teknolojileri bakımından Malatya'nın rüzgâr enerjisi potansiyeli, kullanma derecesi ve yöntemi üzerinde durulmuştur. Bununla beraber Malatya için rüzgâr enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr enerjisi, Enerji potansiyeli, Doğu Anadolu Bölgesi, Malatya.

Place of Malatya Province in Eastern Anatolia Region in Terms of Wind Energy Potential

Abstract

Today, approximately 90% of energy consumed is produced from fossil-based sources such as coal, oil, natural gas. Clean and renewable alternative energy sources are started to search because of limited reserves of fossil-based sources, increase of energy needs of world, global warming and acid rain. The most important of these sources are wind, solar, hydro, geothermal and biomass energy. As compared conventional energy sources and potential of renewable energy sources of Turkey, especially solar energy has great importance. As taken into consideration to utilize from this energy of Turkey's province, Eastern Anatolian Province of Malatya region is located in the last rows. In this study, wind energy potential and availability, which has an important place among renewable energy sources of Malatya, is investigated. For this purpose, by investigating information of wind source of Malatya, the places where this energy is used most efficiently is determined. Also in terms of production technology, wind energy potential of Malatya and the degree and method of its potential use in combination and alone are focused. However, the suggestions are made to utilize from wind energy for Malatya by effective and common way.

Keywords: Wind energy, Energy potential, Eastern Anatolia Region, Malatya.

* Sorumlu yazar: rbehcet23@gmail.com

1. Giriş

Dünya enerji talebindeki hızlı artış, konvansiyonel enerji kaynaklarının tükenme endişesi ve bu kaynakların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi artmıştır [1]. Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir, çevre ile dost ve temiz enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Yenilenebilir özelliğe sahip olan bu enerji kaynağı atmosferde hem bol miktarda bulunmakta hem de temin edilmesi kolay ve bedava enerji kaynağıdır. Dünyanın sahip olduğu enerji kaynakları ve potansiyelleri incelendiğinde konvansiyonel enerji kaynaklarına kıyasla yenilenebilir enerji kaynaklarının ve özellikle de rüzgâr enerjisinin çok büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Rüzgâr enerjisinden doğrudan fayda sağlana bilindiği gibi başka tür enerjilere dönüştürülmek suretiyle de faydalanılabilmektedir. Günümüzde yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak ilk akla gelen uygulamalardan biri rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisi, dünyada birçok ülkenin yararlandığı ve son zamanlarda Türkiye’de büyük önem kazanmaya başlayan bir enerji türüdür [2].

Bu enerji binlerce yıldır su pompalama, tahıl öğütme ve mekanik güç amaçlı olarak kullanılmaktadır. Gemilerin hareketi için de rüzgâr enerjisinden yararlanılmıştır. Bugün dünya genelinde yüz binlerce yel değirmeni bulunmaktadır. Bunların birçoğu da su pompalama için kullanılan sistemlerdir. Yel değirmenlerinin günümüzdeki modern karşılıkları ise rüzgâr enerjisinden elektrik üreten rüzgâr türbinleridir. 1920 ve 1930 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya’da rüzgâr gücü jeneratörü yapılmıştır. Daha sonra dünyanın birçok yerinde rüzgâr enerji sistemleri geliştirilerek elektrik üretimine başlanmıştır [3-5].

