



ÇERKEZKÖY

TİCARET VE SANAYİ ODASI

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI RAPORU

Hazırlayan
Mert YÜKSEK
Proje Uzmanı

2019

İÇİNDEKİLER

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	3
1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Nelerdir.....	3
1.2. Güneş Enerjisi	4
1.2.1. Güneş Enerjisinin Tanımı	5
1.2.2. Avantajları ve Dezavantajları	6
1.3. Rüzgar Enerjisi	7
1.3.1. Rüzgar Enerjisinin Tanımı	7
1.3.2. Avantaj ve Dezavantajları	8
1.4. Jeotermal Enerji	9
1.4.1. Jeotermal Enerjinin Tanımı	9
1.4.2. Avantaj ve Dezavantajları.....	10
1.5. Biokütle Enerjisi	11
1.5.1 Biokütle Enerjisi Tanımı	11
1.5.2 Avantaj ve Dezavantajları	12
1.6. Hidroelektrik Enerjisi.....	13
1.6.1. Hidroelektrik Enerjisi Tanımı.....	13
1.6.2. Avantaj ve Dezavantajları	14
1.7. Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji.....	15
1.7.1. Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji Tanımı.....	15
1.7.2. Avantaj ve Dezavantajları	16
1.8. Hidrojen Enerjisi	17
1.8.1. Hidrojen Enerjisi Tanımı.....	17
1.8.2. Avantaj ve Dezavantajları	18
1.9. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantaj ve Dezavantajları.....	19
2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ.....	19
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelişin Nedenleri.....	19
2.2. Enerji Arzının Güvenliği Ve Sürekliliği.....	20
2.3. Sosyal Ve Ekonomik Nedenler.....	20
2.4. Çevresel Nedenler.....	21
2.4.1. Enerji-Çevre İlişkisi.....	21
2.4.2. Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri.....	22
2.4.2.1. Enerjinin Çevre Sağlığına Etkileri.....	22
2.4.2.1.1. Sera Etkisi ve Küresel Isınma.....	22
2.4.2.1.2. İklim Değişikliği.....	22
2.4.2.1.3. Diğer Çevresel Etkiler.....	22
2.4.2.2. Enerjinin İnsan Sağlığına Etkileri.....	23
2.5. Sürdürülebilir Kalkınma Ve Enerji.....	23
2.6. Avrupa Birliğinde Yenilenebilir Enerjiye Bakış.....	24
2.6.1. AB’de Yenilenebilir Enerji Politikası.....	24
3.Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Sanayi Sektöründe Kullanımı Konusunda Uygulanacak Bilim ve Teknoloji Politikalarının Geliştirilmesi.....	25
KAYNAKÇA	28

1.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Günümüzde fosil yakıtların neden olduğu dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri, sınırlı fosil yakıt rezervleri gibi sorunlara ek olarak çevre bilincinin artması ile öne çıkan çevre sorunları, bu yakıtların ekolojik ve çevresel olarak temiz ve sürdürülebilir olmadığı ortaya çıkmıştır. Fosil yakıtlar yoluyla enerji üretiminin neden olduğu yerel, ulusal ve küresel çevre sorunları bunların yok edilmesi amacıyla alınacak önlemlerin maliyetlerinin çok yüksek olması, enerjide son kullanım verimliliği ile temiz ve yenilenebilir enerji üretimi arayışlarını gündeme getirmiştir. Bu arayışın sonucu, temel kaynağı güneş olan yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüz insanınca yeniden keşfi olmuştur. Gerçekte, dünya üzerindeki yenilenebilir enerji miktarı güneş ışınımındaki enerjiye eşittir.

1.1 YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI NEDİR ?

Yaşamımızı sürdürürken hayatımızı kolaylaştıran, günlük yaşantımızda kullandığımız cihazlar sürekli bir enerjiye ihtiyaç duyarlar. Gerekli olan bu enerjinin elde edilmesi için çeşitli kaynaklar kullanılmaktadır. İhtiyaç duyduğumuz bu enerji kaynaklarının çeşitlerinin neler olduğuna bir bakalım: Enerji çevrim biçimlerine göre enerji kaynakları aşağıdaki şekilde ayrılabilir:

➤ Dünyadaki kaynaklarının tükenip tükenmediğine göre,

- Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

- a) Kömür
- b) Petrol
- c) Doğal gaz
- Çekirdeksel füzyon (Nükleer)

- Yenilenebilir Enerji Kaynakları

- Güneş
- Rüzgar
- Biokütle
- Hidroelektrik
- Jeotermal
- Hidrojen
- Dalga, akıntı ve gelgit

➤ Ekosisteme verdikleri zarara göre,

- Kirli Enerji Kaynakları

- Kömür
- Petrol
- Doğal gaz
- Çekirdeksel füzyon
- Büyük barajlı su gücü
- Temiz Enerji Kaynakları

- Güneş
- Rüzgar
- Biokütle
- Hidroelektrik

- Jeotermal
- Hidrojen
- Dalga, akıntı ve gelgit
- Barajsız su gücü

Yenilenebilir enerji kaynakları nedir, hangi kaynaklar yenilenebilir enerji kaynağı olarak adlandırılır? sorularının cevabını vermek için bazı tanımlara göz atmamız gerekecektir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim sürecine (prosesine) ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmayan, elektrik enerjisi üretilirken CO2 emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı ve etkisi geleneksel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git, hidrojen gibi enerji kaynaklarını ifade eder. Kısaca, yenilenebilir enerji, doğada var olan ve sürekli kendini yenileyen enerji kaynağı demektir. Hidroelektrik enerji, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal enerji, biokütle enerjisi, gel -git enerjisi gibi kaynaklar yenilenebilir ve bunları kullanmakla eksilmeyen enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da yenilenebilir enerji kaynakları tanımlanırken, kanunun "Tanımlar ve kısaltmalar" başlıklı üçüncü maddesinin birinci fıkrasının (8) numaralı bendinde, "Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK): Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını,"; yine üçüncü maddenin birinci fıkrasının (11) numaralı bendinde, "Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynakları: Rüzgar, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git ile kanal ya da nehir tipi ya da rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynaklarını, ... ifade eder." biçiminde; 4 Ekim 2005 tarihli ve 25956 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik" in "Tanımlar" başlıklı dördüncü maddesinde, "Yenilenebilir enerji kaynakları: Hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını, ... İfade eder" biçiminde tanımlanmıştır.

1.2 GÜNEŞ ENERJİSİ

1.2.1 TANIMI

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı, fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve dünyamızı ısıtan "güneş enerjisidir. Güneşin enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışıınım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş daha milyonlarca yıl ışımasını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız olarak temel oluşturmaktadır. Güneş ışınları ile dünyaya 170 milyar MW güçte enerji gelmektedir. Bu değer, dünyada insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15-16 bin katıdır. Günümüzde dünyaya ulaşan güneş enerjisinin değerlendirilmesinde iki yol izlenmektedir: ısıya dönüştürme ve elektrik enerjisine çevirme. Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürmede "toplaçlar"; doğrudan elektriğe dönüştürmede de "güneş hücreleri-güneş pilleri" kullanılmaktadır.

