

Malatya İlinin Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanılabilirliği

*¹Rasim Behçet ¹Hasan Gül ¹Hakan Oral ve ²Mehmet Özalp

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

² Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye

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 başlamışlardır. Bu kaynakların en önemlileri rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal ve biokütle 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 kullanılabilceği yerler belirlenmiştir. Ayrıca üretim teknolojileri bakımından Malatya'nın rüzgâr enerji 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, Kullanılabilirlik, Malatya

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 wind 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, Availability, Malatya

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 kaynakları atmosferde hem bol miktarda bulunmakta hem de temin edilmesi kolay ve bedava enerji kaynaklarıdır. 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 sağlandığı 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. 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. Rüzgâr türbinleri, rüzgar enerjisini kullanılabilir hale getirmenin yollarından biri olan rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine çevir sistemlerdir. Bu sistemler ile rüzgardan sağlanacak güç, rüzgar hızının küpü ve kullanılacak rüzgar türbininin rotor süpürme alanı ile doğru orantılıdır. Güç elde etmede önemli bir faktör rüzgar hızı, yerden yükseldikçe logaritmik olarak artış göstermektedir. Rüzgar santralinden elde edilebilecek güç, kullanılan türbin sayısı ve türbin büyüklüğü ile sınırlı kalmaktadır[3]. Elektrik üretiminde kullanılan ilk rüzgar türbini 1890 yılında Danimarka’da yapıldı. O zamanlar endüstride kullanılan elektriğin tamamının %25 rüzgar türbinlerinde elde edilmekteydi. 1920 ve 1930 yılları arasında ise Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya’da rüzgâr gücü jeneratörü yapılmıştır. Daha sonra dünyanın birçok yerinde rüzgâr enerji sistemleri geliştirilerek elektrik üretimine başlanmıştır. Dünyada ilk olarak rüzgar gücünden geniş bir şekilde yararlanmak için, 1947 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde elektrik elde etme alanında önemli çalışmalar yapılmıştır. Günümüzde de Amerika Birleşik Devletleri 1750 MW ve Almanya ise 2900 MW elektrik enerjisini rüzgar enerjisinden elde etmektedir[4,5].

Günümüzde enerji üretim birim maliyetinin artması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır. Rüzgâr enerjilerinden 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 rüzgar enerjisi potansiyeli istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, ilgili bölgelerin rüzgar enerjisi potansiyelleri yüksek olduğu ve rüzgar 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 yapmışlar. Şahin ve Bilgili[8], Hatay Belen’de rüzgâr enerjisi kullanımının uygunluğunu rüzgâr atlası ve uygulama programı (WASP) kullanarak incelemişlerdir. Yanıktepe ve arkadaşları[9], Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Binasına 300 wattlık rüzgâr türbini ve 100 wattlık 3 adet güneş paneli olmak üzere toplam 600W kurulu güce sahip 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 rüzgar-güneş hibrid sistemi kurmuşlardır. Hibrid sistemin, özellikle aydınlatma gibi sabit güç tüketen uygulamalar için, gerekli elektrik enerjisini kesintisiz ve güvenilir bir şekilde sağlayabildiğini gözlemlemişlerdir. Brian ve Byron[11], rüzgâr ve güneş enerjilerinden üretilen elektrik enerjisini su pompalama sisteminde kullanarak sistemin performans analizini araştırmışlar. Getachew ve Palm[12], Etiyopya'da güneş-rüzgâr enerji sistem uygulamalarının fizibilite çalışmasını araştırmışlar. 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 rüzgar 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

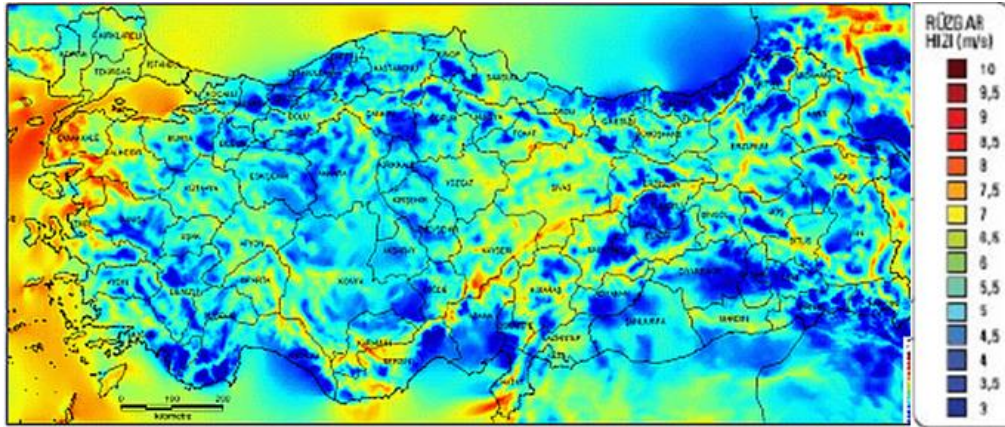
Rüzgâr enerjisi kullanımı, yeni bir teknoloji olmayıp insanlık tarihinde önemli bir rol oynamıştır. İnsanoğlunun, rüzgârın gücünü keşfedip onun gücünden yararlanmaya başlaması çok eski dönemlere dayanır. Rüzgâr, yeryüzünün güneş tarafından ısıtılması sonucu ortaya çıkan bir hava hareketidir. Rüzgâr enerjisi ise, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket enerjisidir. Rüzgârdaki kinetik enerji önce mekanik sonra da 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]. 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 kuyularında 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[6]. Rüzgâr enerjisi, kirlilik oluşturmeyen 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 İlk rüzgâr türbini 1890 yılında Danimarka'da yapıldı. O zamanlar endüstride kullanılan elektriğin %25 rüzgâr türbinlerinden elde edilmekteydi[4]. 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. Bu gün Amerika Birleşik Devletleri rüzgâr enerjisinden 1750 MW ve Almanya ise 2900 MW elektrik enerjisi elde etmektedir[3].

