

ADÜ Tıp Fakültesi Elektrik Enerjisinin Rüzgar-Fotovoltaik Hibrid Güç Sisteminden Karşlanması ve Çevresel Etkileri

Electrical Power Production of ADU Faculty of Medicine From Wind-Photovoltaic Hybrid Power System and Environmental Influences

¹Kıvanç Başaran and ^{*2}Numan Sabit Çetin

¹ Söke Meslek Yüksekokulu, Alternatif Enerji Kaynakları Teknolojisi Bölümü Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye

^{*2}Güneş Enerjisi Enstitüsü, Enerji Teknolojisi ABD Ege Üniversitesi, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, Adnan Menderes Üniversitesi Yerleşkesi'nde kurulan rüzgar ölçüm istasyonundan alınan veriler ve Devlet Meteoroloji İstasyonu'nun dan temin edilen 30 yıllık rüzgar verileri ile Geomodel, Meteocontrol, Meteonom, PVGIS gibi farklı güneş ışınımı veri kaynakları ve bölgede kurulu bulunan fotovoltaik santrallerden alınan gerçek üretim değerleri doğrultusunda yerleşkenin rüzgar ve güneş potansiyeli belirlenmiştir. Bölge için belirlenen rüzgar ve güneş potansiyeli kullanılarak 500 kW gücünde rüzgar türbini ve 500 kWp gücünde fotovoltaik panellerden oluşan hibrid güç sisteminin üreteceği yıllık enerji miktarı hesaplanmıştır. Rüzgar-fotovoltaik hibrid sistemden elde edilecek elektrik enerjisinin Tıp Fakültesi'nde kullanılması durumunda, tüketimin karşılama oranı ile amortisman süresi hesaplanmıştır. Ayrıca, Hibrid güç sisteminin bir yılda CO₂ emisyonunu azaltım değerleri hesaplanarak sistemin çevreye katkısı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hibrid güç sistemi, fotovoltaik, rüzgar türbini, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi

Abstract

In this study, wind and sun potential of campus area were determined using wind measurement station's data which station is installed in Adnan Menderes University Campus and wind data which were taken from Turkish State Meteorological Service also using different sun irradiation data sources such as Geomodel, Meteocontrol, Meteonom, PVGIS and real product data which were taken from photovoltaic power station in this region. Annual energy production amount for hybrid power system which is consist of 500 kW wind turbine and 500 kWp photovoltaic panel was calculated using determined potential of wind and sun for this region. Consumption's coverage ratio and payback period was determined if the electric energy which will be obtained from wind-photovoltaic hybrid system use to meet medical faculty's electrical demand. Furthermore, annual carbon dioxide emission and contribution to the environment of the hybrid system was specified.

Key words: Hybrid power system, photovoltaic, wind turbine, wind energy, sun energy

1. Giriş

Gelişmiş dünya ülkeleri kullandıkları enerjinin %80-85 ini fosil esaslı kaynaklardan elde etmektedirler. Fosil esaslı kaynakların çevreyi kirletmesi, yakın gelecekte rezervlerinin tükenme tehlikesinin olması ve fiyat istikrarlarının olmaması enerji üretiminde farklı kaynak kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Fosil esaslı kaynaklara en büyük alternatif yenilenebilir enerji

*Corresponding author: Kıvanç Başaran Address: Söke MYO, Alternatif Enerji Kaynakları Bölümü Adnan Menderes Üniversitesi, 09200, Aydın TÜRKİYE. E-mail address: kbasaran@adu.edu.tr, kivanc_basaran@hotmail.com, Phone: +902565111427 Fax: +90256511143