Günümüzde enerji üretim birim maliyetinin artması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır. Rüzgâr enerjisinden yararlanma konusunda son zamanlarda birçok çalışma yapılmış olup günümüzde enerji üretim maliyetlerinin artması sebebiyle yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Bilgili ve arkadaşları[6] tarafından Türkiye’nin güney, güneybatı ve batı kıyısında bulunan Akhisar, Bababurnu, Belen, Datça, Foça, Gelendost, Gelibolu, Gökçeada ve Söke kısımlarındaki rüzgâr enerjisi potansiyeli istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, ilgili bölgelerin rüzgâr enerjisi potansiyelleri yüksek olduğu ve rüzgâr türbini kurulmasına uygun bölgeler olduğu belirtilmiştir. Akyüz ve arkadaşları[7], elektrik şebekesinden bağımsız Balıkesir iline ait rüzgâr hızı ve güneş radyasyonu verileri kullanarak ticari bir tavuk çiftliğinin enerji ihtiyacını karşılamak için hibrid bir sistemin tekno-ekonomik uygulanabilirliği ve çevresel performansını değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Şahin ve Bilgili [8], Hatay Belen’de rüzgâr enerjisi kullanımının uygunluğunu WAsP programını kullanarak incelemişlerdir. Yanıktepe ve arkadaşları[9], Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Binasına 300 W’lık rüzgâr türbini ve 100 W’lık potansiyele sahip 3 adet güneş paneli olmak üzere toplam 600 W’lık kurulu gücü olan hibrid bir sistem tasarlayarak üniversite içerisindeki bazı sınıfların aydınlatılmasını sağlamışlardır. Aktacir ve arkadaşları[10] ise Harran Üniversitesi Osmanbey Yerleşkesi’nde saha aydınlatması amacıyla prototip bir rüzgâr-güneş hibrid sistemi kurmuşlardır. Brian ve Byron[11], rüzgâr ve güneş enerjilerinden üretilen elektrik enerjisini su pompalama sisteminde kullanarak sistemin performans analizini araştırmışlardır. Getachew ve Palm[12], Etiyopya’da güneş-rüzgâr enerjisi sistem uygulamalarının fizibilite araştırmasını yapmışlardır. Reichling ve Kulacki’nin çalışması[13] ise Minnesota’da faydalı ölçekteki rüzgâr ve güneş enerjilerinde elektrik üretimi ile ilgilidir.

Bu çalışmada, Malatya ili için yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olan rüzgâr enerjisinin hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemleri araştırılmıştır. Ayrıca Malatya için rüzgâr enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanma yolları hakkında önerilerde bulunulmuştur.

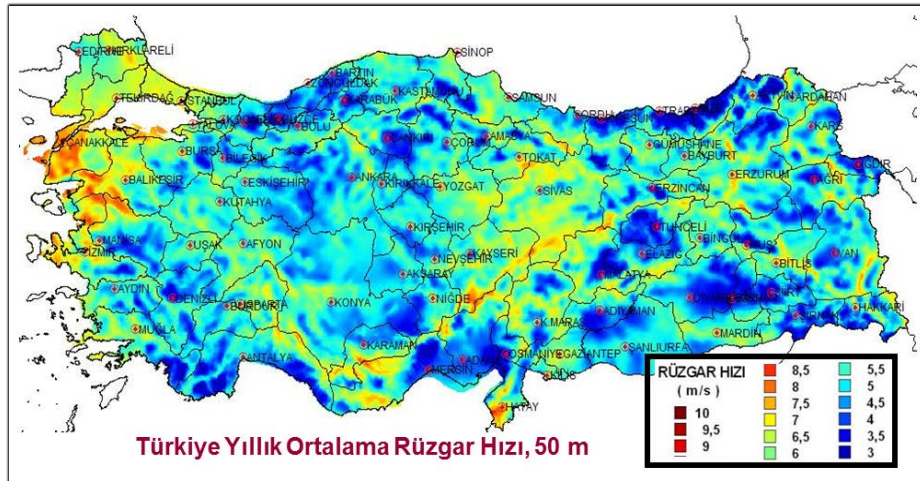
2. Rüzgâr Enerjisinin Tarihsel Gelişimi ve Kullanımı

Rüzgâr enerjisi kullanımı, yeni bir teknoloji olmayıp insanlık tarihinde önemli bir rol oynamıştır. İnsanoğlunun, rüzgârın gücünü keşfedip onun gücünden yararlanmaya başlaması çok eski dönemlere dayanır. İlk kez M.Ö. 2800 yıllarında Mısırlıların kürek mahkûmlarının gücüne ek olarak rüzgâr enerjisini kullandıkları bilinmektedir. Mısırlılar metrelerce uzunluktaki yelkenleri şişirip tonlarca