Günümüzün teknolojik ve ekonomik koşullarında güneş enerjisinin özellikle ısı kullanımı önem kazanmıştır. Dünyanın küresel olarak pek kullanmadığı, ancak geleceğin en çok kullanılabilecek enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elektrik üretimi, doğrudan dönüşüm ve dolaylı dönüşüm olmak üzere iki ayrı yöntem ile gerçekleştirilir. Bu enerji ile ısıtmadan soğutmaya çok farklı ısı etkisinin kullanıldığı uygulamaların yanı sıra değişik teknolojiler ile elektrik enerjisi üretimi de gerçekleştirilmektedir.

Fotovoltaik hücreler (PV hücreler-güneş hücreleri) gürültüsüz, çevreyi kirletmeden, herhangi bir hareket eden mekanizmaya gereksinim duymadan güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir.

İnsanlık tarihinin başlangıcından bugüne kadar güneş enerjisinin önemini fark etmiş ve bir şekilde güneş enerjisinden yararlanma yoluna gitmiştir. Örneğin, tarım ürünlerinin ve etin kurutulmasında veya kışlık besin kaynağı olacak yiyeceklerin üretilip kurutulmasında güneş enerjisi kullanılmıştır.

Güneşten teknik olarak yararlanma ısı enerjisine dönüştürme şeklinde olmuştur. Bu yönüyle güneş-ısı dönüştürmeleri güneş enerjisinin teknik kullanımının en eski yoludur ve bugün de önemini korumaktadır.

Bugün için güneş enerjisinin kullanılmasının artırılması ile fosil yakıtların ölçülü kullanımına ve giderek azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Güneş kullanıldığı üç temel alan karşımıza çıkmaktadır.

Bunlar:

- Yapıların ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanılması,
- Güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülerek kullanılması ve güneş kaynaklı elektrik santrallerinin geliştirilmesi, (çok geniş bir alana yayılmış içbükey yüzeylerle bir noktaya odaklanmış güneş ışığından elde edilen çok büyük ısıyı kullanan termik düzeneklerin ısıttığı akışkan buhar ile dönen jeneratörlerle ya da güneş pillerinin kullanılması yoluyla güneş ışığından doğrudan doğruya – Fotovoltaik hücrelerle elektrik elde edilir.
- Geleceğin yakıtı olan hidrojenin elektroliz yöntemi ile güneş enerjisinden hidrojen gazının sudan elde edilmesi ve elektrik üretilmesinde kullanılması.

Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmek için Fotovoltaik sistemler (güneş pili sistemi) kullanılır. Bu sistemlerde güneş izleme düzeni ve elektronik güç dönüştürücüleri kullanılarak her an mümkün olan en yüksek güneş enerjisinden yararlanılır. Güneş enerjisinin kullanıldığı güneş elektrik santralleri; güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş hücreleri (solar cells) giderek yaygın kazanmaktadır.

Başlangıçta kol saatleri, hesap makineleri gibi küçük ölçeklerde kullanılan güneş hücreleri, giderek daha geniş kullanım alanlarına yayılmışlardır. İlk büyük ölçekli kullanım alanı olan uzay çalışmalarında, uzay araçlarına enerji sağlamada güneş gözeleri en önemli gereç olmuştur. Kullanımın yaygınlaşması ile fiyatlar da düşmüştür. Günümüzde bu gözelerle çalışan otomobiller, güneş uçağı, elektrik santralleri vs. mevcuttur.

Fotovoltaik güç sistemleri diğer elektrik enerjisi üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında günümüzde çok pahalı olarak görünseler de, yakın gelecekte güç üretimine önemli katkısı olabilecek sistemler olarak değerlendirilmekte ve konu üzerinde tüm dünyada yoğun araştırma ve çalışmalar sürdürülmektedir.



Güneş Panelleri



Güneş Panelleri

Güneş enerjisinin günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası olması nedeniyle verimli olarak kullanılabilmesi amacına yönelik Ar-Ge (araştırma-geliştirme) çalışmaları her geçen gün artmakta ve bu enerji kaynağının yaygın olarak kullanılabilmesi çalışmalara devam edilmektedir.

1.2.2 Avantaj ve Dezavantları

- Güneş enerjisi temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağıdır.
- Güneş enerjisi ile çalışan sistemler kolaylıkla taşınıp kurulabilir.
- Çevreyi kirlетici atıkları olmayan, çevre dostu, gerektiğinde enerji ihtiyacına bağlı olarak kolayca değiştirilebilen sistemlerdir.
- Güneş enerjisinin, yakıt sorununun olmaması, işletme kolaylığı, mekanik yıpranma olmaması, modüler (değişebilir) olması, uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması gibi üstünlükleri vardır.
- Güneş pili, dayanıklı, güvenilir ve uzun ömürlüdür.

- Elektrik şebeke hattı bulunmayan ya da şebeke hattının götürülmesinin pahalı olduğu kırsal yörelerde güneş pillerinin kullanımı daha ekonomik olabilmektedir.
- Her ev, kendi enerjisini çatısına kurduğu güneş pilleri ile karşılayabilir. Böylece iletim ve enerjiyi taşıma maliyetleri ve kayıpları ortadan kalkar.
- Güneş enerjisinin bütün bu avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları mevcuttur.

Bunlar;

- Güneş Pillerinin verimleri düşüktür (%15 civarı),
 - Fotovoltaik pillerin üretim kaynaklı başlangıç ve tüketim maliyeti yüksektir, ancak teknolojik gelişmeler ile enerji giderek yaygınlaşmakta ve maliyette düşmektedir.
 - Kullanımın yaygınlaşması ile maliyetlerin daha da azalacağı beklenmektedir.
 - Kesintili bir kaynak olan güneş enerjisinin depolanma imkânları sınırlıdır. Depolama ünitelerinin bakımı ve ömürleri gibi dezavantajlar sistemin verimini düşürmekte ve enerjinin maliyetini artırmaktadır.
- Yukarıda değindiğimiz olumsuzluklar, güneşten, suyun elektrolizi yoluyla hidrojen gazı üretimi biçiminde yararlanma yoluna gidilmektedir.

1.3 RÜZGÂR ENERJİSİ

1.3.1 Tanımı

Rüzgâr, güneşin doğuşundan batışına kadar yeryüzündeki farklı yüzeylerin, farklı hızlarda ısınıp soğumasıyla oluşmaktadır. Hareket halindeki havanın kinetik enerjisine ise rüzgâr enerjisi denmektedir. Rüzgâr, atmosferdeki havanın dünya yüzeyine yakın, doğal yatay hareketleridir.

Hava hareketlerinin temel prensibi, mevcut atmosfer basıncının bölgeler arasında değişmesidir. Rüzgâr, alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır, daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar büyük olursa, hava akım hızı o kadar fazla olur.