kaynaklarıdır. 2004-2011 yılları arasında dünyada, yenilenebilir enerji alanından yapılan yeni yatırımlar yaklaşık % 381 artışla 54 milyar dolardan 260 milyar dolar seviyesine ulaşmıştır. 2008 yılından beri dünyada ekonomik kriz olmasına rağmen, yenilenebilir enerji alanında dikkate değer yatırım yapılmaya devam edilmiştir. Yenilenebilir enerji alanındaki yeni yatırımlar sektörel bazda incelendiğinde, rüzgâr ve güneş alanında yapılan yatırımların önde geldiği görülmektedir [1]. 2009 yılı sonunda dünyada kümülatif kurulu PV kapasitesi 23 GW seviyesindeydi. 2010 yılında 40.3 GW ve 2011 yılında 70.5 GW seviyesine ulaştı. 2012 yılında 100 GW seviyesini aşmış, 2013 yılında 138.9 GW seviyesine ulaşmıştır. Bunun anlamı her yıl 160 TWh elektrik üretimi PV sistemlerden yapılmaktadır. Üretilen bu enerji 45 Milyon evin ihtiyacını karşılayabilmektedir. Ayrıca bu üretim 32 adet büyük güçlü kömür santralinin üretim değerine eşittir [2]. 2000 yılında dünyada kurulu rüzgar santrali gücü 17 GW seviyesindeyken 2013 yılında kurulu güç 2000 yılına göre yaklaşık 19 kat artarak 318 GW seviyesine ulaşmıştır. Günümüzde 71 ülke 10 MW dan büyük kurulu güce sahipken 24 ülke 1 GW dan daha büyük kurulu güce sahiptir. Danimarka elektrik üretiminin %33.2 sini 2013 yılında rüzgar santrallerinde gerçekleştirmiştir [3]. Türkiye’de Kurulu PV gücü bir önceki yıla göre 6 MW artarak 2013 yılı sonunda 15 MW seviyesine çıkmıştır [4]. Ancak Türkiye de kurulu bulunan PV santraller, 1 MW in altında güçlere sahip olan lisanssız sahalarda gerçekleştirilmiştir. Henüz büyük güçlü PV santral kurulumu yapılmamıştır. Türkiye’nin rüzgar kurulu güç kapasitesi 2014 yılının ilk yarısında 466 MW artarak 3424 MW seviyesine ulaşmıştır. 2012 yılının tamamında sisteme eklenen yeni güç 244 MW iken 2014 yılının ilk altı ayında 2012 yılının yaklaşık 2 katı fazla rüzgar türbini kurulmuştur. 2014 yılının sonunda kurulu gücün 4000 MW seviyesine ulaşması beklenmektedir [5].

Bu çalışmada, Adnan Menderes Üniversitesi Kampüs alanında “Lisanssız Elektrik Üretimi” yönetmeliğine uygun olarak 500 kW gücünde rüzgar türbini ve 500 kW gücünde Fotovoltaik panellerden oluşan hibrid güç sistemi kurulması halinde, sistemin üreteceği yıllık enerji miktarı, hibrid sistemden elde edilecek elektrik enerjisinin Tıp Fakültesi’nde kullanılması durumunda, tüketimin karşılama oranı ile amortisman süresi, hibrid güç sisteminin bir yılda CO₂ emisyonunu azaltım değerleri hesaplanarak sistemin çevreye katkısı ortaya konulmuştur.

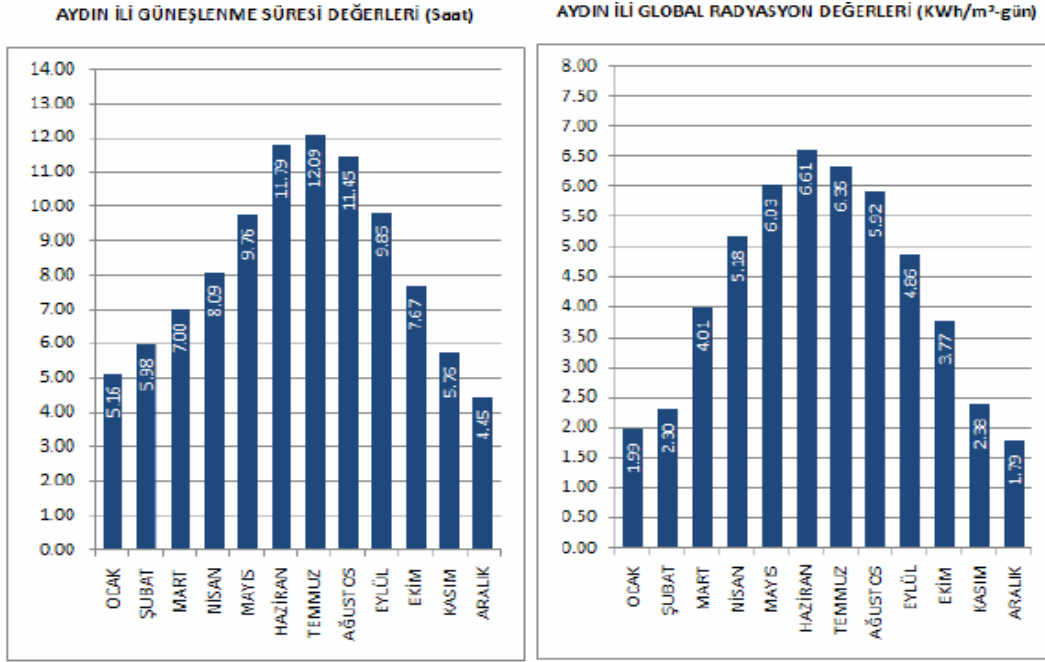
2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada, Adnan Menderes Üniversitesi yerleşkesinde 25 metrelik bir direk üzerine kurulan rüzgar ölçüm istasyonundan 10’ar dakikalık aralıklarla alınan rüzgar verileri ve Devlet Meteoroloji İstasyonu’nun dan temin edilen 30 yıllık rüzgar verileri doğrultusunda istatistiksel analiz metotlarından Rayleigh dağılım metodu kullanılarak bölgenin rüzgar potansiyeli belirlenmiştir. Bölgenin güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi için Geomodel, Meteocontrol, Meteonom, PVGIS gibi farklı güneş ışınımı veri kaynakları ve bölgede kurulu bulunan fotovoltaik santrallerden alınan gerçek üretim değerleri kullanılmıştır.