ağırlıktaki gemileri yüzdürmek için rüzgârın gücünden yararlanmışlardır. Hollanda'dan Amerika'ya birçok farklı coğrafyada rüzgâr enerjisi yel değirmenleri vasıtasıyla üretilmekte ve su kuyularından su çekmekte kullanılmıştır. İran ve Afganistan'da ise insanlar tahıl öğütme amaçlı rüzgâr enerjisini kullanmışlar [4]. Günümüzde ise daha çok elektrik üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin dolaylı bir şeklidir. Güneş enerjisinin karaları, denizleri ve atmosferi her yerde aynı ısıtamaması nedeniyle oluşan sıcaklık ve basınç farkları rüzgârı ortaya çıkarmaktadır. Rüzgârdaki kinetik enerji önce mekanik daha sonra rüzgâr türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr türbinleri dikey ve yatay eksenli olmak üzere iki şekilde tasarlanabilmektedir. Yatay eksenli türbinler, dikey eksenli türbinlere oranla daha yüksek verim ile elektrik üretimi sağlamaktadır. Bu nedenle yatay eksenli türbinler elektrik üretimi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar [4-6]. Rüzgâr enerjisi, kirlilik oluşturmayan ve çevreye çok az zarar veren yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Yeryüzünde % 95 gibi bir alanda rüzgâr enerjisi elde edilebilmekte ve bu alanlarda aynı zamanda ziraat, ormancılık gibi faaliyetler de sürdürülebilmektedir [14]. 1970'li yıllarda artan petrol fiyatları ile rüzgâr türbinlerinin kullanımı ve teknolojilerinin geliştirilmesi hız kazandı. Elektrik üretiminde kullanılan ilk rüzgâr türbini 1890 yılında Danimarka'da yapıldı. O zamanlar endüstride kullanılan elektriğin %25 rüzgâr türbinlerinden elde edilmekteydi [15]. Dünyada rüzgâr gücünden geniş bir şekilde yararlanma, 1947 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde başlayarak 1960'lara doğru, ABD ve Avrupa'da 100 kW güce kadar olan rüzgâr türbinlerinin yaygınlaştığı görülmektedir. Daha sonraki yıllarda Rüzgâr Elektrik Santrali (RES) olarak adlandırılan büyük güçlü sistemler, bütün dünyada yaygınlaşarak devam etmiştir. 2013 yılı sonu itibariyle dünyada toplam kurulu güç rüzgâr enerji santrali 318.105 GW değerine ulaşmıştır. Yine 2013 yılı sonu itibariyle ülkeler bazında kurulu rüzgâr gücünde; Çin 91.412 GW, Amerika Birleşik Devletleri 61.091 GW ve Almanya 34.250 GW değerleriyle ilk üç sırada gelmektedir [16].

Türkiye'de genel kullanıma yönelik ilk rüzgar enerjisi kaynaklı elektrik üretimi 1986 yılında Çeşme'de 55 kW nominal güçlü rüzgar türbini ile elde edilmiş ve 1998 yılında bu güç 8.7 MW'a çıkarılmıştır[4]. Rüzgâr enerjisi ile ilgili yapılan çalışmaların sonucundan, Çanakkale Boğazı civarı, Bozcaada, Gökçeada, Sinop, İnebolu, Bozkurt, Samsun, Bandırma, Balıkesir, Çorlu, Edremit, Ayvalık, Dikili, Çeşme, Bodrum, Bergama, Antakya, Anamur, Silifke, Mardin, Malatya, Erzurum, Seydişehir, Karaman ve Afyon yörelerinin rüzgâr enerjisinden yararlanılabilir alanlar olduğu tespit edilmiştir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele açısından yenilenebilir rüzgâr enerji sistemlerinin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Özellikle şebeke bağlantısı olmayan kırsal bölgelerdeki küçük yerleşim alanları ve tarımsal üretim sistemleri için rüzgâr enerjisi dikkate alınması gereken önemli enerji kaynaklarından biridir.