Rüzgârdan elektrik enerjisi yüksek kulelerin üzerine monte edilen rüzgâr türbinleri yardımıyla üretilmektedir. Gelen hava türbinleri döndürmekte, türbin kanatlarının bağlı olduğu mil de jeneratörü çalıştırmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi kablolar ile rüzgâr türbini kulesindeki enerji panosuna alınır. Rüzgâr türbinleri gelen rüzgârın yönüne göre konum alabilmekte ve mekanik veya güç elektroniği devreleri ile otomatik olarak kontrol edilmektedir. Kanatlar kendi ekseninde hareket edebilmekte ve yüksek hızlardaki rüzgârlarda oluşabilecek zararları önlemek için frenleme yapılabilmektedir. Rüzgâr enerji santrallerinden en yüksek verimi elde edebilmek için rüzgâr hızının yıllık olarak belirli bir ortalamanın üstünde ve sürekli olduğu alanlarda türbinlerin kurulması gerekmektedir.

Elektriğin temiz ve yenilenebilir kaynağı olan rüzgâr enerjisi, dünyada elektrik enerjisine en kolay ve çabuk dönüştürülebilen bir enerjidir. Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisine dönüşüm, yenilenebilir enerji teknolojilerinin en hızlı ilerleme kaydedilen alanıdır. Rüzgâr enerjisi, tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı bulunmayan bir enerji kaynağıdır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) göre, dünya rüzgâr enerji potansiyeli 53 000 TWh/yıl (bu ise dünyanın 2020 yılında gereksinim duyacağı elektriğin iki katından çoktur.) olarak hesaplanmıştır.



Rüzgâr Enerjisi Santrali

Rüzgâr enerjisinden yararlanma fikri insanlı tarihinde çok eskilere dayanmaktadır; Su ve rüzgâr değirmenleri dünyanın ilk endüstrilerine güç sağlamıştır. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi ilk kez 1891 yılında Danimarka’da gerçekleştirilmiştir. 1990’dan Son yirmi yıldan beri dünyada en hızlı gelişen yenilenebilir enerji kaynağı rüzgâr enerjisidir. Bu gelişmenin altında yatan en önemli etkenlerden biriside verimlerinin yüksek (% 59 civarı) olmasında yatmaktadır.

Günümüzde, yeni teknoloji ve yeni malzemeler yanında kontrol teknolojisindeki gelişmelerle birlikte, rüzgâr türbinleri insanların aydınlatma, ısıtma, soğutma ve diğer ev aletleri için gerek duyduğu en temiz elektrik enerjisini üretmek için kullanılmaktadır. Halen dünyada üzerinde gittikçe artan rüzgâr türbini ile elektrik enerjisi üretilmektedir. Bunların rüzgâr çiftlikleri şeklinde daha yüksek bir kapasitede elektrik üreten rüzgâr türbin grupları olarak çalışmaktadır.

Ayrıca denizlerde daha kesintisiz ve daha güçlü rüzgâr olması nedeniyle deniz üstü rüzgâr santralleri kurulmaya başlanmıştır.

Rüzgâr elektrik sistemleri şebekeden bağımsız kurulabildiği gibi şebekeye bağlı olarak da kurulabilir. Şebekeden bağımsız güçlü sistemlerde yedek enerji kaynağı da kullanılmaktadır. Şebekeye bağlı rüzgâr santralleri genellikle birden çok türbin içeren rüzgâr çiftlikleri biçiminde kurulmaktadır. Bu santrallerin genelde elektrik iletim hatlarına yakın yörelerde kurulması ve yöredeki trafo kapasitesinin santrale uygun olması gerekmektedir.

Halen yıllık ortalama rüzgâr hızı 5 m/s ve üzerindeki rüzgâr, enerji üretimi için önemli potansiyel sayılmaktadır. Son zamanlarda türbin üretimindeki teknolojik gelişmelerle birlikte bu durum 3 m/s ye kadar düşmüştür. Rüzgâr kurulumu yapılacak bölgenin uygunluğu en az bir iki yıllık ölçümler neticesinde yapılan çok yönlü çalışmalarla belirlenmektedir. Rüzgâr enerjisinin ucuz ve temiz bir yenilenebilir enerji kaynağı olması nedeniyle yakaladığı bu gelişim hızı, konuyla ilgili Ar-Ge çalışmalarının artmasını ve teknolojik gelişimi beraberinde getirmiştir. Teknoloji geliştikçe ve iyileştikçe piyasa büyümekte, böylece rüzgâr santrallerinin maliyetleri de azalmaktadır.

1.3.2. Avantaj ve Dezavantajları

Rüzgâr santralının üretim hayatı boyunca yakıt maliyeti yoktur ve işletme maliyetleri yok denecek kadar azdır. Yerli bir kaynak olması nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Rüzgâr türbinleri modüler (parçalı-değişebilir) olup herhangi bir büyüklükte imal edilebilmekte ve tek olarak ya da gruplar halinde kullanılabilir. Rüzgâr, kirlilik yaratmayan ve çevreye yok denecek kadar az zarar veren yenilenebilir enerji kaynağıdır. Enerjinin evsel kullanımlarında iyi bir alternatif enerji kaynağıdır.

Rüzgâr tarlalarının geniş alan istemesi sorun gibi görülebilmektedir. Ancak, rüzgâr santralinde türbinlerin kapladığı gerçek alan santral toplam alanının %1-1,2'si kadardır. Türbinlerin aralarında tarım ve hayvancılık yapılabilirdiğinden arazi kaybı olmamaktadır. Tarım alanlarında çiftçilik faaliyetlerine engel olmamaktadır.

Rüzgâr enerjisinde üretimde kullanılan doğaya hiçbir zararı olmayan rüzgâr türbinleri hem fazla alan kaplamamakta, hem de kuruldukları alanda yaşayan insanlar için iş alanı yaratmaktadır. Diğer bir önemli özelliği de Rüzgâr türbinleri denizde de kurulabilir. Rüzgâr çiftlikleri kolayca sökülebilmekte ve bulundukları arazi kolayca eski haline getirilebilmektedir.

Rüzgâr santrallerinin görsel ve estetik kirliliği, gürültü yapması, kuş ölümlerine neden olması, kuşların göç yollarını değiştirmelerine neden olması, gerek radyo ve gerekse televizyon alıcılarında parazitler oluşturması (2-3 km'lik alan içinde) gibi olumsuz çevre etkilerinden söz edilebilmektedir.

Rüzgâr türbinlerinden yayılan gürültüler yakın noktalarda insan kulağını az da etkiler bu gürültülerden biri aerodinamik ya da geniş bant gürültüsü olup, bu gürültü makinenin kanatları üzerinden hava geçerken oluşur diğeri ise tonal ya da tek frekans gürültüsüdür; dişli kutusu ve jeneratör gibi dönen mekanik ve elektriksel elemanlar tarafından oluşturulur.

Ayrıca rüzgâr santralleri kırsal alanlara kurulduğundan arkeolojik açıdan önemli alanlara zarar verme riski taşımaktadır. Bu nedenle, santralin yapılacağı arazi üzerinde ayrıntılı arkeolojik araştırma yapılması gerektiğinden inşaat başlama süresi uzamakta ya da hiç yapılamamaktadır.

