

## MANİSA'NIN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİNİN ANALİZİ

Raşit ATA<sup>1\*</sup>, Fatih ÖCAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, 45140 Manisa, TÜRKİYE

**Özet:** Bu çalışmada, ilk önce yenilenebilir enerji kaynaklarının Dünya'da ve Türkiye'deki potansiyelleri ele alınmıştır. Daha sonra, Manisa'daki yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu ve potansiyeli, veriler dikkate alınarak analiz edilmiştir. Türkiye Avrupa ülkeleri arasında en yüksek hidroelektrik, rüzgar, güneş ve jeotermal enerji kaynağına sahip bir ülkedir. Türkiye'nin ekonomik olarak yenilenebilir enerji potansiyeli toplamda 299,7 TWh/yıl'ı aşmıştır. Bunun dağılımı, hidroelektrik enerji için 125 TWh/yıl, güneş enerjisi için 102,3 TWh/yıl, rüzgar enerjisi için 50 TWh/yıl, jeotermal enerji için 22,4 TWh/ yıl'dır. Diğer yandan, İllere göre kurulu rüzgar gücü dağılımı dikkate alındığında Manisa toplam kapasitenin %13,21 'lik oranıyla üçüncü sırada yer almaktadır. Manisa güneş ve jeotermal enerji yönünden de büyük bir potansiyele sahiptir. MTA verilerine göre Manisa da elektrik üretimine uygun 6 jeotermal saha bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş, hidroelektrik, jeotermal, , rüzgâr, yenilenebilir enerji.

## POTENTIAL ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN MANİSA

**Abstract:** In this study, first, renewable energy sources of the World and Turkey and their potentials are examined separately as hydropower, wind energy, solar energy and geothermal energy. Then renewable energy sources of Manisa and their potentials, taking into account the data are analyzed. Turkey is a country which has the highest hydropower, wind, solar and geothermal energy potential among European countries. Turkey's economically feasible renewable energy potential exceeded 299.7 TWh/year in total, with a potential of 125 TWh/year of hydropower, 102.3 TWh/year of solar energy, 50 TWh/year of wind energy and 22.4 TWh/year of geothermal energy. On the other hand, considering the distribution of installed wind power according to provinces, Manisa ranks third with 13,21% of the total capacity. Manisa has a great potential regarding solar and geothermal energy. According to the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), in Manisa there are 6 geothermal fields which are suitable for electricity production.

**Keywords:** Solar, hydropower, geothermal, wind, renewable energy.

---

\*Raşit ATA  
rasitata@hotmail.com

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada hızla artış gösteren enerji ihtiyacı karşısında, mevcut tükenebilir enerji kaynaklarındaki azalma ve bazı kaynakların yol açtığı çevresel sorunlar, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını gündeme getirmiştir. Yenilenebilir enerji temiz ve diğer enerji kaynaklarından çok daha az çevresel etkiye sahiptir. Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımları son yıllarda hızlı bir şekilde gelişmektedir. 21.yüzyılda dünyanın karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan biri enerji sorunu olacaktır. Enerji kaynaklarının düzensiz kullanımı, doğaya yeterince önem verilmemesi, günümüzde dünyayı küresel ısınma ile yüz yüze bırakmıştır. Fosil yakıtların yakın zamanda tükenecek olması ve atmosfere yayılan emisyonların dünyanın ekolojik dengesini bozması, günümüzün diğer önemli sorunlarından biridir. Bu nedenle enerji ihtiyacımızı karşılamak için doğru enerji planlamaları yapmak ve enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak zorunlu hale gelmiştir. Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerde var olan enerji akışından elde edilen enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynakları konvansiyonel enerji kaynaklarına göre birçok çevresel faydalar sunar. Yenilenebilir enerji türlerinin her biri aynı zamanda bazı uygulamalar için özel avantajlara sahiptir [1]. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özellikleri, karbondioksit emisyonlarını azaltarak, çevrenin korunmasına yardımcı olmaları, yerli kaynak oldukları için enerjide dışa bağımlılığın azalmasına ve istihdamın artmasına katkıda bulunmaları ve kamuoyundan yaygın ve güçlü destek almalarıdır [2].

Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin ve sosyal kalkınmanın en önemli göstergelerinden birisidir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi o ülkedeki yaşam standardını yansıtmaktadır. Cumhuriyetin kuruluşunun ilk yıllarında kişi başına 7 kWh olan elektrik enerjisi tüketimi,

2012 yılı sonu itibariyle 3199 kWh ulaşmış olmasına rağmen, bu rakamın Avrupa’da yaklaşık 8900 kWh ve ABD’de ise 12322 kWh[3] olduğu dikkate alınır; ülkemiz için kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ülkemiz hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişim göstermekte ve bu gelişmeye paralel olarak gereksinim duyduğu elektrik enerjisini kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik olarak çevreyi en az olumsuz etkileyecek şekilde üretmek durumundadır. Bu nedenle öncelikle yerli enerji kaynaklarından yararlanılarak projeler geliştirmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

Mevcut duruma bakılırsa Haziran 2013 itibariyle Türkiye’nin toplam kurulu gücü 60121 MW olup, bunun 37016,3 MW’ ı termik, 2667,1 MW’ ı jeotermal ve rüzgâr, 20437,6 MW’ ı hidrolik santrallere aittir [4]. 2012 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi ise 239500 GWh olup, bunun 175074,5 GWh’ ı (% 73,1) termik, 6706 GWh’ i jeotermal ve rüzgâr (% 2,8), 57719,5 GWh’ i (% 24,1) hidrolik santrallerden sağlanmıştır [5].