Şekil 1. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyel atlası [17]

Türkiye'de rüzgâr enerjisinden yararlanma yirminci yüzyılın sonuna doğru başlamıştır. Şekil 1'de 50 metre yükseklik için verilen Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) incelendiğinde; Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. 7 m/s'den büyük rüzgâr hızları göz önüne alınarak Türkiye rüzgâr enerjisi teknik potansiyeli 47.849 MW olarak

belirlenmiştir [18]. Bu atlasla göre, özellikle Ege ve Batı Karadeniz kıyıları ile Marmara Bölgesi ve Doğu Akdeniz kıyılarında rüzgâr enerjisi potansiyelleri yüksektir. Bu bölgelerde yapılacak detaylı çalışmalar ile rüzgâr enerjisinden verimli bir şekilde yararlanmak mümkündür. Yıllık ortalama değerler esas alındığında, Türkiye'nin en iyi rüzgâr kaynağı alanları kıyı şeritleri, yüksek bayırlar ve dağların tepesinde ya da açık alanların yakınında bulunmaktadır. Mevsimlik ortalama değerlere göre, Türkiye çapında rüzgâr kaynağı karmaşık topoğrafyaya bağlıdır. Birçok yerde, özellikle sahil boyunca ve doğudaki dağlarda kışları daha güçlü rüzgâr hızları görülmektedir. Aylık ortalama değerlere göre ise Türkiye'nin batı sahil bölgesi yanında Marmara Denizi'ni çevreleyen bölgede kış mevsimi süresince en şiddetli rüzgâr hızına sahiptir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından ölçülen bazı bölgelere ait aylık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Şekil 2'de belirtildiği gibi rüzgâr santrallerinin yoğun olarak kurulduğu ve REPA'da gösterilen potansiyelle uyum halinde olan yerler Marmara bölgesinde; Balıkesir, İstanbul, Çanakkale, Ege bölgesinde; İzmir, Manisa, Aydın, Doğu Akdeniz çevresinde; Hatay, Osmaniye ve Mersin gibi iller gösterilebilir. Türkiye'nin bölgelere göre yıllık ortalama rüzgâr hızı(m/s) ve rüzgâr yoğunluğu (W/m²) verileri Tablo 2'de verilmiştir. Bu tabloda görüldüğü gibi rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından Marmara Bölgesi en zengin bölge olarak görülmektedir.

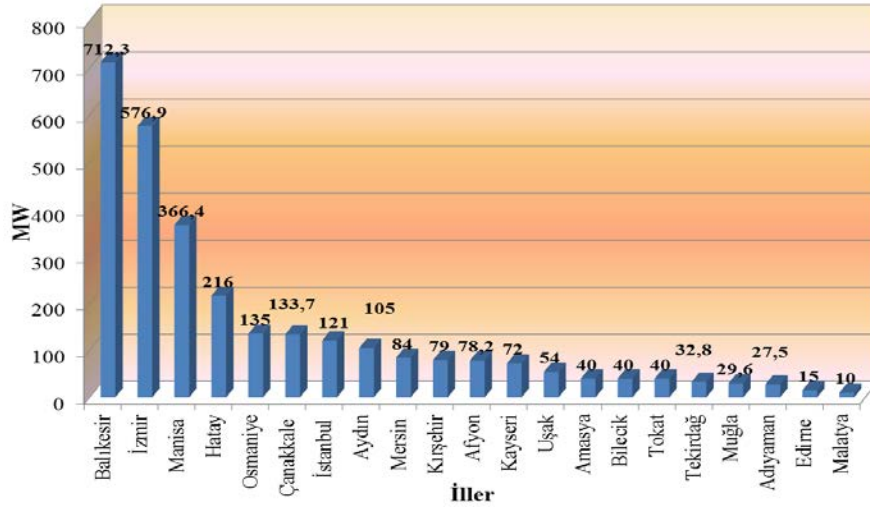
Tablo 1. Türkiye'nin bazı bölgelerine ait aylık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı değerleri (m/s)