1.4. Jeotermal Enerji

1.4.1. Tanımı

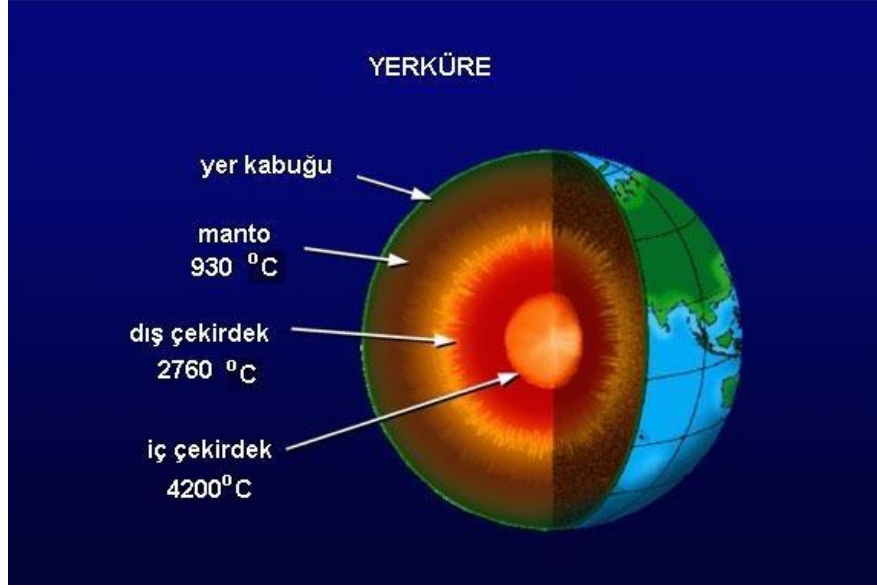
Jeotermal kelimesi Yunanca geo (yeryüzü) ve therme (ısı) kelimelerinden gelmekte olup yer ısısı ya da yeryüzü ısısı anlamına gelmektedir. Yaklaşık 4 milyar yıl önce yüksek sıcaklıkta bir araya gelmiş toz ve gazlardan kaynaklanan yeryüzünün iç ısısı, bütün yeryüzü kayalar içerisinde bulunan radyoaktif elementlerin bozulması sonucunda sürekli olarak yenilenmektedir. Jeotermal kaynak; jeolojik yapıya bağlı olarak yer kabuğu ısının etkisiyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen doğal olarak çıkan ya da çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek yer kabuğu ya da kızgın kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerleri, ifade eder. Yani jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerindeki sıcak kaya ve akışkanların ısının zayıf katmanları geçerek yeryüzüne ulaşmasıyla elde edilen enerjidir.

Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından yeraltındaki hazneler sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle pratikte, beslenmenin üzerinde kullanım olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir. Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltındaki gözenekli ve çatlaklı kayaç kütlelerini besleyerek oluşturdıkları jeotermal rezervuarlar, jeolojik koşulların devam ettiği, reenjeksiyon işleminin yapıldığı ve beslenme-üretim değerlerine uyulduğu takdirde yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerini korurlar. Diğer bir anlatımla, yeraltına inen yağmur suları ya da diğer su kaynakları uygun yerlerdeki sıcak kaya ve magma

tabakasına yakın yerlerden geçerken ısınarak tekrar yeryüzüne çıkar. Bu döngü jeotermal enerjiyi yenilenebilir yapar.

20. yüzyıl başına kadar sağlık ve yiyecekleri pişirme amacı ile yararlanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları (Jeotermal enerjiyi, eski Romalılar doğal sıcak su olarak termal banyolarda ısıtma ve sağlıkta kullanmışlardır.) gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Bunların başında elektrik üretimi, ısıtmacılık ve endüstrideki çeşitli kullanımlar gelmektedir.

Doğal yeraltı ısı kaynaklarından gelen enerjinin kullanımı hızla artmaktadır. Sıcaklığın uygun olduğu şartlarda jeotermal enerjiden elektrik üretilmektedir.



Su ve buharın çözdüğü minerallerden geçen iyon ve gazların çevre kirliliğine neden olmaması için bu sular ısı değiştiriciden geçirilir ve içerdikleri kükürtdioksit, hidrojen sülfür, karbondioksit ve azotoksitleri ise enerjisinden yararlanılan artık su ile tekrar yeraltına gönderilir (Reenjeksiyon). Jeotermal enerjinin üretimi sırasında çıkan su tekrar yeraltına pompalanırsa (Reenjeksiyon) yerüstü

sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar nedeniyle kirli kabul edilen hali ortadan kalkar; temiz ve yenilenebilir hale gelir. Böylece çevreye karşı olumsuz etkisi de önlenir.

Jeotermal enerji; kaynak suyunun sıcaklığına göre elektrik üretimi, ısıtma (bölgesel, konut, sera vb.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, bitki ve kültür balıkçılığı, tarım, seracılık, karların eritilmesi, termal turizm vb.de kullanılmaktadır. Dünyada jeotermal enerji kapasitesinin çok azından yararlanılmaktadır. Dünyada jeotermal enerji ile ısınan konutlara her yıl yenileri eklenmektedir.

1.4.2. Avantaj ve Dezavantajları

Jeotermal kaynağın verimi çok yüksektir ve doğrudan elde edilebildiği için maliyeti düşük, iyi, yenilenebilir, kesintisiz, çevreyle dost, yerli bir güç kaynağıdır. Jeotermal enerjiden elde edilen birim gücün maliyeti, hidroelektrik dışında termik ve diğer santrallerden elde edilene göre çok daha ucuzdur. Termik santrallere göre çok daha az çevre sorununa yol açmaktadır. Reenjeksiyon (geri basım) uygulamalarının giderek gelişmesiyle çevre sorunu hemen hemen hiç kalmamıştır. Son yıllarda geliştirilen yeni teknolojilerle daha düşük sıcaklıktaki alanlarda da elektrik üretimi mümkün olmakta ve santral çevrim verimleri artırılarak birim enerji maliyeti daha da aşağılara çekilmektedir. Elektrik üretimi ile entegre olarak geliştirilen sistemlerle jeotermal akışkandan daha fazla termal güç ve diğer kullanımları (entegre) elde etmek mümkün olmaktadır. Bu maliyet, entegre (bütünleşmiş) kullanımlar söz konusu olduğunda, daha da düşmektedir. Yani jeotermal kaynak birden fazla amaçla aynı anda kullanılabilir.

Jeotermal enerji kullanımı sonucunda, dünyada fosil yakıtların tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmuru gazlarının atmosfere atımı nedeniyle meydana gelen zararlı etkiler azaltılmıştır. Ayrıca doğal gazın patlama, yangın, zehirlenme gibi risklerine karşı jeotermalde bu tip risklerin hiçbiri yoktur. Bu karşılaştırma ışığında jeotermal enerjinin avantajı ortaya çıkmaktadır. Jeotermal enerji çevre dostu bir kaynak olarak tanınmakla birlikte, akışkanın paslanmaya, çürümeye, kireçlenmeye (kabuklaşmaya) neden olması, içerdiği bor yüzünden atılacağı yüzey sularını kirletmesi, bünyesinde CO₂, H₂S ve bor gibi maddeler bulunması, uygulamada bazı teknolojik önlemlerin alınmasını gerektirir.