2.1. Aydın İlinin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Yıllık PV Enerji Üretim Değeri

37⁰-38⁰ Kuzey enlemleri ile 27⁰-29⁰ Doğu boylamları arasında bulunan Aydın İlinin, güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti Türkiye ortalamasının üzerindedir. En yüksek güneşlenme süresi 12 saat ile Haziran ayında gerçekleşirken, en düşük güneşlenme süresi 4,5 saat ile Aralık ayında

gerçekleşmektedir. Şekil 1' de Aydın iline ait güneşlenme süreleri ile global ışıınım değerleri gösterilmiştir [6].



Şekil 1. Aydın İli Güneşlenme Süresi ve Radyasyon Değerleri

Adnan Menderes Üniversitesi yerleşkesinde uygun alanlardan birinin koordinatları $37^{\circ} 51'N$ $27^{\circ} 51'E$ şeklindedir. Bu bölge için Geomodel, Meteocontrol, Meteonorm ve PVGIS programları kullanılarak yapılan analizlerde, bölgenin global ışıınım değerleri ve sıcaklık değerlerine ait bilgiler tablo 1 de gösterilmiştir.

Table 1. Global ışıınım, ışıınımın yansıma yayılımı ve Sıcaklık

| Data Source | Yatay Düzlemdeki global ışıınım (kWh/m ²) | ışıınımın yansıma yayılımı (%) | Sıcaklık (°C) |
|--------------|---|--------------------------------|---------------|
| Geomodel | 1829 | 35 | 17.9 |
| Meteonorm | 1572 | 45 | 18.3 |
| PVGIS | 1909 | - | - |
| Meteocontrol | 1827 | - | - |

Belirtilen bölge için PV sistem analiz programlarında bütün verilere ulaşmak mümkün olmamaktadır. Ayrıca bu programlarda belirtilen ışıınım değerleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle Aydın ilinde çalışmakta olan PV santrallerden de üretim değerleri alınarak global ışıınım değeri belirlenmiştir. Buna göre belirtilen koordinatlar için en uygun değerler Geomodel programında verilmektedir. O nedenle benzetim çalışmalarında bu programdaki değerler baz alınmıştır.

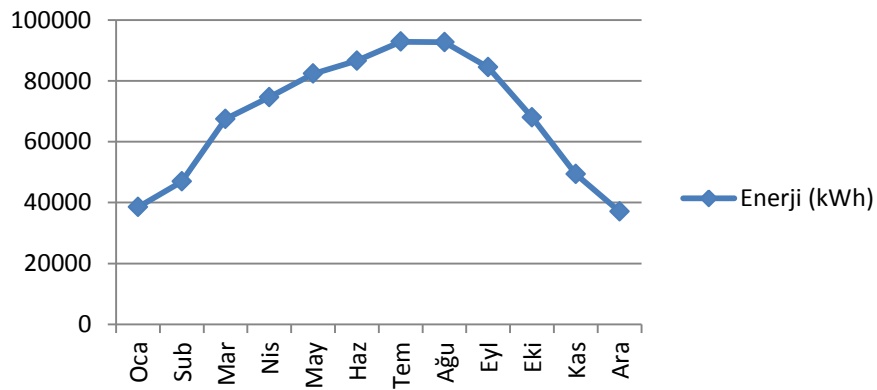
PV modüllerin ekonomik ömürleri en az 20 yıldır. 20 yıllık çalışma süresi boyunca PV modüller her zaman aynı performansta çalışamazlar. Hücre teknolojisine bağlı olarak birçok faktör çıkış

gücünün azalmasına sebep olmaktadır. Genel olarak PV modüllerin çıkış gücü yıllık %0.25-%0.59 olarak değişmektedir. Ancak kristal silikon modüller için genel kabul yıllık %0.25 güç azalışı olacağı yönündedir [7]. Bunun dışında yıllık enerji üretimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, yıllık enerji üretim değeri, kayıpların oranı ve sistemin performans oranı (PR) Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yıllık enerji üretim değeri, Kayıplar ve PR