Bölge	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Ort
Akhisar	5.2	6.2	2.7	2.7	4.3	5.4	8.7	9.0	5.0	7.1	5.6	8.3	5.85
Bababurnu	6.0	6.0	5.9	6.0	3.0	5.3	6.2	6.4	4.5	5.7	5.9	8.2	5.75
Bandırma	-	-	8.1	6.6	6.5	6.8	8.2	9.6	6.1	8.4	8.1	12.0	8.04
Belen	4.8	4.9	5.4	6.0	5.0	9.3	11.5	10.3	8.2	5.3	5.6	5.8	7.41
Datça	4.6	5.1	4.7	4.5	6.5	5.6	8.0	9.9	6.2	5.5	5.3	5.4	5.90
Foça	5.6	5.5	5.6	5.3	4.8	5.5	5.8	6.3	4.7	5.8	6.0	7.4	5.70
Gelibolu	7.4	6.7	8.3	6.0	5.2	5.8	5.7	7.6	5.7	7.4	7.0	9.1	6.80
Gökçeada	7.7	6.9	8.1	6.7	5.3	5.9	6.2	7.8	5.7	7.5	7.6	10.8	7.20
Kocadağ	8.0	7.7	8.0	7.0	7.0	8.6	8.6	6.5	7.2	5.3	7.1	-	7.36
Sinop	3.9	4.2	4.9	4.7	4.5	4.8	4.4	4.1	-	-	5.3	5.2	4.60

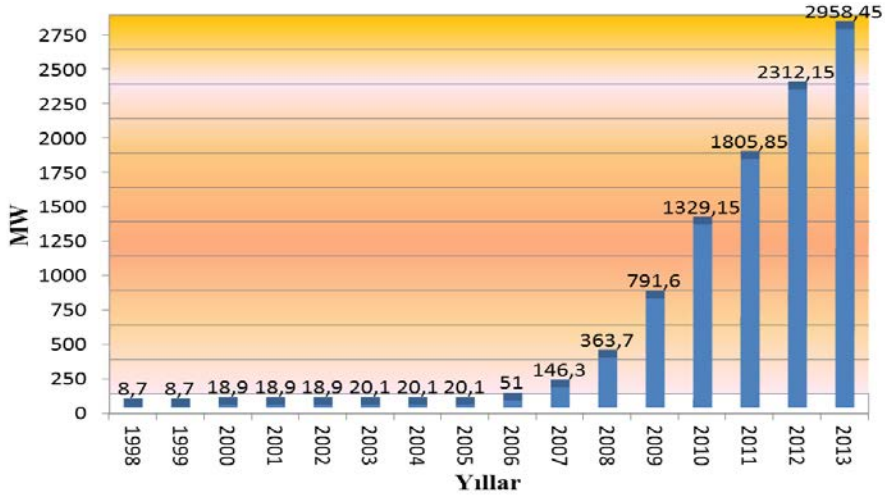
Eski çağlardan beri insanlar rüzgârın gücünden çeşitli şekillerde faydalanmışlardır. 20. yüzyılın başlarında ilk rüzgâr türbinleri kurulmaya başlanmış ve bununla birlikte rüzgâr gücünden elektrik üretimi giderek artmıştır. Bugün dünyadaki hemen hemen her ülke rüzgâr enerjisinden çeşitli şekillerde faydalanmaktadır. Türkiye rüzgâr enerjisi bakımından çok ciddi bir potansiyele sahip olduğundan dolayı diğer ülkelere göre çok avantajlı bir konumdadır. Türkiye'de ilk olarak 1998 yıllarında yapımına başlanan rüzgâr santrallerinin 2023 yılına kadarki hedefi, rüzgâr kurulu gücünde 20.000 MW 'a ulaşmaktır. Türkiye'nin illere göre kurulu rüzgâr enerjisi gücü Şekil 2'de ve yıllara göre rüzgâr enerjisi gücü ise Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 4'te de lisanslı olan rüzgâr enerji santrallerinin güç bakımından bölgelere göre dağılımı verilmiştir. Türkiye rüzgar enerjisi birliği (TÜREB) raporu [19]'na göre Türkiye'nin kurulu rüzgar enerjisi gücü 1998 yılında 8.7 MW iken 2013 yılında bu değer 2958.45 MW'a yükselmiştir. Diğer bir ifade ile Türkiye'nin Kurulu rüzgâr enerjisi gücü yaklaşık olarak 300 kat artmıştır. Özellikle son beş yılda çok büyük artış meydana gelmiştir.