Manisa’daki yenilenebilir enerji analizi üzerine bazı bilimsel çalışmalar mevcuttur. [6-7]’de yapılan çalışmalarda Manisa-Kırkağaç bölgesindeki rüzgar enerjisi uygulamaları analiz edilmektedir. Durak ve Şen Akhisar rüzgar enerji potansiyeli üzerine bir değerlendirme sunmaktadır [8]. [9]’da ise Özgener tarafından Manisa-Muradiye bölgesi rüzgar potansiyeli araştırılmıştır. [10] nolu referansta ise Salihli jeotermal ısıtma sistemi incelenmektedir. Ek olarak [11-12]’de genelde batı bölgelerindeki rüzgar enerjisi potansiyeli ve dolayısıyla Manisa ili rüzgar potansiyeli analiz edilmektedir.

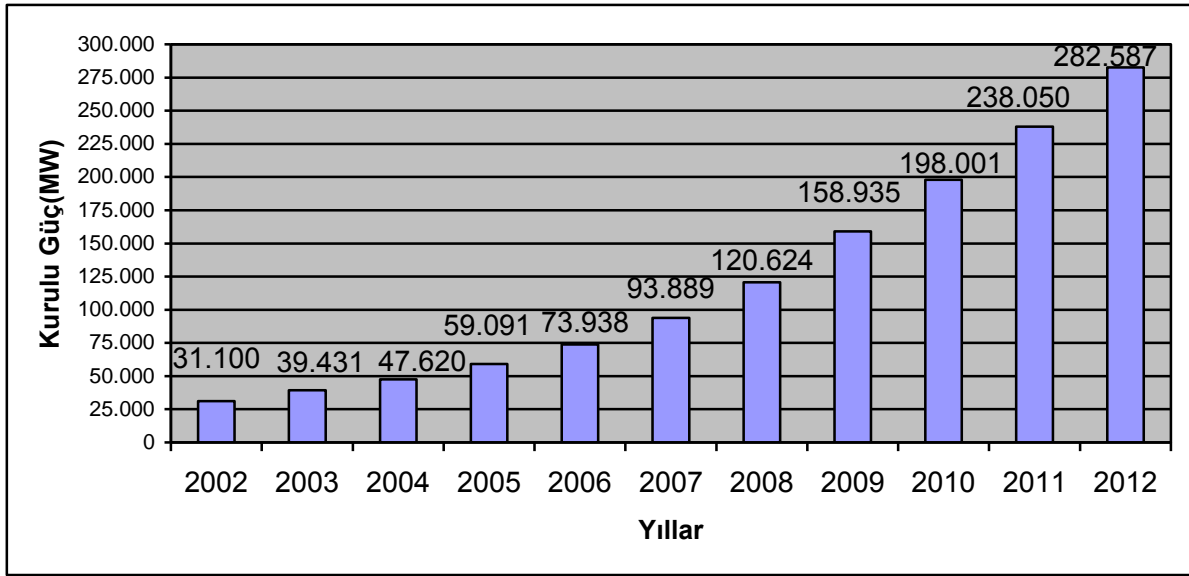
Bu çalışmada, öncelikle yenilenebilir enerji kaynaklarının Dünya ve Türkiye’deki durumu incelenecektir. Ayrıca Manisa ili için bu yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli değerlendirilecektir.

## 2. DÜNYA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Her geçen gün enerji ihtiyacının artması yenilenebilir enerji kaynaklarını ve yenilenebilir enerji teknolojilerini dünyanın yeni gözdesi haline getirmiştir. Dünyada 2009 yılında devreye giren üretim kapasitesinin %39'u rüzgâr türbini, %29'u doğal gaz üretim tesisleri, %16'sı da güneş pili sistemleri tarafından karşılanmıştır. Toplamda 2009 yılında yenilenebilir enerji teknolojilerinin payı %61 olarak gerçekleşmiştir[13].

**2.1 Dünya'da Rüzgâr Enerjisi:** Rüzgâr gücü, dünyada kullanımı en çok artan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir.

Günümüzde tüm YEK, enerji talebinin %2,5'lik bölümünü karşılarken, Uluslararası Enerji Ajansı(IEA) 2015 yılında YEK'nın toplam talebin %3,3'ünü karşılama öngörüyor. IEA'nın projeksiyonuna göre, 2001-2030 yılları arasındaki dönemde YEK'na 10,5 trilyon dolarlık yatırım gerçekleştirilecektir. OECD ülkeleri arasında YEK'nın enerji üretimindeki payının %25'e ulaşması beklenmektedir [13]. AB komisyonu da özellikle rüzgâr, güneş ve hidrolik enerji gibi YEK'nın gelişmesini enerji politikalarının merkezine yerleştirmiştir. AB, %6 seviyelerinde olan yenilenebilir enerji kaynaklı enerji tüketimini bu yıl itibarıyla iki katına çıkartmayı hedeflemiştir.



