

TÜRKİYE GÖKÇEADA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ POTANSİYELİ*

POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES GÖKÇEADA IN TURKEY

Ümran ŐENGÜL*

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

Sibel TAN

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi
Bölümü

Őermin ATAK

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İİBF, Kamu Yönetimi Bölümü

Ahmet Bilal ŐENGÜL

anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine
Bölümü

Öz

Enerji iř yapabilme yeteneğidir ve hayatın yaşam kaynağdır. Nüfusun artmasına paralel olarak mal ve hizmet üretimindeki artış enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır. Artık enerji üretilebilecek tüm kaynakların değerlendirilmesinde çok gerekli bir hale gelmiştir. Enerji talebinin karşılanmasında yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar (Petrol, Doğalgaz, Kömür) sınırlı enerji kaynaklarıdır ve zararlı emisyon yayılımları fazladır. Zararlı emisyon yayılımları azaltılsa dahi en önemli problemleri bir gün bitecek olmalarıdır. Bu açıdan tüm Dünya'da yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi önemli bir konudur. Gökçeada Türkiye'nin en büyük adasıdır ve tepelerin ve ovaların birbiri ardınca sıralandığı, engebeli bir yapıya sahip volkanik kütlelerden oluşmaktadır. Gökçeada'nın %77'si dağlık, %12'si engebeli ve %11'i de ovalık alandan oluşmaktadır ve Türkiye'nin rüzgar enerjisi bakımından en fazla potansiyele sahip olan bölgesidir. Ancak Gökçeada gelişmişlik endeksi bakımından en az gelişmiş bölge sınıfı olan 6. Bölgede yer almaktadır. Bu açıdan bu çalışmada, bölgenin kalkınmasında önemli katkı sağlayacak olan yenilenebilir enerji kaynaklarından Rüzgar, Güneş, Deniz kökenli yenilenebilir, Biyoyakıt ve Hidrolik enerji potansiyeli araştırılmıştır. Elde edilen verilere dayanarak, yenilenebilir enerji sektör yatırımlarına önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji potansiyeli, Bölgesel Kalkınma, Gökçeada.

* Bu alışma 1-3 Temmuz 2014 tarihinde, Makedonya-Üsküp'te yapılan Uluslararası Avrasya

Abstract

Energy is the ability to do work and it is the source of life. In parallel to the increase of population the increase in the production of goods and services are enhancing the demand for energy. From now on it has become very necessary to evaluate all sources of energy that can be produced. Fossil fuels (oil, gas, coal) which are widely used in meeting the demand of energy are limited energy resources and their harmful emissions are much more. Even if spreading of harmful emissions are lessened the most important problem is that they will run out one day. From this perspective, the assessment of renewable energy sources in the world is an important issue. Gökçeada is the largest island of Turkey, it consists of the hills and plains which are lined one after the other and rugged structure volcanic masses. Gökçeada consists of 77% mountainous, 12 % hilly and 11% plains and in terms of wind energy it is the region with the greatest potential in Turkey. But in terms of development index Gökçeada is located in the sixth region which one is the least developed region class. From this perspective, in this study, which will provide an important contribution to the region development of renewable energy sources wind, solar, tidal and renewable, biofuels and Hydraulics energy potential are investigated. Based on the data obtained, recommendations are made to invest in the renewable energy sector.

Key Words: *renewable energy potential, regional development, Gökçeada*

1. GİRİŐ

En basit tanımıyla enerji, iŐ yapabilme yeteneğidir ve hayatın yaşam kaynağıdır. Doğada enerji doğrudan; kömür, petrol, doğalgaz, uranyum, biyoyakıt, jeotermal, su, güneş, rüzgâr olarak adlandırılan “birincil enerji” kaynaklarından elde edilir. Bu enerji kaynaklarından, petrol, doğalgaz ve kömür fosil kaynaklıdır. Diğerleri ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları dönüŐtürülerek ikincil enerji kaynağı olan “elektrik” üretilir (Şeker,2010:2). Türkiye 2013 yılı (kesinleŐmemiŐ) ürettiğı 239,3 milyar kWh elektriğın %44’ünü doğal gazdan, %25,4’ünü kömürden, %24,7’sini hidroelektrikten, %3,1’ini rüzgârdan, %0,5’ini jeotermalden ve %2,1’ini diğer enerji kaynaklarından elde etmiŐtir (Elektrik mühendisleri odası,2014).

Fosil yakıtların çevreye verdikleri zararların çok olması ve özellikle bir gün tükenecek olmaları, insanları çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiŐtir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirli bir ömrü yoktur, yani kaynağı herhangi bir maddeye bağı olmayan enerji kaynaklarıdır ve büyük bir bölümü güneş enerjisinin forum değıŐtirmesi ile meydana gelmiştir (Durdyev,2010:2). Dünya’nın hem kendi etrafında hem de güneş etrafında dönmesi nedeniyle farklı yeryüzü olayları oluşur. Bu yeryüzü olaylarından biri rüzgârdır. Rüzgârdaki enerji rüzgâr türbinleri yardımıyla değıerlendirilebilir. GüneŐin ısıtmasıyla okyanus ve akarsulardan su kütleleri buharlaşır. Bu su buharı, yağmur ya da kara dönüşüp tekrar ırmağ ya da dere içlerine ulaŐtığı zaman, oluşun hidro enerji hidroelektrik santraller tarafından yakalanabilir. Tüm yenilenebilir enerji kaynakları, güneşten kaynaklanmaz. Okyanuslarda oluşun gelgit enerjisi, güneş ve ayın birbirlerini kütlelesel olarak çekmelerinden kaynaklanır (Yılmaz, 2008:2).

Genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tüklenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji bu enerjiyi tüketir, fakat tüketilen enerji toplam güneş enerjisinin yanında çok küçük kalır. Bu sebeple, yenilenebilir enerjinin; tesisler, hayvanlar ve insanlar tarafından kalıcı olarak tüketilmesi mümkün değildir. Yenilenebilir enerji çeşitlerine bakıldığında; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, deniz dalga enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik (su) enerjisi ve hidrojen enerjisi sayılabilir (şahin,2010:25).

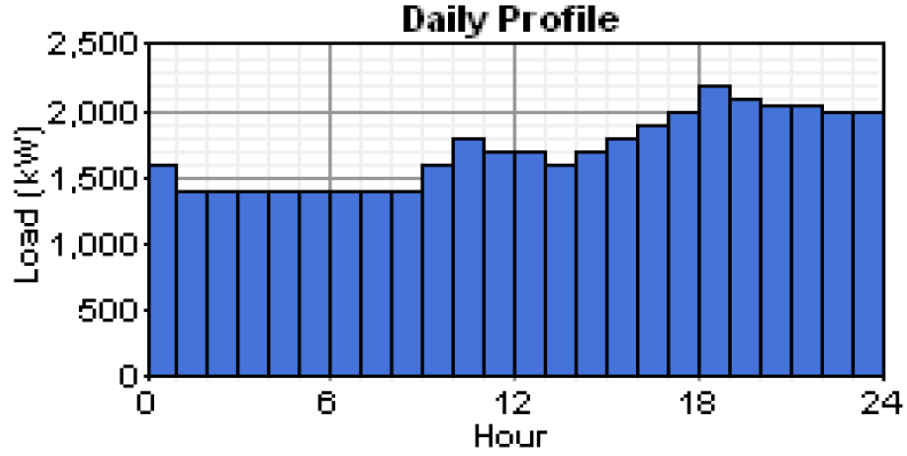
Gökçeada, Marmara Bölgesinde Çanakkale iline bağlı Türkiye'nin en büyük adasıdır. Kıyılarının uzunluğu 92 km, yüzölçümü 279 km²'dir. 2013 yılı itibarı ile Belediye Nüfusu 6454 kişi olup toplam nüfusun %73,1'ini oluşturmaktadır. Gökçeada'nın toplam nüfusu ise 8830'dur, ancak yaz aylarında gelen ziyaretçilerle birlikte bu nüfusun 20.000'e ulaştığı tahmin edilmektedir. evresi 85,2 km olup, boy ve en olarak 29,6 x 9,2 km boyutlarındadır. Gelibolu Yarımadası'na 20 km, Limni'ye 19 km, Semadirek Adası'na 22 km uzaklıktadır. Ulaşım için en yakın yer olan, Gelibolu-Kabatepe Limanı'na 26 km uzaklıktadır. Coğrafi yapısı evre adalardan oldukça farklıdır. Tek bir dağdan oluşan Semadirek ile tek bir oavadan oluşan Limni'ye karşın, tepelerin ve ovaların birbiri ardınca sıralandığı bir yapısı vardır. Gökçeada genelde engebeli bir yapıya sahip ve volkanik kütlelerden oluşmuştur. Gökçeada'nın %77'si dağlık, %12'si engebeli ve %11'i de ovalık alandan oluşmuştur (gokceadarehberi,2014).

şekil 1. Gökçeada haritası

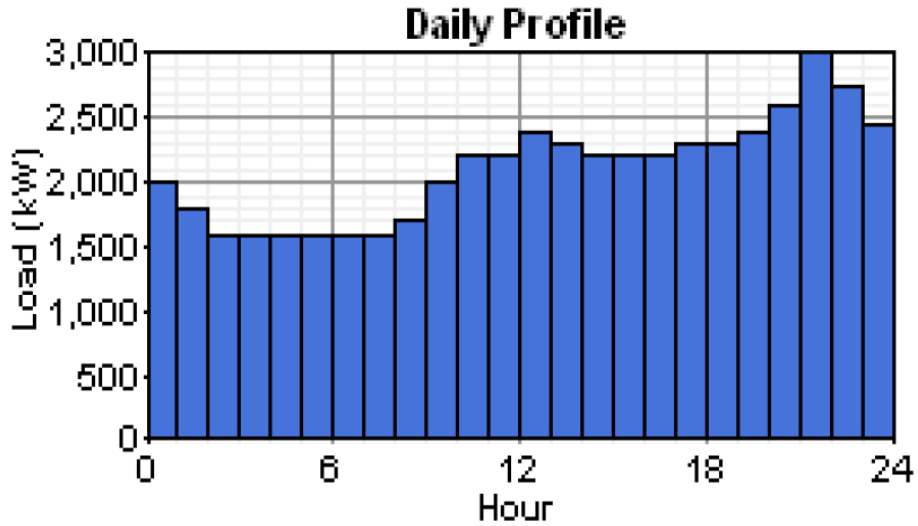


Gökçeada'nın elektrik ihtiyacı, TEİAŞ'ın Kumlimanı trafo Merkezi'nin Gökçeada fiderinden beslenen, TEDAŞ'ın 31,5 kV'luk orta gerilim hattıyla karşılanmaktadır. Gökçeada'nın kiş ve yaz ayları için talep edilen elektrik yük değerleri aşağıda verilmiştir (şekil 2,3) (Yılmaz, 2008:13).