Tablo 2. Türkiye'nin bölgelere göre rüzgâr enerjisi potansiyeli [17]

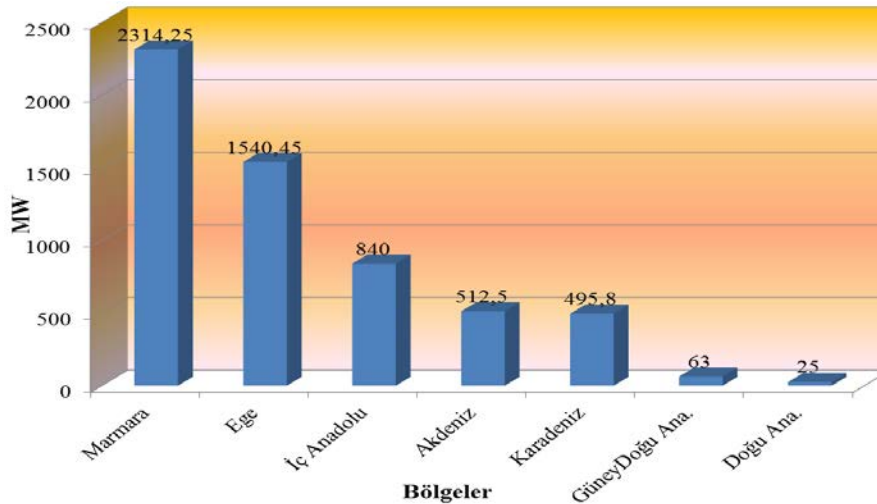
Bölge	Yıllık ortalama rüzgâr hızı(m/s)	Yıllık ortalama rüzgâr yoğunluğu (W/m ²)
Marmara Bölgesi	3.29	51.91
Ege Bölgesi	2.65	23.47
Akdeniz Bölgesi	2.45	21.36
İç Anadolu Bölgesi	2.46	20.14
Kara Deniz Bölgesi	2.38	21.31
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	2.69	29.33
Doğu Anadolu Bölgesi	2.12	13.19
Ortalama	2.58	25.52



Şekil 2. İşletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin kurulu güç bakımından illere göre dağılımı[19]



Şekil 3. Türkiye rüzgâr enerji santrallerinin kurulu güç bakımından yıllara göre dağılımı[19]

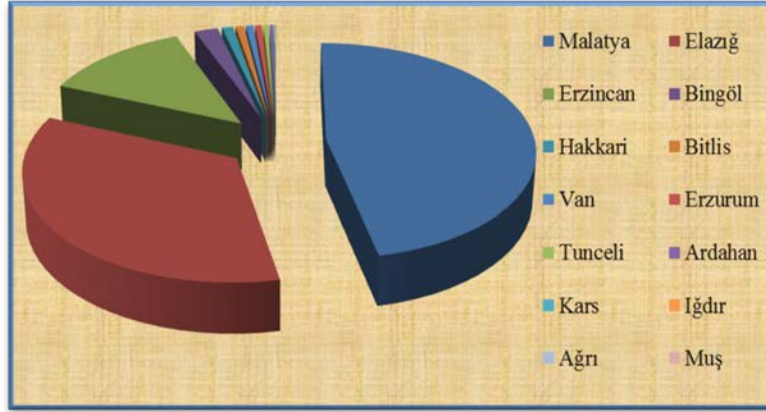


Şekil 4. Lisanslı olan rüzgâr enerji santrallerinin güç bakımından bölgelere göre dağılımı[19]