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 8.7MW’ açıklanmıştır[4]. Rüzgar 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 yöreleri rüzgar enerjisinden yararlanılabilir alanlardır.

Tablo 1. Türkiye’nin bölgelere göre rüzgar enerjisi potansiyeli[15]

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 1. 50 metrede Türkiye'nin rüzgar enerjisi potansiyel atlası [15]

Tablo 1 ve Şekil 1’de görüldüğü gibi Türkiye’nin en çok rüzgâr alan bölgeleri Marmara, Güney Doğu Anadolu ve Ege bölgeleridir. 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 ise Türkiye çapında rüzgâr kaynağı

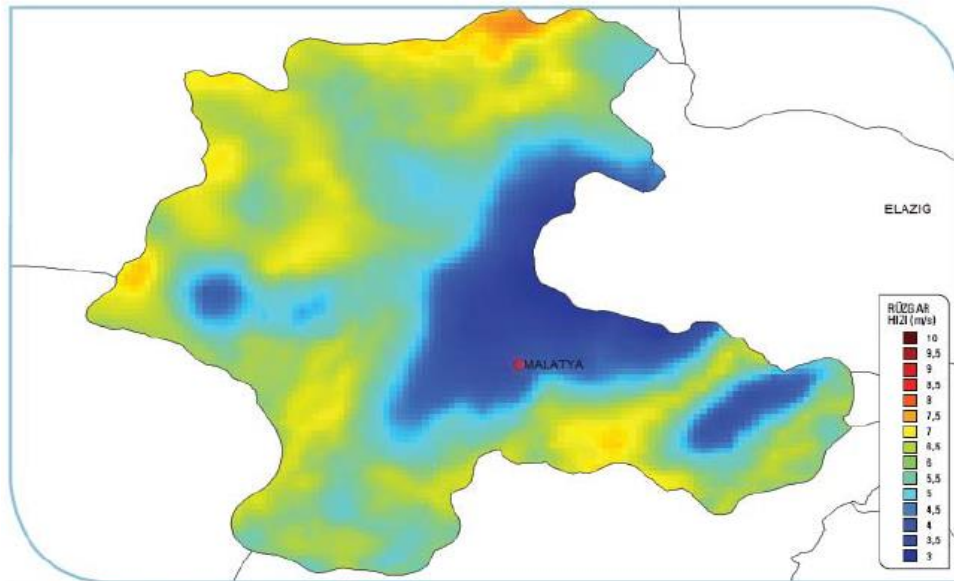
karmaşık topografyaya bağlıdır. Birçok yerde, özellikle sahil boyunca ve doğudaki dağlarda kışları daha güçlü rüzgâr hızları görülmektedir. Aylık ortalama değerlere göre ise Türkiye'nin batı sahil bölgesi yanında Marmara Denizi'ni çevreleyen bölgede kış mevsimi süresince en şiddetli rüzgâr hızına sahiptir. 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.