Şekil 2. Kış ayları için talep edilen elektrik yük değerleri



Şekil 3. Yaz ayları için talep edilen elektrik yük değerleri



Ada'nın en yüksek noktası Doruktepe'nin yüksekliği 673 metredir. Volkanik bir yapı hakim olmasından dolayı dev kazanları, sualtı mağaraları, lav kayaları ve ponza taşları Ada'da çokça bulunmaktadır. Ada'da 5 adet gölet bulunmakta olup su kaynakları açısından Ege'nin en zengin adasıdır. İklim, Akdeniz ve karasal iklim arasında sıkışmıştır. Kar ve don ender olarak görülür. Bahar ayları yağışın en çok olduğu aylardır. Ada rüzgârlara açık bir konumdadır ve genellikle Poyraz (kuzeydoğudan esen) ile Lodos (güneybatıdan esen) rüzgârlar etkindir (gokceadarehberi,2014)

Gökçeada'da yenilenebilir enerji kaynakları açısından yapılan çalışmalar ise şöyledir; Güzel (2012), Gökçeada ve Bozcaada'da açık deniz rüzgar enerjisinin tahminini yaparak, açık deniz rüzgar tribünlerini kurmak için

fizibilite çalışması yapmıştır. Çalışma sonucunda Bozcaada'nın Gökçeada'ya göre açık deniz rüzgar enerji tribünlerini yerleştirmede daha uygun bir bölge olduğunu tespit etmiştir. Yılmaz vd. (2010), Gökçeada'nın elektrik enerji talebini güneş ve rüzgâr enerji sistemlerine maliyet analizi yaparak karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, Gökçeada için rüzgâr enerji sistemlerinin güneş enerji sistemlerine göre daha avantajlı olduğunu bulmuşlardır. Tavman (2011), Gökçeada'nın elektrik enerjisi ihtiyacının rüzgâr enerjisi ile teminini incelemiştir. Bunun için bir firmanın rüzgâr tribünlerini birbiri ile karşılaştırmıştır. Böylece, Gökçeada için, nominal gücü 600kW olan De Wing 48 tipi rüzgar türbininin en uygun türbin olabileceğini bulmuştur. Durdyev (2010), Gökçeada'da seçilmiş bir bölge için uygun rüzgar türbini seçimini yapmıştır. şişbot vd.(2010), Gökçeada'da bir çiftlikte rüzgar türbininin optimal yerleşimi için çok amaçlı genetik algoritma kullanmışlardır. ubuku ve olak (2013), Gökçeada'da yerleşik ve şebekeden bağımsız 2kW anma gücündeki bir fotovoltaik güç sisteminin benzetim ve uygulamalı başarım analizini yapmışlardır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, yenilenebilir enerji türleri ve Gökçeada'da uygulanabilirliği bulunan yenilenebilir enerji türlerinden bahsedilmiştir.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÇEŐİTLERİ VE GÖKÇEADA'DA YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

2.1. Su enerjisi

Sudan elektrik enerjisi üretmek için suyun akma hareketinden faydalanılır. Su, çevreye dost, temiz, yenilenebilir, yakıt gideri olmayan, uzun ömürlü ve dışa bağımlı olmayan bir yerli kaynaktır. Sudan elektrik üretimi için hidroelektrik santraller kurulur. Hidroelektrik santrallerini baraj tipi (depolamalı) ve nehir tipi (depolamasız) santraller olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Depolamalı santrallerde elektrik üretimi, akarsuyun akım özellikleriyle olduğu kadar barajın su tutma kapasitesi ile de yakından ilişkilidir. Buna karşın depolamasız (Regülatör) santrallerdeki üretim, büyük ölçüde akarsuyun doğal akım özelliklerine bağlıdır. Bu konudaki diğer bir sınıflandırma da santrallerin kurulu güç durumlarına göre yapılmaktadır. Bu sınıflandırmada santraller; mikro (1 KW-200 KW), mini (200 KW-1 MW), küçük (1 MW -10 MW), orta (10MW-50 MW) ve büyük (50 MW ve üzeri) olmak üzere beş grupta toplanır. Avrupa Birliği ve UNESCO tarafından çevre dostu oluşu nedeniyle desteklenen küçük ve orta ölçekli şletmeler olan nehir tipi hidroelektrik santraller özellikle kırsal kesimde istihdam olanakları yaratır ve o kırsal bölgenin kalkınması üzerine olumlu etkileri vardır (şahin,2010:38). Gökçeada Türkiye'nin en büyük adası olmasının yanında tatlı su kaynakları bakımından da zengindir. İçerisinde 3 adet gölet, 1 adet tuz gölü ve 3 adet de yaz-kış aktif durumda olan akarsu bulunmaktadır. Bu durum ada içerisindeki ve çevresindeki biyolojik çeşitliliği olumlu yönde etkilemektedir (COMU,2014). Gökçeada barajı, Büyükdere ayı üzerinde, sulama, içme suyu temini amacı ile 1977-1983 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Baraj 700 hektarlık bir

alana sulama hizmeti vermekte, yılda 1 hm³ içme-kullanma suyu sağlamaktadır (DSİ,2014).

Günümüz itibariyle Gökçeada'da elektrik üretim amaçlı HES ve Regülatör bulunmamaktadır. Ancak Gökçeada'da 3 adet akarsu bulunmaktadır. Bu akarsular üzerinde regülatör diğer adıyla nehir tipi hidroelektrik santraller kurulabilir. Böylece, bu tip santraller adanın istihdamının artmasında ve kalkınmasında önemli bir yer tutacaktır.

2.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki ısının yeraltı sularını ısıtması sonucunda ortaya çıkan suyun, kullanılması ile elde edilen enerji türüdür. Termik santrallerin aksine yanma sonucu buhar elde edilmeyip, doğal olarak var olduğundan elektrik enerjisi üretimi için temiz bir enerji kaynağıdır. Türkiye, Dünya'da jeotermal enerjisini elektrik üretimde doğrudan kullanan 7. ülkedir (Kahraman ve Kaya,2010:6271). Jeotermal enerji, bu jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı kapsamaktadır. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, evre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür (şahin,2010:40). Literatür taraması ve günümüzde jeotermal kaynak çalışmalarına bakıldığında Gökçeada'da jeotermal kaynak olduğuna dair bir bilgiye ulaşılamamıştır.