| | Uncertainty | Işınım (kWh/m ²) | Kazanç/Kayıplar | PR(%) |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------|--------------|
| Yatay düzlemdeki global ışınım | 5.0 | 1829 | | |
| Modül düzlemindeki ışınım | 2.5 | 1951.54 | 6.7 | |
| Horizon shading | 0.5 | 1949.59 | -0.1 | 100.0 |
| Modül Gölgelemesi | 2.0 | 1930.09 | -1.0 | 99 |
| Nesne Gölgelemesi | 3.0 | 1930.09 | 0.0 | 99 |
| Kirlenme | 2.0 | 1901.14 | -1.5 | 97.51 |
| STC dan sapmalar, Yansıma kayıpları | 0.5 | 1849.81 | -2.7 | 94.88 |
| Spectral Kayıplar | 0.5 | 1831.32 | -1.0 | 93.93 |
| Işınımına bağlı kayıplar | 0.5 | 1813.01 | -1.0 | 92.99 |
| Sıcaklığa bağlı kayıplar | 1.0 | 1702.41 | -6.1 | 81.32 |
| Bağlantı kayıpları | 0.5 | 1688.79 | -0.8 | 86.62 |
| DC kablo kayıpları | 0.5 | 1683.72 | -0.3 | 86.36 |
| Inverter kayıpları | 1.5 | 1648.36 | -2.1 | 84.54 |
| Inverter güç sınırlaması | 0.5 | 1648.36 | 0.0 | 84.54 |
| Düşük gerilimde AC kablo kayıpları | 0.5 | 1643.42 | -0.3 | 84.29 |
| Toplam | 7.3 | 1643.42 | | 84.29 |

Global ışınım değerinden muhtemel kayıplar çıkartılınca, 1 kW gücündeki PV sistemin yıllık üreteceği enerji miktarı tablo 2 de görüldüğü gibi 1643,42 kWh, performans oranı ise %84,29 olarak hesaplanmıştır. Buna göre 500 kW lık PV sistem birinci yılında 821710 kWh enerji üretecektir. PV sistemin aylar bazında üreteceği enerji miktarları ve ışınım değerleri Şekil 2 de gösterilmiştir.



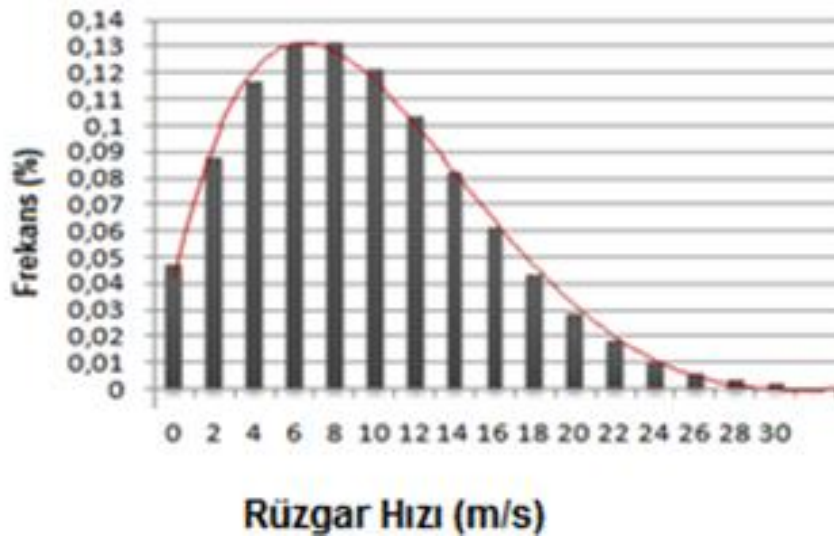
Şekil 2. Aylık PV Enerji Üretim Değerleri

2.2. ADÜ Yerleşkesinin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Yıllık Türbin Enerji Üretim Değeri

Rüzgar türbinlerinin üreteceği enerji temel olarak havanın yoğunluğuna, türbinin kanat çapına ve rüzgarın hızına bağlıdır. Türbinin üreteceği enerji miktarının bir çok faktör etkiliyor olsa da üretilen enerji rüzgar hızının küpü ile değişmektedir. Bu nedenle türbinin kurulacağı yerin yıllık rüzgar hızı ve yönü mümkün olduğunca hatasız tespit edilmelidir. En iyi yöntem türbinin kurulacağı yerde türbin yüksekliğinde en az bir yıl rüzgar hızı ölçümü yapmaktır. Ancak bu yöntem özellikle küçük güçlü türbin kurulumlarında büyük masraf ve zaman kaybına yol açtığından çoğunlukla kullanılmaz. Eğer gerçek türbin kanadı yüksekliğinde ve en az bir yıl süre ile rüzgar hızı ölçümü yapılmamış ise çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılarak rüzgar hızı tahminlemesi yapılmaktadır.

