Türkiye Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli

Potential of Renewable Energy Sources in Gökçeada Turkey

Asst. Prof. Dr. Ümran Şengül (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)

Assoc. Prof. Dr. Sibel Tan (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)

Asst. Prof. Dr. Şermin Atak (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)

Asst. Prof. Dr. Ahmet Bilal Şengül (Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey)

Abstract

Energy is the ability to do work and life is the source of life. In parallel to the increase of population increase in the production of goods and services are increasingly in demand for energy. Evaluation of all sources of energy that can be produced now it has become very necessary. Widely used in meeting the energy demand of fossil fuels (oil, gas, coal) are limited energy resources and emissions are more harmful emissions. Spread of harmful emissions lessened even the most important problems is that they will end done day. From this perspective, the assessment of renewable energy sources in the world is an important issue. Gökçeada, Turkey is the largest island and the hills and plains lined one after the other, with a rugged structure consists of volcanic mass. Gökçeada consists of 77% mountainous, 12 % hilly and 11% plains and in terms of wind energy, which is the region with the greatest potential in Turkey. However, in terms of Gökçeada development index the least developed regions in the sixth regions, which is located in 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 and capacity were investigated. Based on the data obtained, recommendations are made to invest in the renewable energy sector.

1 Giriş

En basit tanımıyla enerji, iş 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 dönüştürülerek ikincil enerji kaynağı olan “elektrik” üretilir (Şeker,2010). Türkiye 2013 yılı (kesinleşmemiş) ürettiği 239,3 milyar kWh elektriğin %44’ünü doğal gazdan, %25,4’ünü kömürden, %24,7’sini hidroelektrikten, %3,1’ini rüzgardan, %0,5’ini jeotermalden ve %2,1’ini diğer enerji kaynaklarından elde etmiştir (Elektrik mühendisleri Odası,2014).

Fosil yakıtların çevreye verdikleri zararların çok olması ve özellikle bir gün tükenecek olmaları, insanları çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirli bir ömrü yoktur, yani kaynağı herhangi bir maddeye bağlı olmayan enerji kaynaklarıdır ve büyük bir bölümü güneş enerjisinin forum değiştirmesi ile meydana gelmiştir (Durdyev,2010). Dünya’nın hem kendi etrafında hem de güneş etrafında dönmesi nedeniyle farklı yeryüzü olayları oluşur. Bu yeryüzü olaylarından biri rüzgardır. Rüzgardaki enerji rüzgar türbinleri yardımıyla değerlendirilebilir. Güneşin ısıtmasıyla okyanus ve akarsulardan su kütleleri buharlaşır. Bu su buharı, yağmur ya da kara dönüşüp tekrar ırmak ya da dere içlerine ulaştığı zaman, oluşan hidro enerji hidroelektrik santraller tarafından yakalanabilir. Tüm yenilenebilir enerji kaynakları, güneşten kaynaklanmaz. Okyanuslarda oluşan gelgit enerjisi, güneş ve ayın birbirlerini kütleli olarak çekmelerinden kaynaklanır (Yılmaz, 2008).

Genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme 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).

Gökçeada, Marmara Bölgesinde Çanakkale iline bağlı Türkiye’nin en büyük adasıdır. Kıyılarının uzunluğu 92 km, yüzölçümü 279 km²’dir, nüfusu, 2013 yılına sonuçlarına göre 8288’dir, ancak yaz aylarında gelen ziyaretçilerle birlikte bu nüfusun 20.000’e ulaştığı tahmin edilmektedir. Çevresi 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 çevre 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 *Kaynak: (Gökçeada Rehberi,2014)*

Gökçeada'nın elektrik ihtiyacı, TEİAŞ'ın Kum Limanı trafo merkezi'nin Gökçeada fiderinden beslenen, TEDAŞ'ın 31,5 kV'luk orta gerilim hattıyla karşılanmaktadır. Gökçeada'nın kış ve yaz ayları için talep edilen elektrik yük değerleri aşağıda verilmiştir (Şekil 2,3) (Yılmaz,2008).