2.3. Rüzėar Enerjisi

Rüzėar; dünyanın eğriliği, dönme eksenin eğimi, dünya yüzeyinin homojen olmayan yapısı nedeni ile yeryüzünün ısınması ve soğuması sonucu ortaya çıkan basınç farklılıkları ile oluşan hava hareketidir (Durdyev, 2010:5). Rüzėar enerjisi, hava kütlelerinin farklı ısılanları ile karşılaşmasından oluşur. Rüzėar türbinleri bu rüzėar enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Rüzėar enerjisi; çevreye zararlı gaz emisyonu yaymadığından, dışa bağımlılığı azalttığından, yerli ve her zaman kullanılabilen enerji türü olduğundan tercih edilmektedir. Ancak rüzėar türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması, yatırım ve bağlantı maliyetlerinin yüksek olması v.b. etkenler ise dezavantajlarıdır.

Enerji üretiminde rüzėarın kullanılması fosil kaynaklardan üretilen enerjinin fiyatına göre değişiklik göstermiştir. Örneğin 2. Dünya savaşından sonra petrol fiyatlarının düşmesiyle birlikte rüzėar türbinlerine olan ilgi azalmıştır. Ancak 1970'li yıllardaki petrol krizi sonucu rüzėar türbinine olan ilgi tekrar artmıştır. Rüzėar enerjisi sektörü dünya genelinde ulaştığı 440.000 çalışan sayısı ile birlikte önemli bir istihdam oluşturan sektör haline gelmiştir (Durdyev, 2010:12).

Yenilenebilir enerjili sistemler; rüzėar çiftlikleri gibi MW mertebesinde 10'larca türbinden oluşabileceği gibi, kW mertebesinde ev kullanıcısına yönelik küçük rüzėar türbinlerinden de oluşabilir.

Gökçeada, Türkiye'nin rüzėar enerjisi bakımından en fazla potansiyele sahip olduğu tespit edilen bölgelerindedir. Adanın Aydınçık bölgesi rüzėar türbinleri için en uygun alan olup rüzėar türbinlerinin oluşturduğu dezavantajların görülmeyeceği bir alandır. Aydınçık mevki, iskan alanından

uzakta, herhangi bir faaliyet için kullanılmayan yarımada şeklindeki bir alandır. Rüzgârlara açık ve düzgün bir topografik yapıya sahip olan bir bölgedir. Yarımada biçimindeki Aydıncık'ın yüz ölçümü yaklaşık 8.000.000 m² büyüklüğünde olup mülkiyeti hazineye aittir. Aydıncık Rüzgâr Ölçüm İstasyonu'nun deniz seviyesinden yüksekliği 25 metredir. Rüzgar hızını ölçen anemometreler 30 m boyundaki borulu kule üzerinde 10 m ve 30 m yüksekliktedir Tablo 1'de Gökçeada-Aydıncık bölgesindeki ortalama rüzgar hızları verilmiştir (Yılmaz,2008:20).

Tablo 1: ökçeada-Aydıncık ortalama rüzgar hızları (1994-2002 yılları arası, m/s)

Ocak	9,618
Şubat	9,508
Mart	10,258
Nisan	7,559
Mayıs	7,689
Haziran	7,439
Temmuz	8,179
Ağustos	8,649
Eylül	7,849
Ekim	9,058
Kasım	8,399
Aralık	10,748

Rüzgâr enerjisi dönüştürme sistemleri 50 W ile 2-3 MW (megawatt) arasında mekanik veya elektrik gücü sağlayabilmektedir. Rüzgârın hızı yükseklikle orantılı olarak, gücü ise rüzgâr hızının küpü ile orantılı olarak artmaktadır. Topoğrafik koşullara göre yerden 50 m yükseklikteki özgül güç, hız 3.5 m/s den küçük iken 50W/m² den az olabilmekte, hız 11.5m/s den büyük iken 1800W/m² den çok olabilmektedir.

Rüzgâr enerjisinin hızla gelişmekte ve artmakta olan bir kolu da Açık Deniz (Offshore) rüzgâr enerjisidir. İlk açık deniz rüzgâr türbinleri 1991'de denenmiştir. Su kütlelerinin üzerinde rüzgârdan elde edilecek enerjinin çok daha fazla olması ve bu potansiyelden yararlanılabilecek alanların enerji ihtiyacını katlarınca karşılayacak kadar geniş olmasından dolayı açık deniz rüzgâr türbinleri daha çok tercih edilmektedir. Gökçeada'nın türbin yerleşimi için uygun alanları Bozcaada'ya göre çok kısıtlıdır. Temel sebepler ani derinlik artışı sonucu kurulum yapılabilecek derinlik alanlarının azlığı ve geniş askeri eğitim sahası ve limanlardır (Güzel, 2012:92). Ancak yine de açık deniz rüzgâr türbinleri için yeni araştırmalar yapılarak elektrik enerjisi üretim potansiyeli incelenebilir.