Şekil 1. Küresel kümülatif rüzgâr kurulu gücü (2002-2012).

Şekil 1.'de dünyadaki kümülatif rüzgâr kurulu gücün 2002-2012 yılları arasındaki gelişimi görülmektedir [14].

2012 yılında Avrupa'da sırasıyla en büyük rüzgâr enerjisi yatırımlarının yapıldığı ilk 5 ülke Çizelge 1'de verilmiştir. Söz konusu beş ülke 2012 yılı sonu itibarıyla Avrupa bölgesindeki rüzgâr enerjisi kurulu gücünün %71,4'ünü oluşturmaktadır [15].

Çizelge 1. Avrupa bölgesindeki en büyük rüzgâr enerjisi pazarları

Ülkeler	2012 yılı eklenen güç (MW)	2012 sonu kurulu güç (MW)
Almanya	2.415	31.308
İspanya	1.122	22.796
İngiltere	1.897	8.445
İtalya	1.273	8.144
Fransa	757	7.564
Toplam	<b>7.464</b>	<b>78.257</b>

## 2.2 Dünya’da Güneş Enerjisi

Dünya üzerine her bir dakika düşen güneş enerjisi tüm dünyanın yıllık enerji tüketiminden fazladır. Ancak bu enerjinin kullanılabilirliği çok azdır. Güneş enerjisinin kullanım alanları çok geniştir. Aşağıda Çizelge 2’de bazı kıtalara ait yıllık güneş enerjisi potansiyeli verilmiştir [16].

Dünya’da 2012 yılında Güneş Pili (PV) kurulu gücü 28200 MW[17] ilave ile toplam 95600 MW kurulu güce ulaşmıştır. Dünya PV piyasası 2012 yılında %41 oranında büyümüştür. Avrupa’da ise 2012 yılında yeni eklenen kurulu güç değeri 44601 MW iken bunun 16750 MW’ı (% 37) güneş enerjisinden oluşmaktadır [18].

2012 yılında Dünyada sırasıyla en büyük PV yatırımlarının yapıldığı ilk 5 ülke Çizelge 3’de verilmiştir. Söz konusu beş ülke, 2012 yılı sonu itibariyle Dünya’da PV kurulu gücünün %73’ünü oluşturmaktadır [17].

**Çizelge 2.** Yıllık güneş enerjisi potansiyellerinin kıtalara göre değeri

Bölge	Min Exajoule	Maks Exajoule
Kuzey Amerika	181	7,410
Latin Amerika ve Caribbean	112	3,385
Batı Avrupa	25	914
Merkez ve Doğu Avrupa	4	154
Eski Sovyet Bölgesi	199	8,655
Orta Doğu ve Kuzey Afrika	412	11,060
Afrika	371	9,538
Pasifik Asya	41	994
Güney Asya	38	1,339
Merkez Asya	115	4,135
Pasifik OECD	72	2,263
<b>Toplam</b>	<b>1,575</b>	<b>49,838</b>

**Çizelge 3.** Dünya’da PV kurulumunda ilk beş ülke

Ülkeler	2012 yılı eklenen güç (MW)	2012 sonu kurulu güç (MW)
Almanya	7.600	32.400
İtalya	3.337	16.250
ABD	3.313	7.221
Japonya	2.000	7.000
Çin	3.510	7.000
<b>Toplam</b>	<b>19.760</b>	<b>69.871</b>

## 2.3 Dünya’da Jeotermal Enerjisi

Jeotermal aramalarda öncelikli amaç, “elektrik enerjisi” üretmektir. Bu amacın yanı sıra sıcak su kaynağının veya sondajdan elde edilen akışkanın sıcaklığına bağlı olarak hemen tüm ısıl derecelere sahip jeotermal akışkanı pratikte kullanmak mümkündür. Dünya’da jeotermal elektrik kurulu gücü Mayıs 2012 itibariyle 11.224 MW değerine ulaşmış durumdadır. Bu kurulu gücün %28,3’ü (3187 MW) ABD’de bulunmaktadır. 2011 yılı sonu itibariyle Avrupa bölgesindeki jeotermal kurulu gücü 1.600 MW değerindedir. Bunun yarıdan fazlası (880 MW) İtalya’da bulunmaktadır. Avrupa’daki 59 jeotermal tesiste üretilen elektrik enerjisi 10900 GWh değerine ulaşmıştır. Diğer yandan 2011 yılı sonu itibariyle jeotermal kurulu kapasite açısından Avrupa bölgesinde İtalya, İzlanda, Türkiye, Portekiz ve Fransa ilk beş ülke arasında yer almaktadır [18].

## 2.4 Dünya’da Hidroelektrik Enerjisi

Dünya’daki teorik, teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli konusunda bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar toplam hidroelektrik enerji potansiyelinin yaklaşık 39894 TWh/yıl olduğunu ortaya koymaktadır. Bu potansiyelin 14575 TWh/yıl’lık bölümü teknik potansiyel, 8710 TWh/yıl’lık bölümü teknik ve ekonomik olarak yapılabilir potansiyel olarak değerlendirilmektedir. Dünya hidroelektrik enerji potansiyelinin yaklaşık yarısı Asya Kıtası’nda bulunmaktadır.