Şekil 2. Kış ayları için talep edilen elektrik yük değerleri *Kaynak:(Yılmaz,2008)*

Şekil 3. Yaz ayları için talep edilen elektrik yük değerleri *Kaynak:(Yılmaz,2008)*

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 rüzgarlara açık bir konumdadır ve genellikle Poyraz (kuzeydoğudan esen) ile Lodos (güneybatıdan esen) rüzgarları 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 türbinlerini kurmak için fizibilite çalışması yapmıştır. Çalışma sonucunda Bozcaada'nın Gökçeada'ya göre açık deniz rüzgar enerji türbinlerini yerleştirmede daha uygun bir bölge olduğunu tespit etmiştir. Yılmaz vd. (2010), Gökçeada'nın elektrik enerji talebini güneş ve rüzgar enerji sistemlerine maliyet analizi yaparak karşılaştırmışlardır. Çalışma

sonucunda, Gökçeada için rüzgar enerji sistemlerinin güneş enerji sistemlerine göre daha avantajlı olduğunu bulmuşlardır. Tavman (2011), Gökçeada'nın elektrik enerjisi ihtiyacının rüzgar enerjisi ile teminini incelemiştir. Bunun için bir firmanın rüzgar türbinlerini 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. Çubukçu ve Çolak (2013), Gökçeada'da yerleşik ve şebekeden bağımsız 2kW anma gücündeki bir fotovoltaiik güç sisteminin benzetim ve uygulamalı başarımlar analizini yapmışlardır.

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

2 Yenilenebilir Enerji Çeşitleri ve Gökçeada'da Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

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 işletmeler olan nehir tipi hidroelektrik santraller özellikle kırsal kesimde istihdam olanakları yaratır ve o kırsal bölgenin kalkınması üzerine olumlu etkileri vardır (Şahin,2010). 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 çayı 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 itibarıyla 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 adanın istihdamının artmasında ve kalkınmasında önemli bir yer tutabilir.

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). Jeotermal enerji, bu jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı kapsamaktadır. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, çevre dostu, yerli ve yeşil bir enerji türüdür (Şahin,2010). Literatür taraması ve günümüzde jeotermal kaynak çalışmalarına bakıldığında Gökçeada'da jeotermal kaynak olduğuna dair bir bilgiye ulaşılamamıştır.

2.3 Rüzgar Enerjisi

Rüzgar; 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). Rüzgâr enerjisi, hava kütlelerinin farklı ısı alanları ile karşılaşmasından oluşur. Rüzgâr türbinleri bu rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Rüzgâr enerjisi; çevreye zararlı gaz emisyonu yaymadığından, dışa bağımlılığı azalttığından, yerli ve her zaman kullanılabilen enerji türü olduğundan tercih edilmektedir. Ancak rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması, yatırım ve bağlantı maliyetlerinin yüksek olması v.b. etkenler ise dezavantajlarıdır.

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

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

Gökçeada, Türkiye'nin rüzgar enerjisi bakımından en fazla potansiyele sahip olduğu tespit edilen bölgelerindendir. Adanın Aydıncık bölgesi rüzgar türbinleri için en uygun alan olup rüzgar türbinlerinin oluşturduğu dezavantajların görülmeyeceği bir alandır. Aydıncık mevki, iskan alanından uzakta, herhangi bir faaliyet için kullanılmayan yarımada şeklindeki bir alandır. Rüzgarlara 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 Rüzgar 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).

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

Tablo 1. Gökçeada-Aydıncık ortalama rüzgar hızları (1994-2002 yılları arası, m/s) **Kaynak:**(Yılmaz,2008)

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.

Rüzgar enerjisinin hızla gelişmekte ve artmakta olan bir kolu da Açık Deniz (Offshore) rüzgar enerjisidir. İlk açık deniz rüzgar türbinleri 1991'de denenmiştir. Su kütlelerinin üzerinde rüzgardan elde edilecek enerjinin çok daha fazla olması ve bu potansiyelden yararlanılabilecek alanların enerji ihtiyacını katlarınca karşılayacak kadar geniş olmasından dolayı açık deniz rüzgar 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). Ancak yine de açık deniz rüzgar 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). Güneş enerjisinden iki yöntemle elektrik üretilebilir. İlkinde; yarı iletken silikon atomlarının (Fotovoltaik piller-Güneş pilleri) son yörüngelerindeki kararsız atomlar, güneş enerjisi ile kopararak elektrik üretilmesidir. İkincisinde ise, güneş enerjisinden doğrudan su ısıtılarak, kaynatılıp, buhar türbini ve jeneratörleri yardımıyla elektrik üretilir (Şeker,2010). 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 ışıını 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 ışıınının 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).