2.4. Güneş Enerjisi

Güneş hem dünya için vazgeçilmez bir yaşam kaynağı hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının temelini oluşturmaktadır. Güneş enerjisi, güneşten gelen ve yer yüzeyinde 0-1100 W/m² değerleri arasında değişen enerji içeren yenilenebilir bir enerji kaynağıdır (Çakır,2010:290). Güneş enerjisinden

iki yöntemle elektrik üretilebilir. İlkinde; yarı iletken silikon atomlarının (Fotovoltaik piller-Güneş pilleri) son yörüngelerindeki kararsız atomlar, güneş enerjisi ile koparılarak elektrik üretilmesidir. İkincisinde ise, güneş enerjisinden doğrudan su ısıtılarak, kaynatılıp, buhar türbini ve jeneratörleri yardımıyla elektrik üretilir (Şeker,2010:33-34). Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak; akümülatörler, eviriciler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemini (fotovoltaik sistem) oluştururlar. Bir fotovoltaik sistem, doğru akım (DC) ya da alternatif akım (AC) ile çalışan yükü beslemek amacıyla, güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Üretilen elektrik DC'dir. Buradan doğru akım ile çalışan bir yük beslenebilir. Güneş ışınımı sürekli ve kararlı olmadığı için, yükün beslenmesinde yetersiz kalındığı durumlar olabilir. Ayrıca üretilen enerjinin sistemin ihtiyacından fazla olduğu zamanlar da oluşabilmektedir. Bu ihtiyaç fazlası enerji akülere depolanarak, güneş ışınımının yetersiz olduğu zaman dilimleri için enerji sağlanabilir. Fotovoltaik sistemler, yerleşim merkezinden uzak noktalarda bulunan elektrik yüklerini beslemek üzere, yerel elektrik şebekesinden bağımsız olarak da inşa edilebilirler. Bununla birlikte yerel elektrik şebekesine yakın noktalarda bulunan fotovoltaik sistemler, şebekeye enerji aktarabilecek şekilde düzenlenebilirler (Yılmaz,2008:39).

Dünya ile güneşe yaklaşık olarak 150 milyon km uzaklıktadır. Dünya'nın hem kendi etrafında hem de güneş etrafında dönmesi nedeniyle güneşten gelen enerji hem günlük hem de yıllık olarak değişmektedir (Çelik, 2012:3). Gökçeada'nın aylık ortalama güneş ışınımı değerleri, Tablo 2'de gösterilmiştir (Yılmaz,2008:16).

Tablo 2: Ortalama Güneş Işınımı Verileri

	Günlük Işınım (kWh/m ² /d)
Ocak	1,960
Şubat	2,580
Mart	3,730
Nisan	5,200
Mayıs	6,490
Haziran	7,430
Temmuz	7,560
Ağustos	6,780
Eylül	5,310
Ekim	3,450
Kasım	2,090
Aralık	1,670

Güneş enerjisi ile elektrik üretimi maliyetinin yüksek olması ve güneş panellerinin geniş yer kaplamasından dolayı hala gelişme aşamasındadır. Türkiye coğrafi konumu nedeniyle güneş enerji potansiyeli yüksek bir ülkedir. Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli 380 milyar kWh/yıl'dır. Gökçeada'da güneş enerjisinden ev tipi su ısıtma amaçlı güneş panelleri kullanılmaktadır.

Ayrıca sokak lambalarını aydınlatmak için sistemden bağımsız bir güneş enerji paneli kurulmuştur (ubuku vd.,2013:204).

2.5. Biyoyakıt Enerjisi

Biyoyakıt, canlı organizmalardan elde edilmiş her türlü yakıttır. Yani karada ve suda yetişen bitkiler, bitkisel ve hayvansal atıklar, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler biyokütle olarak adlandırılır (elik, 2012:12). Biyoyakıtlar; biyodizel, biyoetanol, biyogaz ve biyokütle olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bitkiler büyürken, fotosentez sırasında atmosferden aldıkları karbondioksitin (CO_2) karbonunu bünyelerinde biriktirip biokütle oluştururken oksijeni dışarıya vermektedirler. Bu bitkiler yakıldığında ise CO_2 yeniden atmosfere verilmektedir. Bu nedenle biyokütle yakılmasına “sürdürülebilir biyokütle enerjisi kullanımı” adı verilmektedir. Biyokütle enerji kapsamında; odun (enerji ormanları, ağaç artıkları), yağlı tohum bitkileri (ayçiçek, kolza, soya v.b), karbonhidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, v.b), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk v.b), hayvansal atıklar ile şehirsel ve endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir (Ataman, 2007:131).

Biyokütle enerjisinden çok eski zamanlardan beri faydalanılmaktadır. İlk zamanlar ısı enerjisi elde etmek için biyokütle kullanılmaktaydı. Günümüzde ise bu kullanımın yanı sıra yeni geliştirilen yöntemlerle elektrik enerjisinde üretilmektedir. Geliştirilen bu yöntemler; doğrudan yakma, gazlaştırma, havasız (Anaerobik) çürütme, fermantasyon ve Piroliz’dir (elik, 2012:17). Bu yöntemlerden havasız çürütmede biyogaz elde edilir. Biyogazın bileşiminde, % 60-70 metan (CH_4), % 30-40 karbondioksit (CO_2), % 0- 2 hidrojen sülfür (H_2S) ile çok az miktarda azot (N_2) ve hidrojen (H_2) bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilen biyogaz enerjisi, genellikle çöp gazı olarak adlandırılmaktadır. Burada amaç çöp alanlarından çıkan metan gazının hem çevreye olan zararını azaltmak hem de bu gazdan elektrik üretmektir. Çöp içinde biriken metan gazı açılan kuyulardan borularla enerji üretim tesisine pompalanarak üretim gerçekleştirilir. Böylece metan gazı yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülür (Ataman, 2007:139).

Tablo 3’de Gökçeada’da ekimi yapılan ürünlerin üretim miktarları verilmiştir. Tablodan görüleceği üzere biyoyakıt enerjisinde kullanılabilecek yağlı tohumlar üretilmemektedir. Toplam elverişli tarım arazisi 33.500 da.’dır. Bu alan içinde aşağıda üretim miktarları verilen ürünler üretilmektedir. Gökeadanın orman ve fundalık arazisi 68.690 da. dır. Bu alanlar biyokütle enerjisi için değerlendirilebilir (enerji ormanları). Ayrıca adanın tüm atıklarında biyoyakıt enerjisi üretmek için kullanılabilir. Ancak řu an adada atıklar düzensiz (vahşi) depolanmaktadır. Çöpten biyogaz yoluyla (Metan) elektrik üretimi için adanın ilk olarak düzenli depolama sahasına ihtiyacı vardır.