Adnan Menderes Üniversitesi Yerleşkesinin rüzgar hızını belirlemek için, 25 metrelik direk üzerine anemometre ve yön sensörü yerleştirilmiştir. Ölçüm değerleri ile önceki yıllara ait verilerin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için Devlet Meteoroloji İstasyonundan (DMİ) 1976 yılı - 2010 yılları arasında, 10 metre yükseklikte kaydedilen rüzgar verileri temin edilmiştir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından 30 metre yükseklik için hazırlanan REPA (Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası) değerleri de hesaplamalarda kullanılmıştır.

Yerleşkenin rüzgar hızı, rayleigh metodu kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen Rayleigh rüzgar hızı frekans dağılımı şekil 3 de gösterilmiştir.



Şekil 3. Rayleigh Rüzgar Hızı Frekans Dağılımı

Rüzgardan elde edilebilecek güç büyük oranda rüzgar hızına bağlı olmakla birlikte rüzgar türbinlerinden elde edilecek enerji rüzgarın standart sapmasına ve türbülans yoğunluğuna da bağlıdır. Rüzgar santrallerinden iyi verim elde edebilmek için rüzgar hızının standart sapmasının 0-3 m/s arasında, türbülans yoğunluğunun ise 0.25 den büyük olması gerekmektedir. Yerleşkenin rüzgar verilerine ait frekans dağılımı, standart sapma, türbülans yoğunluğu ve ortalama hız değerleri tablo 3 de gösterilmiştir [8].

Tablo 3. Rüzgar verilerine ait Frekans dağılımları, standart sapma, türbülans yoğunluğu ve ortalama hız değerleri

| V_i | V_i^3 | f_i | V_m | Standart Sapma | I |
|-------|---------|----------|---------|----------------|----------|
| 0.5 | 0.125 | 0.047008 | 0,0235 | 1,02325 | 0,196401 |
| 1.5 | 3.375 | 0.087465 | 0,1312 | 1,102387 | 0,211591 |
| 2.5 | 15.625 | 0.116316 | 0,29079 | 0,929533 | 0,178413 |
| 3.5 | 42.875 | 0.131034 | 0,45862 | 0,623873 | 0,119745 |
| 4.5 | 91.125 | 0.131883 | 0,59347 | 0,262 | 0,050288 |
| 5.5 | 166.375 | 0.121436 | 0,6679 | 0,09777 | 0,018766 |
| 6.5 | 274.625 | 0.103601 | 0,6734 | 0,412825 | 0,079237 |
| 7.5 | 421.875 | 0.08251 | 0,61883 | 0,656242 | 0,125958 |
| 8.5 | 614.125 | 0.061646 | 0,52399 | 0,816019 | 0,156626 |
| 9.5 | 857.375 | 0,04335 | 0,41182 | 0,892921 | 0,171386 |
| 10.5 | 1157.63 | 0,028761 | 0,30199 | 0,897238 | 0,172215 |
| 11.5 | 1520.88 | 0,018034 | 0,20739 | 0,845044 | 0,162196 |
| 12.5 | 1953.13 | 0,010701 | 0,13377 | 0,754618 | 0,14484 |
| 13.5 | 2460.38 | 0,006016 | 0,08122 | 0,643513 | 0,123515 |
| 14.5 | 3048.63 | 0,003206 | 0,04649 | 0,526549 | 0,101065 |
| 15.5 | 3723.88 | 0,001621 | 0,02513 | 0,414786 | 0,079613 |
| 16.5 | 4492.13 | 0,000778 | 0,01284 | 0,315337 | 0,060525 |
| 17.5 | 5359.38 | 0,000355 | 0,00621 | 0,231787 | 0,044489 |

Yapılan rüzgar hızı ölçümleri ve kullanılan istatistiksel analizler aracılığı ile ADÜ yerleşkesinin yıllık ortalama rüzgar hızı 5,40 m/s olarak tahminlenmiştir[9].

Bir rüzgar türbininin yıllık enerji üretim miktarı bölge için hesaplanan rüzgar hızı frekans dağılımları kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bir türbinin üretebileceği yıllık enerji miktarı esitlik 1 ve 2 kullanılarak hesaplanabilir.