Dünya’daki toplam hidrolik kurulu güç ile ilgili tahminler 850 GW ile 960 GW arasında değişmektedir. Bugün için hidroelektrik Dünya’da üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %20’sini sağlamaktadır. Hidroelektrik yaklaşık 53 ülkenin ulusal elektriğinin %50’sini, 21 ülkenin %80’nini ve 17 ülkenin de elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır [13].

### 3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Her geçen gün enerji ihtiyacının artması yenilenebilir enerji kaynaklarını (YEK) ve yenilenebilir enerji teknolojilerini dünyanın yeni gözdesi haline getirmiştir. Fosil yakıtlardaki maliyet artışları ve çevreye verdiği zararlar, yenilenebilir enerjiyi stratejik sektör konumuna getirmiştir. Türkiye'deki enerji profili gözden geçirildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının

yeri ve önemi açıkça görülmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça düşük düzeylerde. Haziran 2013 itibariyle Türkiye'nin toplam kurulu gücü 60121 MW olup, bunun 37016,3 MW' ı termik, 2667,1 MW' ı jeotermal ve rüzgâr, 20437,6 MW' ı hidrolik santrallere aittir [4]. Türkiye Kurulu Güç ve üretiminin yıllar itibariyle gelişimi (1995-2011 yılları arası) Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Türkiye kurulu gücünün yıllar itibariyle gelişimi (1995-2011 yılları arası) [6].

Yıllar	Termik (MW)	Hidrolik (MW)	Jeo.+ Rüz. (MW)	Toplam (MW)	Artış (%)
1995	11074,0	9862,8	17,5	20954,3	0,5
1996	11297,1	9934,8	17,5	21249,4	1,4
1997	11771,8	10102,6	17,5	21891,9	3,0
1998	13021,3	10306,5	26,2	23354,0	6,7
1999	15555,9	10537,2	26,2	26119,3	11,8
2000	16052,5	11175,5	36,4	27264,1	4,4
2001	16623,1	11672,9	36,4	28332,4	3,9
2002	19568,5	12240,9	36,4	31845,8	12,4
2003	22974,4	12578,7	33,9	35587,0	11,7
2004	24144,7	12645,4	33,9	36824,0	3,5
2005	25902,3	12906,1	35,1	38843,5	5,5
2006	27420,2	13062,7	81,9	40564,8	4,4
2007	27271,6	13394,9	169,2	40835,7	0,7
2008	27595,0	13828,7	393,5	41817,2	2,4
2009	29339,1	14553,3	868,8	44761,2	7,0
2010	32278,5	15831,2	1414,4	49524,1	10,6
2011	34231,2	17137,1	1842,9	53211,2	7,4

**3.1 Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi:** Türkiye'nin enerji üretiminde dışa bağımlılığını azaltacak en önemli potansiyellerden birisi rüzgârdır. Çünkü Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlasına(REPA) göre Türkiye'deki teorik rüzgâr enerjisi potansiyeli yaklaşık 48.000 MW civarındadır. Söz konusu potansiyelin 38.000 MW'ı karasal bölgelerde ve 10.000 MW' da deniz üzerinde yer almaktadır [13]. Mevcut elektrik şebeke alt yapısı dikkate alındığında ise elektrik şebekesine bağlanabilir rüzgâr enerjisi potansiyeli 10.000 MW düzeyinde hesaplanmıştır. Ayrıca elektrik şebekesinde yapılabilecek olası yenileme çalışmaları sonucu orta vadede elektrik şebekesine bağlanabilir

rüzgâr enerjisi potansiyelinin 20.000 MW seviyesine yükselmesi olası gözükmemektedir ki 2023 yılına kadar Türkiye'de rüzgâr kurulu gücünde 20.000 MW seviyelerine ulaşılması öngörülmektedir. Türkiye'de 2005 yılında 20,1 MW olan rüzgâr kurulu gücü 2012 yılı sonu itibariyle 2312 MW'a yükselmiş durumdadır [19].

EİE verilerine göre, rüzgâr enerjisi konusunda Türkiye'nin en potansiyelli beş ili sırası ile Balıkesir, Çanakkale, İzmir, Manisa ve Samsun'dur. Ağırlık Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyı alanlarında bulunmaktadır. Türkiye'de rüzgâr enerji

santralleri kullanılabilir alanlar çoktur. Türkiye’de özellikle Ege ve Trakya bölgesi rüzgâr enerjisinden en çok yararlanabileceğimiz alanlardır. Buralardaki rüzgâr hızının aylara göre dağılımı aşağıdaki Çizelge 5’de görülmektedir.