Tablo 3: Gökçeada’da ekimi yapılan ürünler

	ÜRÜN ADI	GÖKÇEADA			
		ALAN (da.)	ÜRETİM (Ton)	VERİM (Kg./da.)	
TARLA BİTKİLERİ	Tahıllar	4.375	1.508		
	Buğday Kuru	1.600	544	340	
	Arpa Kuru	2.500	850	340	
	Yulaf (Dane)	175	49	280	
	Mısır (Dane)	100	65	650	
	Baklagiller	75	14		
	Bakla(H. Yemi)	35	9	257	
	Nohut	40	5	125	
	Endüstriyel Bitkiler	0	0	0	
	Yağlı Tohumlular	0	0	0	
	Yumru lu Bitkiler	35	26		
	Soğan (Kuru)	35	26	743	
	Yem Bitkileri	10.580	37.814		
	Yonca (Yeşil Ot)	5.200	23.400	4.500	
	Korunga(Yeşil Ot)	30	54	1.800	
	Fig (Yeşil Ot)	3.200	5.760	1.800	
	Mısır Silaj (1.Ürün)	600	2.400	4.000	
	Mısır Silaj(2. Ürün)	1.400	5.600	4.000	
	Sorgum (Yeşil Ot)	150	600	4.000	
	SEBZE	Yaprağı Yenen S.	90	38	
Ispanak		90	38	422	
Baklagil Sebzeler		0	0	0	
Meyvesi Yenen S.		1.370	4.190		
Kavun		150	300	2.000	
Karpuz		150	660	4.400	
Hıyar (Sofralık)		150	300	2.000	
Patlıcan		200	400	2.000	
Domates (Sofralık)		250	1.025	4.100	
Domates (Salçalık)		200	1.000	5.000	
Biber (Dolmalık)		20	30	1.500	
Biber (Siv.,Çar.)		150	225	1.500	
Biber (Salçalık)		100	250	2.500	
Soğan-Yumru-Kök		0	0	0	
Diğer Sebzeler		80	92		
Karnabahar		40	52	1.300	
Brokoli		40	40	1.000	
Örtüaltı		7	43		
MEYVE		Bağ	1.000	1.020	
		Üzüm (Sofralık)	200	220	1.100
	Üzüm (Şaraplık)	800	800	1.000	
	Zeytin	7.250	2.681	Kg/Äağaç	
	Zeytin Sofralık	1.950	755	16	
	Zeytin Yağlık	5.300	1.926	18	
	Yumuşak Çekirdek.	60	434	Kg/Äağaç	
	Armut	30	125	40	
	Ayva	0	150	32	
	Elma	30	156	50	
	Muşmula (Döngel)	0	3	20	
	Taş Çekirdekli ler	146	647	Kg/Äağaç	
	Erik	10	78	35	
	İğde	0	16	26	
	Kayısı	50	90	40	
	Zerdali	0	0	0	
	Kiraz	36	136	35	
	Şeftali (Nektarin)	10	0	0	
	Şeftali (Diğer)	40	292	50	
	Vişne	0	35	35	
	Sert Kabuklular	202	275	Kg/Äağaç	
	Ceviz	106	60	40	
	Badem	96	215	25	
	Turuncgiller	0	0	0	
	Üzümsü Meyveler	35	152	Kg/Äağaç	
	Dut	0	34	26	
	İncir	0	98	35	
	Nar	20	2	15	
	Kivi	10	14	25	
	Çilek (Kg./da.)	5	4	800	
İçecek Bitkileri	0	0			
İşlenebilir Arazi		33.500			
Çayır mera arazisi		49.756			
Orman ve fundalık arazi		68.690			
Verleşim alanları ve diğ er		134.764			
TOPLAM		286.710			

Gökçeada'nın hayvansal atık potansiyelini belirlemek için, Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2006 yılı Agro-Waste projesi kapsamında her bir hayvan için belirlenen değerler (büyükbaş hayvan için 9,94 ton/yıl, küçükbaş hayvan için 0,82 ton/yıl, kümes hayvanları için 0,029 ton/yıl) üzerinden hesaplamalar yapılabilir. Bir ton atıktan çıkan biyogaz miktarı büyükbaş hayvan için 33 m³, küçükbaş için 58 m³, kümes hayvanları için 78 m³ olarak kabul edilerek ortaya çıkabilecek hayvansal atık miktarı hesaplanabilir (Altıkat ve elik, 2012:63).

2.6. Dalga Enerjisi

Dalga; rüzgâr, akışkan içerisindeki kütle hareketleri, deniz tabanı hareketleri, güneş ve ayın çekim kuvvetleri, insan faaliyetleri ve farklı özgül kütledeki akışkan hareketleri sonucunda oluşur. Bu etkenlerden en çok rüzgâr dalga oluşturur. Rüzgâr enerjisini su yüzeyine aktararak dalgalar oluşturur. Oluşan dalgalar bu enerjiyi kıyılara taşır (Önöz, 2013:5). Gerek dalga taşınırken gerekse kıyı yüzeyine çarptığında ortaya çıkan enerji dalga enerji sistemleri ile yakalanarak elektrik enerjisine çevrilebilir. Dalga enerji dönüşüm sistemleri kıyı tipi, yakın kıyı tipi ve açık deniz tipi olmak üzere üçe ayrılır. Türkiye kıyılarının 1/5'inden yararlanarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli 18,5 milyar kWh olarak tahmin edilmektedir. Ancak Türkiye'de düzenli ve bilimsel dalga ölçüm istasyonları ve bunların ölçülmüş verileri ya da ölçüm değerlendirme istasyonları bulunmamaktadır (Uygur vd., 2006:9). Türkiye'nin dalga enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan projede, tüm kıyıları temsil edecek şekilde 31 meteoroloji gözlem istasyonunun rüzgâr verileri kullanılmıştır. Bu rüzgâr verileri 1984-1998 yılı sonuna kadar olan 17 yıllık süreyi kapsamaktadır. Bu verilere göre ülkemizde dalga enerjisi açısından gerçek potansiyele sahip bölgemiz batı Karadeniz bölgesi başta olmak üzere kıyı alanlarıdır. Şekil 4'de yapılan ölçümlere göre dalgaların tahmini ortalama enerjileri verilmiştir (Önöz, 2013:37).