$$P = \sum [F(V_i) \times P_T(V_i)] \quad (1)$$

$P_T(V_i)$: RES alanında kullanılacak türbinin her bir rüzgar hızındaki gücü

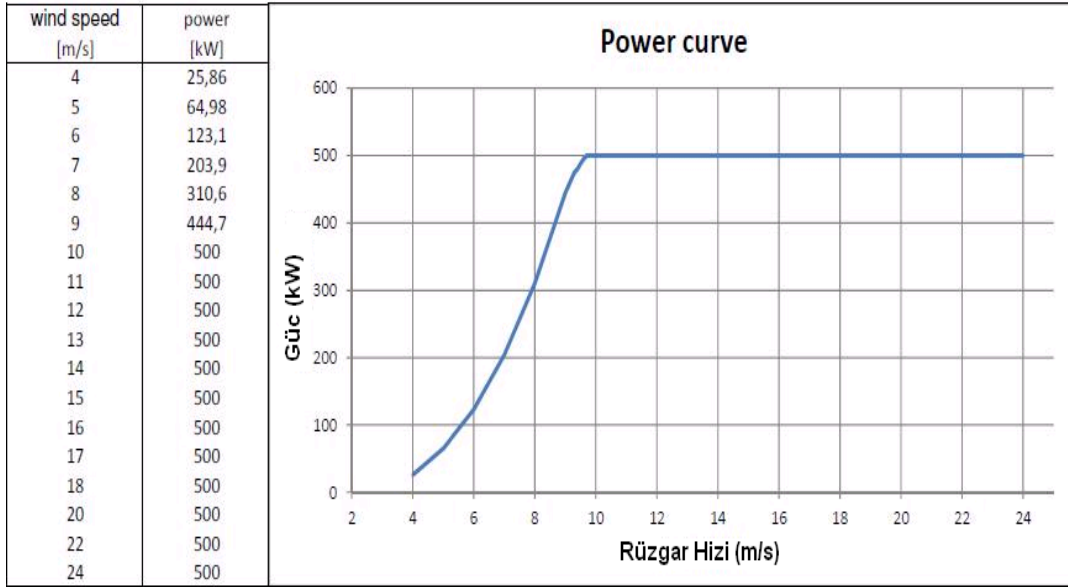
P : Rüzgar türbininin ortalama gücü

$F(V_i)$: Rüzgarın " V_i " hızında esme olasılığı

Türbinin yıllık enerji miktarı;

$$E = P \times 8760 \quad (2)$$

Esitlik 1 den de görülebildiği gibi türbinin yıllık enerji üretim miktarının hesaplanabilmesi için o türbine ait rüzgar hızı-güç değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. 500 kW gücündeki tipik bir rüzgar türbininin rüzgar hızı-güç grafiği şekil 4 de österilmiştir [ATB500 Wind Turbine].



Sekil 4. Rüzgar Hızı-Güç Eğrisi

Hesaplanan yıllık ortalama rüzgar hızı, rüzgar hızı frekans dağılımları, üretici firmadan temin edilen rüzgar hızı-güç değerlerinin eşitlik 1 ve 2 de kullanılması sonucu, Adnan Menderes Üniversitesi yerleşkesinde 500 kW gücünde bir rüzgar türbininin kurulması durumunda yıllık enerji üretim miktarı yaklaşık 1160700 kWh olacaktır.

2.3. Tıp Fakültesinin Enerji İhtiyacı

Tüm üniversitelerde olduğu gibi Adnan Menderes Üniversitesinde de en fazla enerji tüketiminin olduğu birim tıp fakültesidir. Dolayısıyla Rüzgar-Fotovoltaik hibrid güç sisteminden elde edilecek enerjinin tıp fakültesinde kullanılması uygun olacaktır. Bunun nedeni, mevcut yönetmelikler ve yasalar doğrultusunda dağıtım şirketinden alınan elektriğin birim fiyatının, enerjinin dağıtım firmasına satılması durumuna göre daha yüksek olmasıdır. Çünkü, dağıtım şirketlerine ödenen faturalarda, elektriğin birim fiyatının yanında iletim bedeli, kayıp kaçak bedeli vb bedellerin alınıyor olması maliyeti arttırmaktadır. Bu nedenle lisanssız elektrik üretimi yönetmeliğine uygun olarak tasarlanan yenilenebilir enerji santrallerinden üretilen enerjinin kullanımının amortisman süresini olumlu yönde etkilemektedir. Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesinin merkez yerleşkesindeki binalarında ısıtma, soğutma ve diğer ihtiyaçlar için 4 adet 1600 kW lık trafo kullanılmaktadır. Tıp fakültesinin aylar bazında tüketim değerleri incelendiğinde yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık 30500000 kWh/yıl olduğu görülmüştür.

2.4. Sistemin Amortisman Süresi

Günümüzde Türkiye de 500 kW gücünde bir PV santral 550000 Euro+KDV, 500 kW gücünde rüzgar türbini (türbinin dişli kutulu ya da dişli kutusuz olma durumuna göre farklılık göstermektedir) 500000-700000 Euro+KDV fiyatlı olarak tesis edilebilmektedir. Hibrid sistemin amortisman süresi hesabında, PV sistem maliyetinin 550000Euro+KDV, rüzgar türbininin

600000 Euro+KDV maliyetli, elektrik birim fiyatının 0.11 Euro, elektrik fiyatlarının her yıl %5 artacağı varsayılmıştır. Ayrıca PV sistemin her yıl % 0.25 verim kaybına uğrayacağı ve sistemin 25 sene elektrik üreteceği göz önünde bulundurulmuştur. Şekil 5 de sistemin yıllık getirisi gösterilmiştir.