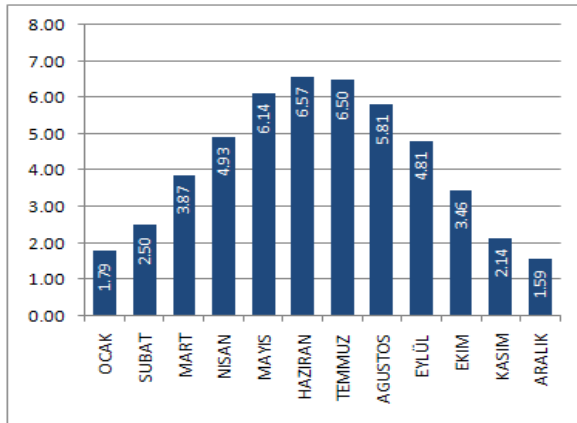
**Çizelge 5.** Ege ve Trakya Bölgesi’nde rüzgâr hızının aylara göre dağılımı

Bölge	30m’deki ortalama rüzgâr hızı (m/s)	Maksimum rüzgârlı aylar	Maksimum rüzgârlı saatler
Çanakkale Balıkesir	7-7,5	Kasım-Şubat, Mayıs-Eylül	16.00-03.00
İzmir	7,5-9	Kasım-Şubat, Mayıs-Eylül	12.00-21.00
Bodrum	7-7.5	Aralık, Mayıs-Eylül	09.00-22.00
Datça	7-7,5	Aralık, Mayıs-Eylül	09.00-22.00

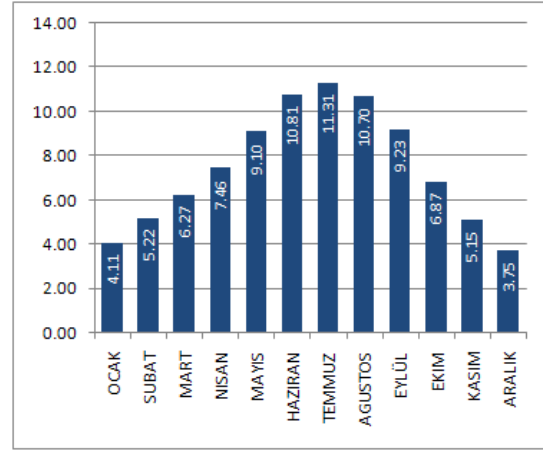
### 3.2 Türkiye’de Güneş Enerjisi

Ülkemiz Güneş enerjisi potansiyeli bakımından Avrupa’nın önde gelen ülkelerinden biridir. Yıllık 380 milyar kWh enerji potansiyeli mevcuttur. EİE verilerine göre, Türkiye’nin global radyasyon değerleri ve güneşlenme süresi değerleri Şekil 2 ve Şekil 3’teki grafiklerde verilmiştir.

Türkiye’nin yıllık ortalama güneş ışınımı 1311 kWh/m<sup>2</sup>yıl, ortalama yıllık güneşlenme süresi ise 2640 saattir. Bu rakam günlük 3,6 kWh/m<sup>2</sup> güce, günde yaklaşık 7,2 saat, toplam da ise 110 günlük bir güneşlenme süresine denk gelmektedir [20].



**Şekil 2.** Türkiye’nin global radyasyon değerleri (kWh/m<sup>2</sup>-gün).



**Şekil 3.** Türkiye’nin güneşlenme süresi değerleri (saat)

### 3.3 Türkiye’de Jeotermal Enerji

Ülkemizde jeotermal sahalar büyük bir çoğunlukla orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır ve bilinen jeotermal kaynakların %95’i ısıtmaya uygun sıcaklıkta olup çoğunlukla Batı, Kuzeybatı ve Orta Anadolu’da bulunmaktadır. Türkiye jeotermal potansiyeli bakımından, Avrupa’da ilk, dünyada ise yedinci ülke konumundadır. Sadece kaynakların boşalimleri değerlendirildiğinde potansiyel 600 MWt potansiyel kullanılabilir hale getirilmiştir.

Türkiye’de elektrik üretimine uygun, MTA tarafından keşfedilmiş 18 jeotermal saha bulunmaktadır. Bu sahalardan halihazırda elektrik üreten ve/veya projelendirilmiş lisansı alınmış 7 saha bulunmaktadır. Bu sahalarda ve kurulu kapasiteleri, Denizli-Kızıldere (15 MWe ve 6,85 MWe), Aydın-Germencik (47,4 MWe), Çanakkale-Tuzla (7,5 MWe), Aydın-Salavatlı (7,95 MWe, 9,5 MWe), İzmir-Seferihisar (3,2 MWe projelendirilmiş) ve Aydın-Bozköy-Çamur (9,5 MWe projelendirilmiş) sahaları olarak göze çarpmakta olup toplam kapasite 94,2 MWe dir. Bunların yanında Aydın-Yılmazköy, Manisa-Alaşehir-Kurudere, Aydın-Salavatlı, Kütahya-Simav, İzmir-Dikili, İzmir-Balçova, Aydın-Umurlu, Aydın-Atça, Aydın-Sultanhisar, Aydın-Pamukören, Kütahya-Şaphane, Manisa-

Salihli- Caferbey, Aydın-Nazilli sahaları elektrik üretimine uygun sahalar olmakla beraber bu sahalar geliştirilme sürecindedir. Tüm bu sahaların ilave geliştirme çalışmaları neticesinde 1000 MWe ulaşılabileceği düşünülmektedir [21].

### 3.4 Türkiye'de Hidroelektrik Enerji

Türkiye'nin brüt hidrolik potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl ve ekonomik olarak kullanılabilir hidrolik potansiyeli de 170 milyar kWh/yıl değerindedir. Mart 2012 itibarıyla 303 adet işletmedeki hidroelektrik santralin(HES) kurulu güç kapasitesi 17372 MW, yıllık ortalama enerji üretim potansiyeli ise yaklaşık 62000 GWh olup, bu değer toplam teknik potansiyelin %28,7'sine karşılık gelmektedir. Çizelge 6'da hidroelektrik potansiyelin gelişimi verilmektedir[22]. İşletmedeki santraller içerisinde 2500 MW'lık gücüyle Atatürk Barajı dünyanın 6. büyük hidroelektrik santralidir.