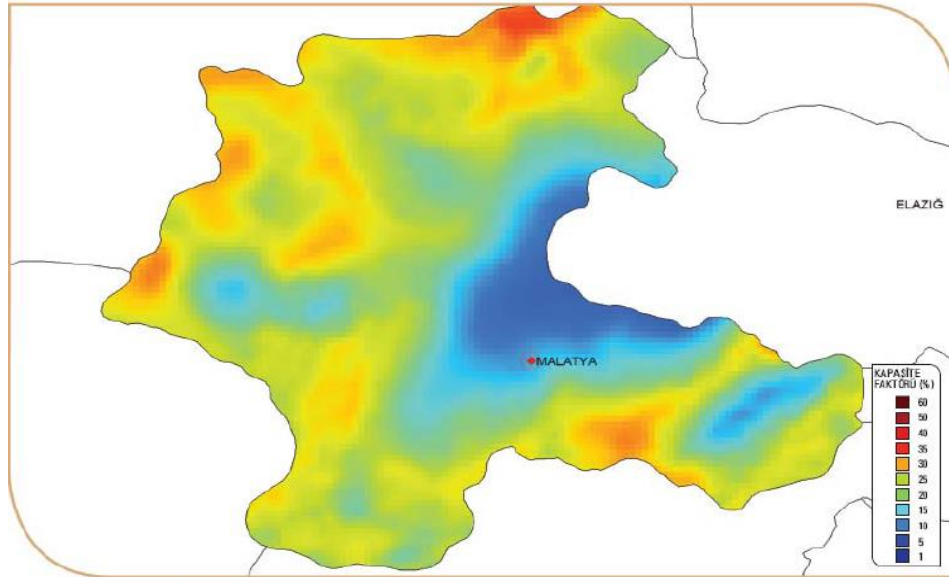
3.Malatya İlinin Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı

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 bölgesinin ortalama rüzgâr gücü yoğunluğu 13.19 W/m^2 ve ortalama rüzgâr hızı 2.12 m/s 'dir. Güney Doğu Anadolu Bölgesinin rüzgâr gücü yoğunluğu 29.39 W/m^2 ve ortalama rüzgâr hızı 2.69 m/s olarak bilinmektedir[3]. 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 özellikte 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. Rüzgâr enerjisinden yararlanma imkânlarının geliştirilmesi ile Çanakkale, Sinop, Samsun, Balıkesir, Afyon, Antakya, Mersin, Karaman, Şanlıurfa, Mardin, Erzurum ve Malatya gibi Türkiye'nin birçok ilinde rüzgâr enerjisinden fayda sağlanabilir. Doğu Anadolu Bölgesinde rüzgâr enerjisinden faydalanılabilecek yerler sırasıyla Malatya, Elazığ ve Erzincan illeridir. Malatya ili rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımından Doğu Anadolu bölgesindeki iller arasında ilk sırada yer almaktadır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından 50 m yükseklikte ölçülen Malatya iline ait yıllık rüzgâr hızı değerleri ve rüzgâr hız dağılım profili Şekil 2'de verilmiştir. Rüzgâr hız verilerine göre ilin rüzgâr hız dağılımı $3\text{m/s} - 8\text{m/s}$ arasında değişim göstermektedir. rüzgâr enerjisi santrali(RES) ekonomik yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgâr hızı ve %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir. Doğu Anadolu Bölgesinde bu şartları sağlayan ve rüzgâr enerjisi santralının kurulması için Malatya ilinde en uygun yer Şekil 2 ve Şekil 3'de görüleceği gibi Arapkir ilçesidir. Arapkir ilçesi bölgenin en iyi rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Arapkir ilçesinin Onar ve Aktaş köy sınırları içerisine kalan alana kurulacak olan rüzgâr enerjisine dayalı RES projesi kapsamında üretim faaliyeti göstermek üzere toplam 5 adet üniteden oluşacak olan rüzgâr enerji santrallerinden yıllık 27.000.000 kWh elektrik üretimi gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. 49 yıllığına kamulaştırılan alanda kurulan 5 ünitenin 2014 yılı içinde üretime geçirilmesi yönünde çalışmalar devam etmektedir. Doğu Anadolu Bölgesindeki illere kurulabilecek rüzgâr enerjisi santrali güç kapasitesi ise tablo2 ve şekil 4'te görmek mümkündür

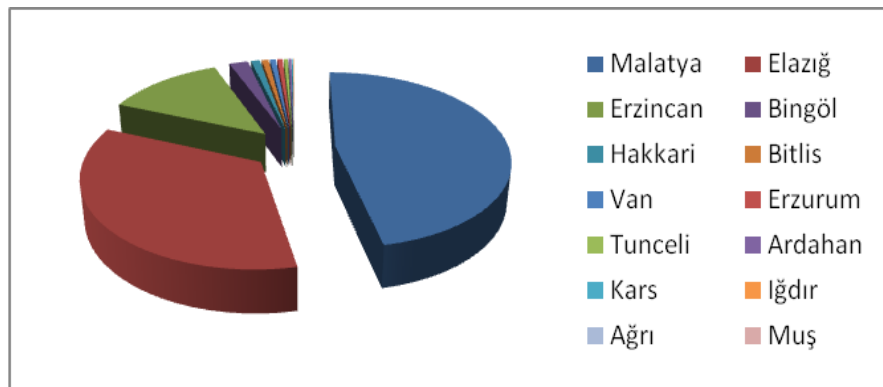
Tablo 2. Doğu Anadolu Bölgesindeki İllere Kurulabilecek RES Güç Kapasitesi (MW) [15]