Şekil 5. Hibrid sistemin yıllık kazanç değerleri

Şekil 5 den de anlaşılacağı gibi hibrid sistemin amortisman süresi 6,5-7 yıl arasındadır. Bu amortisman süresi oldukça makul ve yatırım yapılması için bir anlamda teşvik edici bir süredir. Ayrıca sistemin 25 yıl sonunda net getirisinin yaklaşık 16 Milyon Euro olacağı hesaplanmıştır. Bu da yatırım maliyetinin yaklaşık 11 katı getiri anlamına gelmektedir.

3. Hibrid Sistemin Çevresel Etkileri

Küresel ısınmanın etkilerinin azaltılmasına yönelik hükümetler arası imzalan ilk sözleşme olan ve 50 ülkenin onayı ile hazırlanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Cerceve Sözleşmesi 21 Mart 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye 2004 yılında 189. Ülke olarak sözleşmeye taraf olmuştur [10]. Bu sözleşme, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarını önlemeyi ve/veya belirli bir seviyede tutmayı amaçlamaktadır. Sözleşmeye taraf olan ülkelerin sera gazı emisyonlarının seviyesini 1990 yılındaki seviye ulaştırmak için teknolojik ve mali açıdan yükümlülükleri bulunmaktadır. Bu sözleşmenin ardından iklim değişikliği ile mücadelede ikinci anlaşma, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Cerceve Sözleşmesi sekreteryası tarafından 1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolüdür. Kyoto Protokolü 2008-2012 yılları arasında İklim Değişikliği Cerceve Sözleşmesinin Eki kısmında belirtilen ülkelerde sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyesinin %5 altına indirmelerini öngörmüştür. Türkiye 5 Şubat 2009 tarihinde Kyoto Protokolünü kabul etmiştir [11].

Fosil bazlı enerji kaynakları kullanıldıklarında atmosfere sadece sera gazı değil, bunun yanında bir çok zararlı gaz da salmaktadırlar. Salınan gazların atmosferde kalma süreleri ve etki düzeyleri birbirinden farklıdır. Toplam etkinin anlaşılabilmesi için her bir gaza ait çevrim katsayıları vardır. Bu katsayılar yardımı ile her bir gazın CO₂ esdeğeri hesaplanarak iklim değişikliği üzerindeki etkileri toplam olarak bulunmaktadır. Bu nedenle sera gazı etkilerini belirtmek için sadece CO₂ gazı kullanılmaktadır.

Sektörel bazda CO₂ gazı emisyonları incelendiğinde, 2010 yılında elektrik ve ısınma sektörünün payının %41, taşıma sektörünün %22 endüstrinin %20 ve evsel kullanımın % 6 olduğu görülmektedir [12]. 2012 yılı verilerine göre CO₂ salınımının % 55' i 3 bölgede meydana gelmektedir. Buna göre, Çin (%29), Amerika (%16) ve Avrupa Birliği (%11) oranları ile ilk 3 sırada yer almaktadır. 2012 yılında bir önceki yıla göre Çin'de CO₂ salınımı %3 artarken Amerika'da %4, Avrupa Birliği'nde %1.6 azalmıştır [13]. Amerika ve Avrupa Birliğinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların CO₂ emisyonunu azaltıcı etkilerinin olduğu görülmektedir.

Enerji üretimi ve tüketimi, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının %65'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle enerji üretiminin çevreyi kirletmeden yapılması büyük önem taşımaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde fosil bazlı kaynaklar kullanılması durumunda 1 kWh enerji üretiminde çevreye 0.9 kg lik CO₂ salınımı gerçekleşmektedir. 500 kW gücünde rüzgar türbini ve 500 kW gücünde fotovoltaik sistemden elde edilecek yıllık enerji miktarı 1982410 kWh olarak hesaplanmıştır. Buna göre rüzgar-fotovoltaik hibrid sistemin yılda 1784 ton CO₂ emisyonu azaltacağı hesaplanmıştır.