Çizelge 6. Hidroelektrik potansiyelin gelişimi

HES Durumu	HES Sayısı	Kurulu güç (MW)	Oran(%)
İşletmede	303	17372	38
İnşa Halinde	256	10590	21
Planlama ve projesi hazır olan	1084	19535	41
Toplam Potansiyel	1643	47497	100

## 4. MANİSA'NIN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ

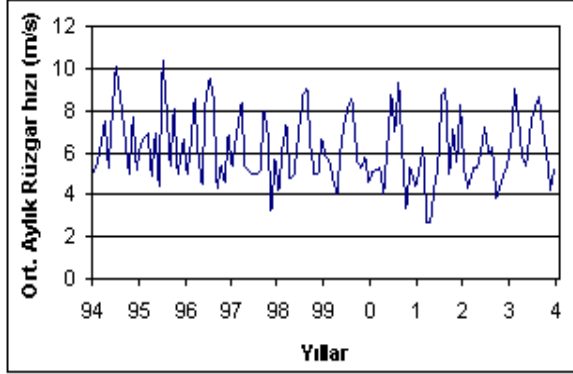
Batı Anadolu'da Spil Dağı ile Gediz Nehri arasında yer alan Manisa, Ege Bölgesinin ulaşım bakımından önemli bir noktasında bulunan zirai, ticari ve sanayi açıdan gelişmiş bir kentidir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) hazırladığı 2010 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Nüfus Sayımı Sonuçlarına göre Manisa'nın Toplam Nüfusu 1 379 484 kişidir. 1980 yılına göre nüfusun %46,4 oranında arttığı görülmektedir. Manisa ilinde 960 adet sanayi işletmesi faaliyet göstermektedir. Sektörel

ağırlıklara bakıldığında gıda, inşaat ve toprağa dayalı sanayi ile birlikte metal eşya ve makine sektörlerinin işletme sayısı bakımından önde gelen sektörler olduğu görülmektedir. Özellikle gıda sektörü %34'lük pay ile toplam işletme sayısının üçte birini oluşturmaktadır. Manisa ilinde yer alan 960 adet sanayi işletmesinde 2009 yılı itibarıyla 60.615 kişi istihdam edilmekte olup toplam istihdamın %21'i elektronik, %18'i gıda ve %11'i ise inşaat ve toprağa dayalı sanayi grubundadır. Manisa organize sanayi bölgesinde ise 176'sı faaliyette, 8'i kapalı, 14'ü inşa halinde ve 14'ü tahsis yapılmış olmak üzere toplamda 212 işletme mevcuttur. OSB'nin yıllık elektrik tüketimi yaklaşık 830 GWh'dır. Bu açıdan Manisa elektrik ihtiyacının karşılanmasında süreklilik oldukça önemlidir. Buda alternatif enerji kaynaklarının çeşitliliğine bağlıdır.

### 4.1 Manisa'da Rüzgâr Enerjisi

EİE verilerine göre Manisa rüzgâr enerjisi konusunda Türkiye'nin en potansiyelli beş ili içerisinde yer almaktadır. İldeki rüzgâr kurulu güç potansiyeli 2.100 MW olarak belirlenmiştir. Bu potansiyelin büyük bir kısmı Akhisar, Kırkağaç ve Soma ilçelerinde yer almaktadır. Şekil 4'de Akhisar'a ait ortalama aylık rüzgâr hızları görülmektedir [23]. Bu veriler 10 m. yüksekliğe ait verilerdir. Bu yörede Temmuz 2013 itibarıyla 6 şirkete ait toplam kurulu gücü 346 MW (%13,21) olan rüzgâr santral lisansı bulunmaktadır. Buna göre Manisa iller sıralamasında 3. sırada yer almaktadır. Bu rüzgâr santrallerine ait ayrıntılı veriler Çizelge 7'de verilmektedir [19]. EİE tarafından kurulan Meteoroloji İstasyonlarından elde edilen verilerin analizleri sonucunda Manisa için 50 m. yükseklikteki rüzgar hız dağılımları hesaplanmıştır. Rüzgar hız dağılımı istatistiklerini hesaplamakta saatlik rüzgar verisi, bölge pürüzlülük bilgileri, yakın çevre

engel bilgileri ve bölgenin topografyası gibi temel bilgiler kullanılmıştır. Bu veriler dikkate alınarak Manisa iline kurulabilecek



Şekil 4. Akhisar için 1994 ve 2004 yılları arasında ortalama aylık rüzgar hızları.

tahmini toplam kurulu güç kapasitesi Çizelge 8’de verilmiştir [6]. Burada verilen veriler, rüzgar hızının yıllık ortalama değerleridir.