Kullanılan jeotermal akışkanın çevre sorunu yaratmaması için yeraltına geri verme (reenjeksiyon) uygulaması geliştirilmiş ve çeşitli ülkelerde yasal olarak zorunlu duruma getirilmiştir. Bugün Türkiye’de de uygulamaların çoğunda reenjeksiyon yapılmaktadır. Bu durumda jeotermal enerji, çevreyi kirletmediği gibi petrol, doğal gaz ve kömür yerine kullanıldığı için döviz tasarrufu da sağlamaktadır.

Jeotermal enerji yerinde kullanılabilen bir enerji kaynağıdır ve uzun mesafelere nakli sınırlı kalmaktadır. (En fazla 100 km civarında) Ancak bu durumun şöyle bir faydası vardır: sıcaklık ve gürültü açısından bakıldığında jeotermal alanların genellikle yerleşim alanlarından uzakta olması bu konularda sorun yaşanmamasını sağlamaktadır. Ayrıca santraller az yer kapladığından görüntüyü de bozmamaktadır. Jeotermal enerjinin sürekli güç üretebilmesi (kesintisiz), hava değişimlerinden etkilenmemesi (güvenilir bir kaynak olduğunun göstergesi) diğer avantajlarıdır.

1.5. Biokütle Enerjisi

1.5.1. Tanımı

Odun, odun kömürü, hayvan dışkısı; tarım ürünleri ve orman sektörü organik atıkları, alkol ve metan mayalanması; çeşitli su bitkileri gibi canlı (biyolojik) kaynaklar yolu ile elde edilen enerji türüne biokütle (biomass) enerjisi denilmektedir. Kısaca organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen enerji, biokütle enerjisidir.

Daha çok ısınma amaçlı kullanılan bu enerjinin en eski bilinen hammaddesi; yakacak odun, odun kömürü ve hayvan gübresidir. Klasik yakma işlemi ile elde edilen bu tip biokütle enerjisinin yanında; enerji tarımı ürünlerinden, kentsel atıklardan, tarımsal endüstri atıklarından yakma işlemi ya da farklı teknikler kullanılarak katı, gaz ve sıvı yakıtlara çevrilerek biokütle yakıt elde edilmesi, ısı ve elektrik üretilmesi mümkün olmaktadır. Diğer bir anlatımla, ana bileşenleri karbon-hidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biokütle Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır.

Biokütle enerjisini, klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grupta ele almak mümkündür. Birincisi; geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıkları (tezek gibi)'dir. İkincisi, yani modern biokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır. Bazı ağaçların (kavak, okalıptüs, aylandız, paulownia kral ağacı vb.) büyüme hızı doğal ormanlara göre daha fazladır. Yüksek oranlarda güneş ışığı alan bölgelerde yetişen, suyu çok verimli kullanan; düşük karbondioksit yoğunluklarında dahi fotosentez yapabilen ve diğer bitkilere göre mevsimsel kuraklığa daha fazla dayanıklı olan tatlı sorgum, şeker kamışı, mısır gibi bitkilere C4 (karbon) bitkileri denmektedir.

Bitkisel biokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar), yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçek, soya vb.), karbondioksit bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, enginar, vb.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, vb.), protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday vb.), bitkisel artıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, vb.), hayvansal atıklar ile kentsel ve endüstriyel atıklar biokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülmektedir.

Biyogaz ise; tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan çeşitli bitkisel atıkların, hayvan ve insan dışkısının, organik yükü yüksek atık suların sabit bir ısıda hava almayacak biçimde tasarlanmış tanklar içinde anaerobik (oksijensiz) bakteriler tarafından parçalanması sonucunda oluşan ısı değeri yüksek yanıcı bir gazdır. Diğer bir ifade ile biyogaz, bitki ve hayvan atıkları gibi organik maddelerin havasız (oksijensiz) ortamlarda fermentasyonu sonucu oluşan ve bileşiminde % 60-70 metan, % 30-40 karbondioksit ve az miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, su buharı, amonyak, karbonmonoksit ve azot bulunan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Biyogazın ısı değeri, bileşimindeki metan oranına bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle 4700- 6000 kcal/m³ kadardır. Bu nedenle ısınma, aydınlatma ve su ısıtılması gibi amaçlarla kolaylıkla kullanılabilen temel enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerji kaynağıdır.

Biokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması termik santrallere benzer bir sistemle organik maddelerin doğrudan yakılarak oluşturulan ısıdan buhar elde edilerek türbinleri döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olabilmektedir. Ayrıca, değişik tekniklerle biokütleden elde edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilebilmektedir. Kentsel atıklardan, çöplerin çürümesi ve anaerobik fermentasyonu (oksijensiz ortamda değişimi-oksijensiz solunum-mayalanma) sonucu ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çöp termik santralleri çalıştırılmaktadır. Böylece hem kentsel atıkların enerji üretiminde kullanılması mümkün olmakta hem de atıkların depolanması sorununa çözüm getirilmektedir.

Şehir katı atıkları iyi bir biokütle enerji kaynağıdır, ama doğası gereği şehir çöplerinde organik ve inorganik maddelerin karışık olması nedeniyle ayırma işlemi yapılmalıdır.

Biokütle kaynaklı, çevre dostu en önemli yakıt alternatiflerinden bazıları biyodizel ya da biyomotorin denen yakıtlardır. Biyomotorin, ticari başarısını kanıtlamış en popüler dizel motor yakıtı alternatifidir,

dizel motorlarında sorunsuz olarak rahatlıkla kullanılabilir. Biyomotorin ilk dizel motorda bitkisel yağ kullanmasına dayanmaktadır. Günümüzde birçok ülke biyomotorin için standartları tamamlamış olup, biyomotorin akaryakıt istasyonlarında ticari bir yakıt olarak satışa sunulmaktadır.

Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların ya da hayvansal yağların bir katalizör (kimyevi değişikliği sağlayan yardımcı madde) eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol ya da etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Evsel kızartma yağları ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir.

Enerji içeriğinin büyük bir bölümü tohumunda gizli olan, yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen biyodizel, petrol içermez; dizele eşdeğer ve petrol kökenli dizel ile her oranda karıştırılarak ya da saf olarak dizelin kullanıldığı her yerde (özellikle taşımacılıkta) kullanılabilen bir biyoyakıttır. Biyodizel, bitkisel kaynaklı yağ ve atık yağların değerlendirilmesi yolu ile elde edilen yenilenebilir enerji çeşidi olarak bilinmektedir. Dizel yakıt olarak kullanılabilen biyodizel, ekonomik bakımdan uygunluğu, atıklardan kurtulma ve olumlu çevresel etkisi bakımından kullanılabilirliği ile öne çıkmaktadır. Bitkisel ve bitkisel kaynaklı atık kızartma yağının motor yakıtı olarak kullanımı ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Motor yakıtı olarak kullanılacak bitkisel yağların başlıcaları; soya yağı, ay çiçek yağı, aspir yağı, kolza yağı, yerfıstığı yağı, keten tohumu, fındık yağı, pamuk tohumu ve atık kızartma yağlarıdır. Biyodizel 'in dizel yakıtından daha çok çevre dostu olduğu, emisyon değerlerinin dizel yakıtına benzer, hatta bazı değerlerinin daha iyi olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir.