3. Malatya İlinin Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

Rüzgâr enerjisi, kirlilik oluşturmeyen ve çevreye çok az zarar veren yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Yeryüzünde % 95 gibi bir alanda rüzgâr enerjisi elde edilebilir ve bu alanlarda aynı zamanda ziraat,

ormancılık gibi faaliyetler de sürdürülebilir. Evsel kullanım için de iyi bir alternatif enerji kaynağıdır. Türkiye’de Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri kırsal kesimleri fazla olan yöreler olup rüzgâr enerjisi potansiyeli elektrik üretimine uygun olduğu bölgelerdendir. Doğu Anadolu Bölgesi’nin ortalama rüzgâr gücü yoğunluğu 13.19 W/m^2 ve ortalama rüzgâr hızı 2.12 m/s ’dir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nin rüzgâr gücü yoğunluğu 29.39 W/m^2 ve ortalama rüzgâr hızı 2.69 m/s olarak bilinmektedir[17]. Bu bölgelerin rüzgâr potansiyeline bakıldığı zaman, kırsal kesimlerin fazla oluşu nedeniyle bu kesimlere kurulacak rüzgâr enerji sistemleri büyük ekonomik yararlar sağlayacaktır. Mevcut enerji kaynakları yanında yenilenebilir özellikle olan değişik enerji kaynaklarının kullanılabilir hale getirilmesi bölgenin ve aynı zamanda ülkenin kalkınmasına yardımcı olacaktır. Bu da ülkemizin rüzgâr potansiyelinden yararlanma imkânlarının değerlendirilmesi ve benzer çalışmaların yoğunluk kazanmasına yol açacaktır.



Şekil 5. Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki illere kurulabilecek rüzgâr enerjisi santrali güç kapasitesi [17]

Tablo 3. Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki İllere Kurulabilecek RES Güç Kapasitesi (MW) [17]

İller	50 m’de Rüzgâr Gücü ve Hızı (W/m^2 - m/s)			Toplam Kapasite (MW)	Toplam Alan (km^2)
	300-400 6.8-7.5	400-500 7.5-8.1	500-600 8.1-8.6		
	Malatya	1268,48	120,48		
Elazığ	731,52	292,64	4,24	1028,4	205,68
Erzincan	314,48	58,56	9,68	382,72	76,54
Bingöl	61,44			61,44	12,29
Hakkari	8,96	13,76	6,48	29,2	5,89
Bitlis	22,08			22,08	4,42
Van	16,88	2,48		19,36	3,88
Erzurum	17,76			17,76	3,55
Tunceli	13,12			13,12	2,62
Ardahan	8,96	0,24		9,2	1,84
Kars	3,36			3,36	0,67
Iğdır	1,76			1,76	0,35
Ağrı	0,24			0,24	0,5
Muş	0			0	0

8. Şahin B., Bilgili M. 2009. Wind Characteristics and Energy Potential in Belen-Hatay, Turkey, *International Journal of Green Energy*, 6:157-172.
9. Yanıktepe B., Özalp C., Savrun M. M., Köroğlu T., Cebeci Ç. 2011. Rüzgar-Güneş Hibrid Güç Sistemi Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Uygulama Örneği, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS' 11), 16-18 May, Elazığ, Turkey.
10. Aktacir M. A., Yeşilata B., Işiker Y. 2008. Fotovoltaik- Rüzgâr Hibrid Güç Sistemi Uygulaması, *Yeni Enerji. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri*, 3: 56-62.
11. Brian D. V., Byron A. 2012. Neal Analysis of Off-Grid Hybrid Wind Turbine/Solar PV Water Pumping Systems, *Solar Energy*, 86: 1197–1207.
12. Bekele G., Palm B. 2010. Feasibility Study For a Stand Alone Solar–Wind-based Hybrid Energy System for Application in Ethiopia, *Applied Energy*, 87:487–495.
13. Reichling J. P., Kulacki F. A. 2008. Utility Scale Hybrid Wind–Solar Thermal Electrical Generation: A Case Study for Minnesota, *Energy*, 33: 626–638.
14. <http://www.tmmob.org.tr>
15. Freris L. L. 1990. *Wind Energy Conversion Systems*, Prentice Hall International (UK) Ltd, Cambridge.
16. Global Wind Energy Council (GWEC), *Global Wind 2013 Report*, April 2014.
17. <http://www.eie.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.04.2014).
18. <http://www.nukte.org>
19. <http://www.tureb.com.tr> (Erişim tarihi: 15.04.2014).