Çizelge 8. Manisa iline kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali güç kapasitesi

50 m’de Rüzgar Gücü (W/m <sup>2</sup> )	50 m’de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Kurulu Güç (MW)
300 - 400	6.8 - 7.5	474,35	2.371,76
400 - 500	7.5 - 8.1	301,57	1.507,84
500 - 600	8.1 - 8.6	193,86	969,28
600 - 800	8.6 - 9.5	90,69	453,44
> 800	> 9.5	0,00	0,00
		<b>1.060,46</b>	<b>5.302,32</b>

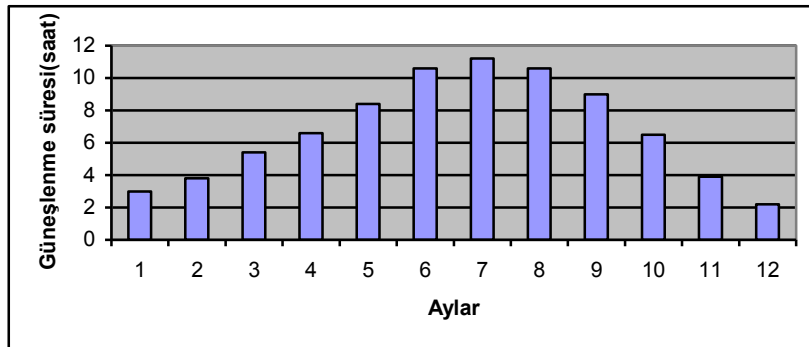
Çizelge 7. Manisa’da kurulu bulunan rüzgar santralleri

.Mevkii	Şirket	Proje Adı	Kurulu Güç (MW)	Üretime Geçiş Tarihi	Türbin Gücü (MW)	Türbin Sayısı
Manisa-Akhisar	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Karakurt RES	10,8	2007	1,8	6
Manisa-Sayalar	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	Sayalar RES	34,2	2009	0,9	38
Manisa-Akhisar	Akhisar Rüz. En. El. Ür. San. Ltd. Şti.	Akres	45	2010	2.5	18
Manisa-Kırkağaç	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	Kuyucak RES	25,6	2011	0.8	32
Manisa-Soma	Soma Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	Soma RES	140,4	2010	2-0.9 ve 0.8	121
Manisa - Soma	Bilgin Rüzgar San. Enerji Üretimi A.Ş.	Soma RES	90	2010	2.5	36
<b>TOPLAM</b>			<b>346 MW</b>			

## 4.2 Manisa’da Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için önemli faktörlerden biri güneşlenme

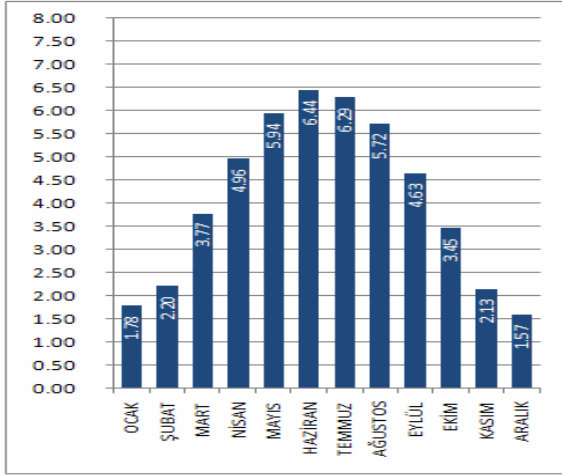
süreleridir. Şekil 5’de Manisa iline ait ortalama güneşlenme süreleri ve Şekil 6’da global radyasyon değerleri aylık olarak gösterilmiştir [22].



Şekil 5. Manisa ilinde aylık ortalama güneşlenme süreleri



MANISA İLİ GLOBAL RADYASYON DEĞERLERİ (KWh/m<sup>2</sup>-gün)



Şekil 6. Manisa ilinde global radyasyon değerleri

### 4.3 Manisa'da Jeotermal Enerji

Manisa jeotermal kaynaklar bakımından zengin bir ildir. Manisa elektrik üretimine uygun jeotermal sahalar şunlardır [24];

- Manisa-Alaşehir-Köseali (287 °C)
- Manisa-Salihli-Caferbey (249 °C)
- Manisa-Alaşehir-Kurudere (214 °C)
- Manisa-Alaşehir-Kavaklıdere (188 °C)
- Manisa-Salihli-Göbekli(182 °C)
- Manisa-Salihli-Kurşunlu(117 °C)

Ayrıca ısınma ve kaplıca olarak kullanılan alanlar da mevcuttur. Manisa-Salihli'de jeotermal akışkan sıcaklığı 94 °C olan ve 2002 yılında işletmeye alınan yaklaşık 5000 konutun ısıtıldığı ısıtma sistemi vardır [17].

### 4.4 Manisa'da Hidroelektrik Enerji

Manisa'da Akdeniz iklimi ile beraber İç Anadolu'nun karasal iklim özellikleri hakimdir. İlde en önemli nehir Gediz nehridir. Gediz nehri üzerinde, sulama, taşkın kontrolü ve enerji üretimi amacıyla 1954 - 1960 yılları arasında inşa edilmiş Demirköprü Barajı mevcuttur. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 4.300.000 m<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği 74,00 m'dir. HES 69 MW güç kapasitesindedir. Yıllık enerji üretimi 193 GWh dir. Baraj 99.220 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir.