1.5.2. Avantaj ve Dezavantajları

Biokütle enerjisi alternatif enerji kaynakları içerisinde büyük bir potansiyele sahip olup, rüzgâr ve güneş gibi kesikli değil, sürekli enerji sağlayabilen bir kaynaktır. Biokütle enerjisinin kolay depolanabilir olması diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantaj sağlar. 325 Biokütle, yerli kaynaktır, yerel üretimi ve istihdamı artırır böylece kırsal kesimde göçü önler, atmosferde CO₂ artısına yol açmaz. 326 Biokütle, yanması halinde atmosferden aldığı kadar karbonu karbondioksit halinde saldırdığı için orman ve bitki varlığının yenilenmesi durumunda kuramsal olarak sera etkisine katkısı olmayan bir yakıttır.

Biokütle yakıtlarının güncel kullanma yerlerinden birisi de fosil yakıtlarla %2-25 gibi çeşitli oranlarda karışık yakılmalarıdır. Fosil yakıtlar, biokütle yakıtlarla karışık yakıldıklarında hava kirliliği üzerindeki baskıyı azaltırlar. Örneğin bir kömürlü termik santralde kömür, %33-37 oranında biokütle ile yakıldığında kükürdioksit ve azotoksit emisyonlarında %30 oranında bir azalma olduğu saptanmıştır.

Dünya'da biyoyakıt kullanımı hızla artmaktadır. Biyoyakıt kullanımının faydaları şöyledir:

- Petrol ithalatının azalmasını sağlar,
- Sürdürülebilir enerjiye destek olur,
- Enerji tarımının gelişmesini sağlar,
- Kırsal kesimin sosyo-ekonomik yapısının iyileşmesini sağlar,
- Yerel iş imkânı yaratır ve imalat sanayinin gelişmesine katkıda bulunur,
- Doğal enerji kaynaklarının ve çevrenin korunmasını sağlar.
- Biyodizel yağlayıcı özelliğinden dolayı motoru korur.
- Yüksek parlama noktası sıcaklığına sahip olduğu için kullanımı, taşınımı ve depolanması güvenli bir yakıt olup, dizelin depolanma koşullarında depolanabilir ve dizele göre daha temiz yanar.
- Biokütlenin bölgesel ve modern işletilmesi ile özellikle enerji hatlarından uzak bölgelerde, kendi kendine yeterli enerji sağlayan bölgeler yaratmak olanaklıdır. Özellikle de tarım işçiliğine gereksinim doğurduğundan biokütleden enerji üretimi kırsal kesimde istihdam olanakları da yaratabilecektir.

Biokütle enerjisi, genel anlamda çevreye uyumlu bir enerji kaynağı olmakla birlikte, kullanılan biokütle türüne göre bazı çevresel etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, çöp ve benzeri bazı atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan atıklar bazı çevresel önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Diğer

tarafından, depolanması ile geçici görsel çevre kirliliği yaratabilen bu tür kaynaklar, enerji kaynağı olarak kullanılması sonucunda, bertaraf edilmektedir.

1.6. Hidroelektrik Enerjisi

1.6.1. Tanımı

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerji yenilenebilir enerji kaynakları içinde teknoloji gelişimi en ileri düzeyde olan enerji kaynağıdır. Kullanılmakta olan en eski enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerjinin kaynağı sudur. Bu nedenle hidroelektrik santraller bir su kaynağı üzerinde olmak zorundadır. Elektrik uzun mesafelere ileten teknoloji bulunduktan sonra, hidrolik enerji daha da çok kullanılır olmuştur. Hidroelektrik santraller akan suyun gücünü elektrikle dönüştürürler. Akan su içindeki enerji miktarını, suyun akış ya da düşüş hızı belirler. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilmektedir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane biçiminde kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler.

Hidroelektrik santraller en önemli ve enerji üretiminde en büyük paya sahip yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yağmur ve karla yükseklerle taşınan suların potansiyel enerjisi türbin ve jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidroelektrik her yıl yağışlar tekrarlandığı için yenilenebilir olarak nitelenen enerji kaynağı grubundandır.

Bir megavat kurulu güçten aşağı olan hidroelektrik yapılara küçük hidroelektrik santralleri (KHES) adı verilir. Bunlar büyük düşü (suyun yüksekten düşürülmesi ilkesi ile elektrik üreten) barajları gerektirmeden küçük akarsulara kurulabilen, küçük yerleşim yerlerine elektrik enerjisi sağlayan türbin düzenekleridir.



Hidroelektrik Enerji Santrali

1.6.2. Avantaj ve Dezavantajları

Rezervuarlı ve nehir tipi olarak yapılan hidrolik santraller, elektrik enerjisi üretimi aşamasında atmosfere hiç sera gazı emisyonu vermemektedir. Ayrıca, öteki azaltıcı ve önleyici (enerji tasarrufu,

karasal karbon yutakları, taşkın önleme, su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve korunması, vb.) sektörlere yaptığı doğrudan ya da dolaylı katkı ile küresel ısınmaya neden olan emisyonlarının sınırlandırılmasında ve azaltılmasında çok yönlü katkı sağlamaktadır.

Hidroelektrik santrallerin çevre ile etkileşimi incelenecek olursa, hidro projeler, sera gazları, SO₂ ve partikül (parçacık) emisyonlarının olmaması avantajına sahiptir. Barajların, arazi kullanımında yarattığı değişiklikler, insanların topraklarını boşaltması, flora ve fauna üzerine etkileri, dibe çökme ile baraj alanının dolması ve su kullanım kalitesi üzerinde etkileri vardır. Büyük su rezervuarlarının oluşması nedeniyle ortaya çıkan toprak kaybı sonucu doğal ve jeolojik dengenin bozulabilmesi olasılığı vardır. Bu rezervuarlarda oluşan bataklıklar, metan gazı oluşumu için uygun bir ortam teşkil ederler.

Akarsularımızın, rejimlerini kontrol altına almak, dolayısıyla taşkın zararlarını önlemek ve depolanan sulardan içme suyu, sulama yararları sağlamak ve enerji elde etmek amacıyla bugüne kadar birçok baraj ve hidroelektrik santralleri yapılmıştır.

Hidroelektrik santrallerin ekonomik ömrü diğer tip santrallerden çok daha uzundur (yaklaşık 100-200 yıl). İşletme gideri düşüktür ve herhangi bir yakıt gideri yoktur. Ucuz elektrik üreterek rekabetçi elektrik piyasasının oluşmasına en büyük katkıyı yapar. İşletme kolaylığı ve esneklik çok önemli bir özelliğidir. Enterkonnekte sistemde yük dengelenmesi ve frekans düzenlenmesi gibi çok önemli fonksiyonları vardır.