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	

**Şekil 2.** 50 metrede Malatya ilinin rüzgâr hızı dağılımı[15]



Şekil 3. 50 metrede Malatya ilinin kapasite faktörü dağılımı[15]



Şekil 4. Doğu Anadolu Bölgesindeki illere kurulabilecek rüzgâr enerjisi santrali güç kapasitesi [15]

4. SONUÇ

Rüzgâr enerjisi Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamada gelecek vadede bir enerji kaynağıdır. Bölgeler bazında Türkiye'nin rüzgâr enerjisi değerleri incelendiğinde Doğu Anadolu bölgesi son sırada yer almakla birlikte bölgenin illeri arasında Malatya birinci sırada bulunmaktadır. Ülkemizin birçok bölgesinde rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi elde edilebilecek şartlar mevcut olduğu halde bu imkânlardan gereği gibi yararlanılmamaktadır. Malatya, coğrafi konumu itibarıyla temiz ve masrafsız enerjinin elde edilebileceği rüzgâr enerji santrallerinin kurulması için en uygun yerdir. Bu çalışmadan elde edilen araştırma sonuçlarından da görüleceği gibi, Malatya'nın Arapkir ilçesi hem Doğu Anadolu Bölgesinin hem de ilin en zengin rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Bu bölgeye kurulacak rüzgâr santralleriyle, Türkiye'nin diğer bölgelerinde yoğunlaşan enerji üretim santralleri bölgemizde yaygınlaşarak bölgenin ekonomisine katkı sağlayacaktır. Böylece, bölgede üretilen enerjide kaynak çeşitliliği sağlanacağı gibi, Türkiye'nin diğer bölgelerinde üretilen elektrik enerjisinin Doğu Anadolu bölgesine taşınması sırasında oluşan kayıplar ortadan kaldırılacaktır. Aynı zamanda, Malatya ilinde kurulacak rüzgâr enerji

santralleri ile yeni istihdam sahaları açılacaktır. Ayrıca çevre ile dost bu santrallerin kurulmasıyla bölgenin mevcut doğal yapısının korunması sağlanacaktır.

5.KAYNAKLAR

- [1] İlkılıç C, Aydın H, Behçet R.The current status of wind energy in Turkey and in the World, Energy Policy, 2011;39(2):961-967
- [2] Bayrakçı CH. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi ve Potansiyel Belirleme Çalışmaları, Mühendis ve Makina, 2007;48:78-80.
- [3] Köksal NS. Manisa/Kırkağaç rüzgar enerjisi potansiyelinin incelenmesi, Kırkağaç Meslek Yüksekokulu sempozyumu, 2012. <http://www.kirkagacmyo.cbu.edu.tr>
- [4] İlkılıç C. Rüzgar enerjisi ve kullanımı, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları 4;2003
- [5] İlkılıç, C. Wind energy and assessment of wind energy potential in Turkey, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2012;16(2): 1165-1173.
- [6] Bilgili M, Şahin B, Şişek E. Türkiyenin Güney, Güneybatı ve batı bölgelerindeki rüzgar enerjisi potansiyeli, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 2010; 1300-3615
- [7] Akyüz E., Bayraktar M., Oktay Z., Hibrid yenilenebilir enerji sistemlerinin endüstriyel tavukçuluk sektörü için ekonomik açıdan değerlendirilmesi: Bir uygulama, BAÜ FBE Dergisi, 2009;11(2):44-54.
- [8] Şahin B, Bilgili M. Wind Characteristics and Energy Potential in Belen-Hatay, Turkey, International Journal of Green Energy, 2009;6:157-172.
- [9] Yanıktepe B., Özalp C., Savrun M.M., Köroğlu T., Cebeci Ç. Rüzgar-Güneş Hibrid Güç Sistemi Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Uygulama Örneği, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11), 2011;16-18 May, Elazığ, Turkey.
- [10] Aktacir MA.,Yeşilata B, Işıker Y. Fotovoltaik- Rüzgâr Hibrid Güç Sistemi Uygulaması, Yeni Enerji. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, 2008;3:56-62
- [11] Brian DV., Byron A. Neal Analysis of off-grid hybrid wind turbine/solar PV water pumping systems, Solar Energy, 2012;86:1197–1207.
- [12] Bekele G, Palm B. Feasibility study for a stand alone solar–wind-based hybrid energy system for application in Ethiopia, Applied Energy, 2010;87:487–495.
- [13] Reichling JP, Kulacki FA, Utility scale hybrid wind–solar thermal electrical generation: A case study for Minnesota, Energy, 2008;33:626–638.
- [14] <http://www.tmmob.org.tr>
- [15] <http://www.eie.gov.tr>