## 5. SONUÇLAR

Türkiye Avrupa ülkeleri arasında en yüksek hidroelektrik, rüzgar, güneş ve jeotermal enerji kaynağına sahip bir ülkedir. Türkiye'nin ekonomik olarak yenilenebilir enerji potansiyeli hidroelektrik enerji için 125 TWh/yıl, güneş enerjisi için 102,3 TWh/yıl, rüzgar enerjisi için 50 TWh/yıl, jeotermal enerji için 22,4 TWh/yıl'dır [25]. Bu enerji çeşitlerinden bugün itibariyle yeterince faydalanılmamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi açısından en azından ileri ülkeler seviyesine ulaşılmalıdır.

Manisa, sanayisi ile ön plana çıkan bir ildir. Aynı zamanda büyük şehir olmuştur. Bu açıdan gelecekte daha fazla elektriğe ihtiyaç duyacaktır. Bunun için özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgâr ve güneş gibi) enerji arzı içindeki payı artırılarak bu enerji ihtiyacı karşılanabilir. İllere göre kurulu rüzgar gücü dağılımı dikkate alındığında Manisa toplam kapasitenin %13,21'lik oranıyla üçüncü sırada yer almaktadır. Özellikle Soma, Akhisar ve Kırkağaç'ta değerlendirilmeyi bekleyen rüzgar potansiyeli mevcuttur. Ayrıca Manisa güneş ve jeotermal enerji yönünden de büyük bir potansiyele sahiptir. Yaklaşık yılda 2,464 saat güneşlenme süresine sahip iken, elektrik üretimine uygun 6 jeotermal sahaya da sahiptir.

### Kaynaklar

- [1] Kaya, D., "Renewable energy policies in Turkey", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10 (2): 152-163 (2006).
- [2] Boyle, G. Editor, "Renewable energy: power for a sustainable future", Oxford University Press, 1-40 (1998).
- [3] Türkiye'nin enerji görünüm raporu, 2012. www.enerji.comu.edu.tr (20.08.2013).
- [4] http://enerjienstitusu.com (20.08.2013)
- [5] www.teias.gov.tr (20.08.2013)
- [6] Ata R. "Rüzgar enerjisi ve Kırkağaç-Manisa bölgesindeki uygulamaları" Kırkağaç Araştırmaları Sempozyumu, Kırkağaç, 13-14 Eylül 2012.
- [7] Ata R. ,Çetin NS., Köksal S. "3 kw Gücünde Bir Rüzgar Santrali Kurulumu ve Enerji Eldesi", Gazi

Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 23, No 1, 41-47, (2008).

[8] Durak M, Şen Z. “Wind power potential in Turkey and Akhisar case study”, *Renew Energy* , 25:463–72, (2002).

[9] Ozgener L. “Investigation of wind energy potential of Muradiye in Manisa, Turkey”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(9),3232-323, (2010).

[10] Ozgener L, Hepbasli A., Dincer I. “Energy and exergy analysis of Salihli geothermal district heating system in Manisa, Turkey”. *International Journal of Energy Research* 29, 393-408, (2005).

[11] Bilgili M, Şahin B, Şimşek E. “Türkiye'nin güney, güneybatı ve batı bölgelerindeki rüzgar enerjisi potansiyeli”, *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 30, 1, 01-12, 2010.

[12] Gençer Ç, Akkaya S, Gürkan S. “Wind energy potential in Turkey and case study of three Projects” 5th International Advanced Technologies Symposium (IATS'09), May 13-15, 2009, Karabuk, Turkey.

[13] 2012 Enerji Raporu. Dünya Enerji Konseyi - Türk Milli Komitesi, 2012.

[14] Global Wind Energy Council (GWEC), *World Wind Numbers and Graphs for 2012*, 2013.

[15] European Wind Energy Association (EWEA), *Wind in Power 2012 European Statistics*, 2013.

[16] Filik, Ü.B., Kurban, M., Aydın, G. Ve Hocaoğlu, F.O., “Eskişehir'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyel analizi” IV. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Gaziantep, (2007).

[17] Oktik Ş. “Güneş enerjisinden fotovoltaik yolla elektrik üretmenin gerçeği” ICCI 2013 19. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı, İstanbul, (2013).

[18] [http://www.geo-energy.org/pdf/reports/2012-GEA\\_International\\_Overview.pdf](http://www.geo-energy.org/pdf/reports/2012-GEA_International_Overview.pdf) (22.08.2013)

[19] Rüzgar İstatistikleri Raporu, Temmuz 2013. [www.tureb.com.tr](http://www.tureb.com.tr) (22.08.2013).

[20] Demir, Ş. “Güneş enerjisinde gelinen nokta ve gelecek projeksiyonları” <http://www.gensed.org/pdf/sunum.pdf> (23.08.2013)

[21]<http://geocen.iyte.edu.tr/turkiyede-jeotermal-enerji/> (23.08.2013)

[22]<http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmetalanlari/enerji.pdf> (23.08.2013)

[23]<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> (23.08.2013)

[24] Türkyılmaz O. “Türkiye Enerjide nereye Gidiyor?” Kocaeli Üniversitesi Sunumu, 2013.

[25] Barış K., Küçükali S., “Availability of renewable energy sources in Turkey: Current situation, potential government policies and the EU perspective, *Energy Policy* 42, 377–391, (2012).

**Geliş Tarihi: 19.09.2013**

**Kabul Tarihi:21.01.2014**