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). Gökçeada'nın aylık ortalama güneş ışıını değeri, Tablo 2'de gösterilmiştir (Yılmaz,2008).

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(Çubukçu vd.,2013).

	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

Tablo 2. Ortalama Güneş Işınımı Verileri Kaynak: (Yılmaz, 2008)

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 (Çelik, 2012). Biyoyakıtlar; biyodizel, biyoetanol, biyogaz ve biyokütle olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bitkiler büyürken, fotosentez sırasında atmosferden aldıkları karbondioksitin (CO₂) karbonunu bünyelerinde biriktirip biokütleyi oluştururken oksijeni dışarıya vermektedirler. Bu bitkiler yakıldığında ise CO₂ 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 şehirselle ve endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir (Durdyev, 2010).

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 enerjisi de üretilmektedir. Geliştirilen bu yöntemler; doğrudan yakma, gazlaştırma, havasız (Anaerobik) çürütme, fermentasyon ve Piroliz’dir (Çelik, 2012). Bu yöntemlerden havasız çürütmede biyogaz elde edilir. Biyogazın bileşiminde, % 60-70 metan (CH₄), % 30-40 karbondioksit (CO₂), % 0- 2 hidrojen sülfür (H₂S) ile çok az miktarda azot (N₂) ve hidrojen (H₂) 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 (Durdyev, 2010).

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. Gökçeada’nın orman ve fundalık arazisi 68.690 da. dır. Bu alanlar biyokütle enerjisi için değerlendirilebilir (enerji ormanları). Ayrıca adanın tüm atıkları da biyoyakıt enerjisi üretmek için kullanılabilir. Ancak şu an adada atıklar düzensiz (vahşi) depolanmaktadır. Çöpten biyogaz yoluyla (Metan) elektrik üretimi için adanın ilk olarak düzenli depolama sahasına ihtiyacı vardır.

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 Çelik, 2012).

	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
	Yumrulu 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
	Yaprağı Yenen S.	90	38	
	İspanak	90	38	422
	Meyvesi Yenen S.	1.370	4.190	
SEBZE	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
	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 (Şarahlık)	800	800	1.000
	Zeytin	7.250	2.681	Kg/Ağaç
	Zeytin Sofralık	1.950	755	16
	Zeytin Yağlık	5.300	1.926	18
	Yumuşak Çekirdek.	60	434	Kg/Ağaç
	Armut	30	125	40
	Ayva	0	150	32
	Elma	30	156	50
	Muşmula (Döngel)	0	3	20
	Taş Çekirdekli	146	647	Kg/Ağaç
	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/Ağaç
	Ceviz	106	60	40
	Badem	96	215	25
	Turuncgiller	0	0	0
	Üzümsü Meyveler	35	152	Kg/Ağaç
	Dut	0	34	26
	İncir	0	98	35
	Nar	20	2	15
	Kivi	10	14	25
	Çilek (Kg./da.)	5	4	800
	İşlenebilir Arazi	33.500		
	Çayır mera arazisi	49.756		
	Orman ve fundalık arazi	68.690		
	Yerleşim alanları ve diğer	134.764		
	TOPLAM	286.710		

Tablo 3. Gökçeada'da ekimi yapılan ürünler **Kaynak:** Tarım Köyişleri Bakanlığı,2014

2.6 Dalga Enerjisi

Dalga; rüzgar, 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 rüzgar dalga oluşturur. Rüzgar enerjisini su yüzeyine aktararak dalgalar oluşturur. Oluşan dalgalar bu enerjiyi kıyılara taşır (Önöz, 2013). 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). Türkiye'nin dalga enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla yapılan projede, tüm kıyıları temsil edecek şekilde 31 meteoroloji gözlem istasyonunun rüzgar verileri kullanılmıştır. Bu rüzgar 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).