Şekil 4. Dalga tahminlerinin yapıldığı bölgelerin yıllık ortalama enerjileri (kWh/m.yıl)



Şekil 4'den görüleceği üzere Gökçeada çevresinde dalga enerjisi tahmini yapılmamıştır. Adanın rüzgâr enerjisi bakımından en yoğun bölgelerden birisi olması düşüncesiyle dalga enerjisi bakımından da potansiyelinin olabileceği düşünülmektedir. Bunun için rüzgâr verileri kullanılarak dalga enerjisi potansiyeli tespit edilebilir.

2.7. Hidrojen enerjisi

Hidrojen enerjisi doğal bir yakıt değildir, birincil enerji kaynaklarından faydalanarak, su, fosil yakıtlar ve biyokütle gibi farklı hammaddelerden üretilen sentetik bir yakıttır (Şeker,2010:41-42). Hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/veya su buharı olmaktadır. Hidrojen petrol yakıtlarına göre %33 daha verimli bir yakıttır. Ancak maliyetinin yüksek olmasından dolayı henüz kullanımı yaygınlaşmamıştır. Günümüzde Dünya'da her yıl yaklaşık 50 milyon ton/500 milyar m³ hidrojen kullanılmaktadır (Enerji,2013).

3. TARTIŐMA VE SONUÇ

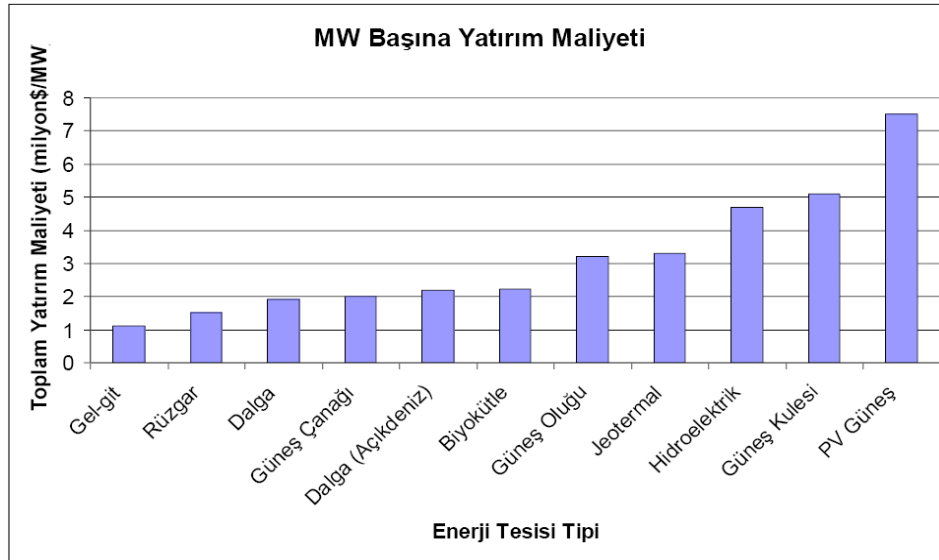
Enerji en basit tanımıyla iř yapabilme yeteneğidir. Elektrik enerjisi, bir enerji türüdür. Elektrik enerjisi yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından üretilir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükeniyor olması, çevreye verdikleri zararın giderek artması ve yeni enerji kaynaklarına yöneliş yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artmasına neden olmuştur.

Her yatırımda olduğu gibi, yenilebilir enerji sistemlerinin kurulmasından önce de ekonomik değerlendirmelerin yapılması gerekir. Öncelikle, planlaması yapılacak bölgenin (kullanılması planlanan enerji tipine göre) güneş işınımı ve rüzgâr hızları gibi verilerinin llmesi gerekir. Mevcut enerji kaynakları potansiyeline göre, kurulacak olan yenilenebilir enerji sisteminin birim enerji maliyetinin, yatırım maliyetinin ve sistemin ömür boyu maliyetinin tespit edilmesi gerekir. Bazı sistemlerin kurulum maliyeti daha pahalı olsa bile, ömür boyu maliyet kıyaslaması yapıldığı zaman daha ucuz olduğu görülebilmektedir. Sistemlerin mr boyu maliyetinin hesaplanabilmesi için Net Őimdiki Maliyet yöntemi kullanılır. Net Őimdiki maliyet yönteminde amaç, gelecekte oluşacak gelir ve giderlerin Őimdiki zamana indirgenmesidir (Yılmaz,2008:4). Tablo 4'de bazı yenilenebilir enerji tesislerinin yatırım, işletim, finansman maliyetleri ve kurulacak tesisin kaplayacağı alan ve istihdam sayıları verilmiştir. Şekil 5'de ise yenilenebilir enerji tesislerinin toplam maliyet değerleri verilmiştir (nz, 2013:36).