Hidroelektrik santraller için yapılan barajlar suyun hızını keserek erozyonun durdurulmasında önemli rol oynarlar. Enerji depolama kapasiteleri olduğundan dışa bağımlılığı azaltırlar ve bu bağlamda arz güvenliğinin sağlanmasına da katkıda bulunurlar. Yöre halkına istihdam, sulu tarım, taşımacılık, su sporları gibi sosyal ve ekonomik faydalar da sağlarlar. 350 Hidroelektrik santraller enerji talebinin en çok olduğu saatlerde hemen devreye girebildiklerinden elektrik fiyatlarının arz sıkıntısına bağlı artışlarına karşı bir sigorta görevi de görürler. 351 Hidrolik santraller arıza anında devreye girebilir ve sistemi ayakta tutarlar.

Hidrolik enerji bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Su, kapalı bir çevrim içinde sürekli hareket etmektedir. Denizlerden, göllerden ve diğer su kaynaklarından buharlaşan su; kar ve yağmur olarak yeryüzüne dönmekte, tekrar nehir, deniz ve göllere akmaktadır. Hidrolik güçten enerji üretmek temiz, verimli (%90) ve etkili bir yoldur.

Barajlı hidroelektrik santrallerin sağladığı bir başka avantaj da nehir santralleri, rüzgâr santralleri, güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının daha güvenilir biçimde hizmet vermelerini sağlamaktır.

Ancak, kuruluş maliyetleri yüksek, inşaat süreleri uzundur. Barajlar çevresindeki bölgenin ekolojisini değiştirir. 363 Üretime geçen bir HES'in ise kendisi değil, su toplama kısmı (baraj) çevresel etkiler yaratır. Aslında bu durum küçük HES'den çok, büyük barajlı HES'ler için söz konusudur. Hidrolik enerjinin mikroklimatik, hidrolojik ve biyolojik çevre etkileri vardır. Baraj gölünün geniş yüzey alanı, buharlaşmayı artırmakta tarım arazilerinde tuzlanma ve çoraklaşma olmakta, sudan kaynaklanan paraziter hastalıklar artmakta, rezervuar altında kalacak bitki ve ağaçların kesilip temizlenmemesi ile denge oluşuncaya kadar başlangıçta birkaç yıl su kalitesi negatif yönden etkilenmektedir.

Hidrolojik rejimde değişiklik olmakta, zorla göç yaşanabilmektedir. Sıcaklık-yağış-rüzgâr rejimleri değişmekte, yöredeki doğal bitki örtüsü ile su ve kara canlıları yaşam alanında değişiklik olmakta, yaşama adapte olabilen türler varlıklarını sürdürmektedir. Akarsuyun akış rejiminin ve fizikokimyasal parametrelerinin değişmesi yeni hidrolojik etkiler oluşturmaktadır.

1.7. Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji

1.7.1. Tanımı

Dünya yüzeyinin farklı ısınması sonucu oluşan rüzgârların deniz yüzeyinde esmesi ile meydana gelen deniz dalgalarındaki güçten elde edilen enerjiye dalga enerjisi denir. Kısaca, dalga enerjisi, deniz dalgalarının enerjisine dayanır. Dalga enerjisi, bol miktarda olan ve Avrupa ülkeleri tarafından yararlanılmaya başlanan bir yenilenebilir kaynaktır. Dalga enerjisinin teknolojisi, rüzgâr enerjisi gibi daha gelişmiş teknolojilere göre yenidir. Deniz dalgalarının önemli bir özelliği yüksek enerji yoğunluğudur ve söz konusu enerji yoğunluğu, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en yüksek değerdedir.



Deniz akıntı jeneratörüne örnekler

Archimet prensibi ve yer çekimi arasında ortaya çıkan büyük güç dalga enerjisidir. Büyük bir enerji kaynağı olmakla birlikte, aynı zamanda birçok yenilenebilir enerji kaynağından daha güvenilirdir. Ayrıca dalga enerjisi zamanın %90'ında elde edilebilir durumdadır. Dünyada teknolojinin ilerlemesi ile dalga enerjisi üzerine çalışmalar hızla artmış, kıyı boyu, kıyıya yakın ve kıyıdan uzak bölgelerde uygulanan çok çeşitli dalga enerjisi sistemleri geliştirilmiştir. Elektrik üretebilmek için gelgit enerjisinden (suların yükselip alçalması) yararlanılabilmektedir.

Gelgit enerjisi santralleriyle ilgili bugünkü tasarımlar, gelgit genliğinin büyük olduğu belirli kıyı kesimindeki ırmak ağzına ya da deniz girişine bir baraj yapılmasına dayanır. Eğer bu barajın içine bazı tüneller açılırsa, sular yükselme zamanında bunlardan içeri girecek, alçalma zamanında da dışarı akacaktır. Tünellerin içine yerleştirilmiş olan türbinler de suyun akışıyla dönecek ve buna bağlı olan jeneratörlerden elektrik üretilmiş olacaktır. Gelgit olan bölgelerde, kabarma ve alçalma hareketlerinden kanatları ters yönde de dönebilen türbinler yoluyla elektrik üretilebilmesinin dünyada en önemli örneği Fransa'da Rance ırmağının halicinde kurulmuş olan 750 m uzunluğunda ve 240 MW gücündeki gelgit barajıdır. 1966 yılında inşa edilen bu barajda 24 pervane türbin bulunmaktadır.



Deniz Dalga Jeneratörü

Diğer yenilenebilir kaynaklar gibi dalga enerjisi de dünyada düzenli dağılıma sahip değildir. Dünyada yüksek dalga gücüne sahip birkaç bölge bulunmaktadır. Her iki yarımkürede 30° ve 60° enlemler arasında dalga hareketi batı rüzgârlarının hâkimiyeti ile yüksektir. Sekil 3'te dalga gücünün dünyadaki dağılımı görülmektedir. Avrupa ülkelerinin Akdeniz sahillerinde yıllık dalga gücü 4 ile 11 kW/m arasında değişmekte ve en yüksek değerler Ege Denizinin güney batı bölgesinde görülmektedir.

1.7.2. Avantaj ve Dezavantajları

Dalga ve gel-git (deniz kökenli yenilenebilirler) kirleticisi olmayan, rüzgâr estikçe ve dünya-güneş-ay arası çekim kuvveti devam ettikçe sürekliliği olan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yakıt maliyetleri yoktur ve ömürleri uzundur. Gelgit barajı dalgakıran görevini görür ve çok yüksek dalgalara karşı bulunduğu havzayı sel taşkınlarına karşı korur. Bu enerji, fosil yakıtlara bağımlılığı, küresel ısınmayı, asit yağmurlarını, her türlü kirliliği dolaylı olarak azaltması, elektrik şebekesinin olmadığı kıyı bölgelerine elektrik sağlaması, tuzlu suyu tatlı suya çevirerek ihtiyaç duyulan bölgeye pompalayabilmesi gibi olumlu yönleri sahiptir.