4. Sonuçlar

Konvansiyonel elektrik üretiminin çevre üzerindeki olumsuz etkileri, fosil bazlı enerji kaynaklarının rezerv problemleri, bu kaynakların belirli bölgelerde yoğunlaşmış olması ve bu kaynakların fiyat istikrarının olmaması sebebiyle özellikle gelişmiş ülkeler enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmektedirler. Her ne kadar günümüzde kullanılan enerjinin %80' i fosil bazlı kaynaklardan karşılanıyor olsa da ülkelerin uzun döneme ait enerji projeksiyonları yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin hızla artacağını göstermektedir. Ülkemizde de son yıllarda rüzgar ve fotovoltaik santralleri konusunda yatırımlar hızlanmış olsa da ülkemizin bu alanlardaki potansiyeli göz önüne alındığında bu yatırımlar oldukça az olduğu görülmektedir. Türkiye'nin 2023 yılı hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzindeki payının %30' a çıkarılması dikkat çekmektedir. 2023 hedeflerine göre mevcut rüzgar kurulu gücü 3500 MW'dan 20000 MW'a, 15 MW olan PV kurulu gücünün ilk etapda 600 MW' sonrasında 3000 MW' a çıkarılması hedeflenmiştir.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından hazırlanan ve 21.07.2011 tarih ve 28001 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliği" uyarınca hazırlanan "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliği" 10.03.2012 tarih ve 28229 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelige göre, lisans almaya gerek olmadan 1 MW' a kadar olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santral kurulabilmektedir.

Ülkemizdeki mevcut fotovoltaik santraller bu yönetmelik dosyasında kurulan sistemlerdir. Henüz lisanslı bir fotovoltaik santrali faaliyete geçmemiştir. Bu da fotovoltaik kurulu gücünün çok küçük seviyelerde kalmasına sebep olmaktadır. Ülkemizde kurulu bulunan rüzgar santralleri ise Lisanslı üretim yapan santrallerdir. 1 MW ve altındaki güçlerde üretim yapan sahanın toplam kurulu gücündeki payı yok denecek kadar azdır.

Türkiye gerek rüzgar potansiyeli bakımından gerekse güneş enerjisi potansiyeli bakımından bir çok ülkeye göre daha yüksek potansiyele sahip olmasına rağmen, elektrik üretimi içindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının çok küçük kalmaktadır. Bu durumun bir çok sebebi olmakla birlikte özellikle lisanssız elektrik üretimindeki düşük yatırım oranının en önemli sebepleri arasında yetersiz ve/veya eksik bilgiye sahip olmak gelmektedir. Özellikle üniversitelerde bu tarz yatırımların yapılması hem örnek olacak hem de bilgi düzeyinin artırılmasına önemli katkılar sağlanmış olacaktır.

Adnan Menderes Üniversitesi yerleşkesi için yapılan fizibilite çalışmaları göstermiştir ki 500 kW gücünde bir rüzgar türbini ve 500 kW gücünde PV sistemin üreteceği yıllık enerji miktarı yaklaşık 1982000 kWh dir. Bu miktardaki bir enerjinin fosil bazlı kaynak kullanımı ile değil de yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilmesi durumunda yıllık 1784 ton CO₂ gazı salınımı önleneceği hesaplanmıştır.

Üniversiteler her anlamda topluma öncülük etmesi gereken kurumlardır. Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda toplumsal bilincin artırılabilmesi için üniversitelerin bu tarz yatırımları yapması olumlu olacaktır. Ayrıca bu tarz yatırımlar araştırmacıların bilimsel bilgi birikimleri açısından da olum katkı sağlayacaklardır.

Referanslar

- [1] BNEF, 2012, The Future of Energy 2012 Result Book, Bloomberg New Energy Finance, New York, 40 p.
- [2] EPIA, 2014, Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018. Brüssels, Belgium. 60p.
- [3] REN21, 2014, Renewables 2014 Global Status Report, Paris, ISBN 978-3-9815934-2-6.
- [4] IEA, 2014, PVPS Report Snapshot of Global PV 1992-2013. ISBN 978-3-906042-19-0.
- [5] TUREB, 2014, Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu, Temmuz 2014. Ankara, 36 p.
- [6] GEKA, 2011, Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu, Güney Ege Kalkınma Ajansı, Denizli, 43 s.
- [7] Vijayalakshmi R, Ali N.A. Hybrid power generations (Wind/Solar by PV) an efficient output with reduced total harmonics distortions using multi level inverter, International Journal of Communications and Engineering, 2012; 4(4): 109-115.
- [8] Başaran K., Çetin N.S., Sağlık Merkezi İçin Yenilenebilir Çevre Dostu Rüzgar Enerjisi,
- [9] Çetin, N.,S., Başaran, K., 2010, “Adnan Menderes Üniversitesi Yerleşkesinin Rüzgar Elektrik Potansiyelinin Belirlenmesi”, VIII.Ulusal Temiz enerji Sempozyumu, Bursa
- [10] Arikan Y., Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Cerceve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü, Bölgesel Çevre Merkezi, 2006, Ankara, Türkiye.
- [11] TÜİK, Çevre İstatistikleri: Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi-8, Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın No: 3257, Ankara, Türkiye.
- [12] IEA, 2012, CO₂ Emissions from fuel Combustion, International Energy Agency, France.
- [13] PBL, 2013, Trends in Global CO₂ Emissions: 2013 Report, Netherlands Environmental Assessment Agency, 2013, Netherland.