Şekil 4. Dalga tahminlerinin yapıldığı bölgelerin yıllık ortalama enerjileri (kWh/m.yıl) **Kaynak:** (Önöz,2013)

Şekil 4'den görüleceği üzere Gökçeada çevresinde dalga enerjisi tahmini yapılmamıştır. Adanın rüzgar enerjisi bakımından en yoğun bölgelerden birisi olması düşüncesiyle dalga enerjisi bakımından da potansiyelinin olabileceği düşünülmektedir. Bunun için rüzgar 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). 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 Sonuç ve Öneriler

Enerji en basit tanımıyla iş yapabilme yeteneğidir. Elektrik enerjisi enerjinin bir türüdür. Elektrik enerjisi yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından üretilir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükeniyor olması, çevreye verdikleri zararın giderek artması ve yeni enerji kaynaklarına yönelik 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 ışınımı ve rüzgar hızları gibi verilerinin ölçülmesi 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 ömür boyu maliyetinin hesaplanabilmesi için Net Şimdiki Maliyet yöntemi kullanılır. Net şimdiki maliyet yönteminde amaç, gelecekte oluşacak gelir ve giderlerin şimdiki zamana indirgenmesidir(Yılmaz,2008). 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(Önöz, 2013).

Yenilenebilir enerji türleri	Sabit yatırım ve Kurulum maliyeti (cent/kWh)	İşletim ve bakım maliyeti	Tesis alanı (yer maliyeti) (km ² /1000MW)	Finansman Maliyeti (tesis yapım süresi-yıl)	İstihdam temini potansiyeli (Kişi/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	1500-3000\$/KW	4-9		3-5	2,5

Tablo 4. Bazı yenilenebilir enerji tesislerinin kurulum ve işletme değerleri

Şekil 5. Yenilenebilir enerji tesislerinin toplam yatırım maliyetleri **Kaynak:** (Önöz, 2013)

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 rüzgar olduğu gözlemlenmektedir. Bu alanda da birçok 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 ya da ormanları oluşturularak biyoyakıt elde edilebilir. Ürün verimliliğine göre kurulacak biyoyakıt enerji santrali enerji üretmesinin yanında istihdamı artırıcı rol oynayacağından değerlendirilmelidir.

Avrupa Birliği ve UNESCO tarafından çevre 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., Çelik A., 2012. Iğdır İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1), 61-66.
- Çakır M. Tarık, (2010), “Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve AB Ülkeleri içindeki Yeri”, Politeknik Dergisi, 13(4), s. 287-293.
- Çelik S. N., 2012. Türkiye’nin Enerji’de Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çubukçu M., Çolak M., 2013. Gökçeada’da Şebekeden Bağımsız bir Fotovoltaik güç sistemi Benzetimi ve Karşılaştırmalı gerçek Performans İncelemesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(5), 201-208
- Durdyev S., 2010. Rüzgar Enerjisinde Uygun Türbin Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Güzel B., 2012. Açık Deniz Rüzgar Enerjisi, Fizibilite Adımları ile Bozcaada ve Gökçeada Örnek Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü.
- Kahraman, C ., Kaya İ., 2010. “A Fuzzy multicriteria methodology for selection among energy alternatives”, Expert Systems with Applications, 37,s. 6270-6281.
- Şahin Ö., 2010. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Optimum Yenilenebilir Enerji Yatırımı Seçimine Dair bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Şeker, V., 2010. Türkiye’nin Elektrik enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının ANP ile Modellenmesi ve Analizi, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şişbot S., Turgut Ö., Tunç M., Çamdalı Ü., (2010). Optimal positioning of wind turbines on Gökçeada using multi-objective genetic algorithm, Wind Energy, 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., Belenli İ.,2006. Batı Karadeniz Bölgesindeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimler Dergisi, 12(1), 7-13.
- Yılmaz U., 2008. Gökçeada’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Elektrik Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz U., Demirören A., Zeynelgil H.L., 2010. Gökçeada’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyelinin Araştırılması, Politeknik Dergisi, 13(3), pp.215-223
- <http://www.gokceadarehberi.com/sollinkler/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://www2.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)