Tablo 4. Bazı Yenilenebilir Enerji Tesislerinin Kurulum Ve İşletme Değerleri

Yenielebilir enerji türleri	Sabit yatırım ve Kurulum maliyeti (cent/kWh)	İşletim ve bakım maliyeti	Tesis alanı(yer maliyeti)(km ² /100MW)	Finansman Maliyeti (tesis yapım süresi-yıl)	istihdam temini potansiyeli (Kİşi/MW)
Regülatör	0,677-1,104	0,5-2,0	33	1-3	0,56-0,92
HES	2,5152-4,0243	0,5-2,0	750	5-10	0,56-0,92
RES	2,1452-2,3684	0,0858-0,0947	100	0,5-1	0,25-,42
JES	0,1443-0,1689	0,0028-0,0033	18	1,5-2	0,10-0,33
Biyoyakıt	3000\$/KWh	4-9	3-5		2,5

şekil 5: Yenilenebilir enerji tesislerinin toplam yatırım maliyetleri



Tablo 4 ve şekil 5 incelendiğinde her bir yenilenebilir enerjinin başka bir açıdan diğerine üstünlük sağladığı görülmektedir. Gökçeada için yapılan çalışmalar incelendiğinde, yatırımın geri dönüşü açısından en uygun yenilenebilir enerji türünün rüzgâr olduğu gözlemlenmektedir. Bu alan da da bir çok çalışma mevcuttur. Ancak günümüz itibariyle Gökçeada'da rüzgar türbini bulunmamaktadır. Gökçeada için yenilenebilir enerji potansiyellerine bakıldığında, uygulanabilirliği açısından biyoyakıt enerjisi dikkati çekmektedir. Adada enerji tarlaları yada ormanları oluşturularak biyoyakıt elde edilebilir. Ürün verimliliğine göre kurulacak biyoyakıt enerji santrali enerji üretmesinin yanında istihdamı arttırıcı rol oynayacağından değerlendirilmelidir.

Avrupa Birliği ve UNESCO tarafından evre dostu oluşu nedeniyle desteklenen küçük ve orta ölçekli işletmeler olan nehir tipi hidroelektrik santraller özellikle kırsal kesimde istihdam olanakları yaratması ve o kırsal bölgenin kalkınması üzerine olumlu etkileri olmasından dolayı önemlidir. Günümüz itibariyle Gökçeada'da elektrik üretim amaçlı HES ve Regülatör bulunmamaktadır. Ancak Gökçeada'da 3 adet akarsu bulunmaktadır. Bu akarsular üzerinde regülatör diğer adıyla nehir tipi hidroelektrik santraller kurulması düşünülebilir. Bu tip santraller kırsal kesimde istihdamı artırır ve kırsal kesimin kalkınmasında önemli bir yer tutar.

KAYNAKÇA

- Altıkat, S. ve elik, A.(2012). Iğdir İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli, *Iğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt:2, Sayı:1, 61-66.
- Ataman, A.R. (2007), *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Bölümü.
- akır, M. Tarık. (2010). Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve AB lkeleri içindeki Yeri, *Politeknik Dergisi*, Cilt:13, Sayı:4,287-293.
- elik, S. N. (2012). *Türkiye'nin Enerji'de Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının nemi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ubuku, M. ve olak, M.(2013). Gökçeada'da şebekeden Bağımsız bir Fotovoltaik güç sistemi Benzetimi ve Karşılaştırmalı gerçek Performans İncelemesi, *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt.19, Sayı:5,201-208
- Durdyev, S. (2010). *Rüzgar Enerjisine Uygun Türbin Seçimi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbül: İstanbül Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güzel, B. (2012). *Açık Deniz Rüzgar Enerjisi, Fizibilite Adımları ile Bozcaada ve Gökçeada rnek alışması*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbül: İstanbül Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü.
- Kahraman, C . and Kaya İ. (2010). A Fuzzy multicriteria methodology for selection among energy alternatives, *Expert Systems with Applications*, Vol:37, 6270-6281.
- şahin, . (2010). *Analitik Hiyerarşi Süreci ve Optimum Yenilenebilir Enerji Yatırımı Seçimine Dair Bir Uygulama*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- şeker, V. (2010). *Türkiye'nin Elektrik enerjisi retiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının ANP ile Modellenmesi ve Analizi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- şişbot, S., Turgut, ., Tunç M. ve amdalı, . (2010). Optimal Positioning of Wind Turbines on Gökçeada using Multi-Objective Genetic Algorithm, *Wind Energy*, Vol:13, 297-306.

- Tavman, İ.H. (2011). Gökçeada'nın Elektrik Enerjisi İhtiyacının Rüzgar Enerjisi ile Karşılanması, *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Türkiye 10. Enerji Kongresi*.
- Uygur, İ., Demirci, R., Saruhan, H., Özkan, A. ve Belenli, İ. (2006). Batı Karadeniz Bölgesindeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimler Dergisi*, Cilt:12, Sayı:1, 7-13.
- Yılmaz, U. (2008). *Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Elektrik Üretimi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, U., Demirören, A. ve Zeynelgil, H.L. (2010). Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyelinin Araştırılması, *Politeknik Dergisi*, Cilt: 13, Sayı:3, 215-223
<http://www.gokceadarehberi.com/solinkler/genelbilgiler.htm> (Erişim tarihi: 06.02.2014)
http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369 (Erişim tarihi: 25.02.2014)
http://guby.comu.edu.tr/?page_id=1934 (Erişim tarihi: 20.02.2014)
<http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi25/canakkale.htm#gokceada> (Erişim tarihi: 25.03.2014)
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM)
<http://www.tki.gov.tr/dosyalar/K%C3%B6m%C3%BCrSekt%C3%B6rRaporu2009.pdf>, erişim tarihi: 09.06.2013)
- Prof. Dr. Bihrat Önöz
<http://www.emhk.itu.edu.tr/%5Cimg%5Cemhk%5Cdatafiles/Bihrat%20%C3%96N%C3%96Z%20-%20Dalga%20Enerjisi.pdf> (Erişim Tarihi: 17.03.2014)