Deniz dalga enerjisinde; her boyut ve güçte santral deniz yüzeyinde kurulabilir. İlk yatırımdan başka girdisi yoktur. Hava kalitesini yükselten, temiz, sınırsız ve ucuz enerjidir. Nüfus yoğunluğu kıyılarda toplanmış olan ülkelerde enerji, üretilen yerde tüketileceğinden uzun iletim hatlarına gerek yoktur. Öngörülen enerji ihtiyacına göre boyutlandırılabilir. Büyük dalga boyutu maliyeti düşürür. Deniz üzerinde kurulduğundan tarım arazilerini yok etmez. Özellikle adalar için uygun enerji santralleridir. 373 Tamamen yerli teknoloji ve yerli imalat olması durumunda enerjide dışa bağımlılığı azaltılabilecektir.

Denize bıraktığı hiçbir fiziksel, kimyasal ve organik kirleticisi yoktur. Ancak, sistemlerin inşası sırasında bir miktar emisyon açığa çıkmaktadır. Dalga enerji sistemleri durgun su oluşturur ve böylece kano ve dalma gibi su sporlarının yapılmasına imkân sağlar. Dalga enerji sistemleri çeşitli deniz canlıları için yapay bir ortam oluşturur ve deniz içinde değişik türdeki canlı popülasyonlarının gelişmesini destekleyebilir.

Dalga ve akımlardaki değişim, yüzeye yakın yaşayan canlı türlerini doğrudan etkiler. Bu durum dikkatli yer seçimi gerektirmektedir. Özellikle kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalarda görüntü ve gürültü kirliliği söz konusu olabilir. Bu yüzden yapılar ses geçirmez özellikte olmalıdır. Kıyıdan uzak uygulamalar denizcilik için tehlike oluşturabilir. (Dalga enerjisi üreten cihazların kıyı deniz trafiğinde sorunlara yol açabilmesi.) Kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalar estetiksel açıdan olumsuz etki yaratabilir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerji sistemleri ile kaplanması deniz yaşamına zarar verirken (kıyı ekosistemini olumsuz etkileyebilmesi) aynı zamanda atmosferle teması engellediği için daha büyük etkiler de yaratabilir.

Dalga enerji tesisleri, dalgakıran gibi davrandığı için denizi durgunlaştırır. Bu birçok limanda istenen etki olmasına karşın denizin üst tabakasının karışımını yavaşlatması deniz yaşamını ve balıkçılığı ters yönde etkiler. Bu olay yüzeyin çok altında yaşayan balıkları doğrudan etkilemese de azalan karışımdan dolayı yüzeydeki üretim değişir ve otçul popülasyonun yiyecek temini azalır.

Bunlara ek olarak turizm üzerinde olumsuz etkiler doğurabilmesi, başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu gibi olumsuz tarafları da vardır. Fosil yakıta olan bağımlılığı azaltacak, temiz, güvenilir ve sonsuz yenilenebilir enerji kaynağı olan deniz kökenli enerji kaynaklarının üretiminde yer seçimine önem verilerek ekosisteme verilecek etkiler en aza indirilebilir.

Dalga enerjisi dezavantajları ile karşılaştırıldığında avantajları ağır basan, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir ve temiz enerji gibi kavramlarla tutarlı, CO2 emisyonu bulunmayan bol miktartlı bir enerji kaynağıdır.

1.8. Hidrojen Enerjisi

1.8.1. Tanımı

Hidrojen, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup renksiz, kokusuz, havadan çok daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup evrenin temel enerji kaynağıdır. -252,77 C°'de sıvı hale getirilebilir. Sıvı hidrojenin hacmi gaz halindeki hacminin sadece 1/700'ü kadardır. Hidrojen, bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. 1 kg hidrojen, 2,1 kg doğal gaz ya da 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir. Hidrojen doğada serbest halde bulunmaz, bileşikler halinde bulunur. En çok bilinen bileşiği ise şudur (H₂O).

Isı ve patlama enerjisi gerektiren her alanda kullanımı temiz ve kolay olan hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve/ya da su buharı olmaktadır. Hidrojenden enerji elde edilmesi sırasında su buharı dışında çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ortalama daha verimli bir yakıttır. Hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı ve kimyasal enerjinin doğrudan elektrik enerjisine çevrildiği sistemler yakıt hücreleri diye adlandırılır. Yeni geliştirilen bu sistemlerde hidrojen doğrudan ya da hidrojen salan herhangi bir kaynak yardımıyla sisteme verilmekte ve istenilen enerji elde edilmektedir.

Elektrik 20. Yüzyılın en önde gelen enerjisidir. Hidrojenin ise 21. yüzyılın en önemli bir diğer enerji taşıyıcısı olacağı öngörülmektedir. Hidrojen evrende en çok bulunan yanıcı bir gazdır. Bilinen bu en hafif element dünyada da çok fazladır. Fakat serbest olarak değil, su molekülü içerisinde. Hidrojen doğal bir yakıt olmayıp birincil enerji kaynaklarından yararlanılarak değişik hammaddelerden üretilen sentetik (yapay) bir yakıttır.

Güneş, yüzde yüze yakın oranda bütünüyle hidrojenden, enerjisi ise, hidrojen atomlarının kaynaşımından oluşmuştur. Hidrojen, yeryüzünde genellikle oksijenle birleşmiş olarak su biçiminde bulunur. Bu nedenle, okyanuslar, göller, nehirler bizim hidrojen “madenlerimiz”dir. Hidrojen enerji kaynağı olarak kullanılacak olursa, özellikle sudan yararlanılacaktır. Bu nedenle yakıt olarak kullanılan hidrojen yeniden su üretecektir.

Giderek ağırlaşan çevre sorunu ve küresel ısınma, tükenen hidrokarbon kaynakları hidrojen gibi sentetik yakıtları çekici duruma getirmektedir. Hidrojen motor yakıtı olarak kullanılabildiği gibi, sanayide, elektrik üretiminde, konutlarda güvenle kullanılabilir durumdadır.

Günümüzde yakıt hidrojeninin yeşil ve yenilenebilir enerjilerle ekonomik olarak elde edilebilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, güneş fotovoltaiik-hidrojen enerjisi sistemleri üzerinde de önemle durulmaktadır. Güneş-hidrojen sisteminde, güneş enerjisi elektriğe dönüştürülür; uzak yerlere bu

enerjiyi taşımak ya da gece kullanabilmek için bu elektrikten elektroliz yoluyla hidrojen üretilir (sadece, fabrikalarda, evlerde ve diğer işlerde hemen kullanılması gerekmeyen elektrik bu işlem için kullanılır). Bu sistemin yararı, fazla elektriğin (hemen kullanılmayan elektrik) hidrojen üretiminde kullanılması ve böylece boşa harcanmamış olmasıdır.

Sonuç olarak en önemlisi, hidrojen ve güneş enerjisinin kirlletici olmamalarıdır. Bu sistemler ne korkulan CO₂, ne asit yağmurlarına neden olan kükürt, ne de kirli sisi oluşturacak başka kirleticiler çıkarırlar. Güneş enerjimizin daha birkaç milyar yıl bizi ısıtacağından kuşku yoktur. Hidrojen elde ettiğimiz suyun da tükenmesi söz konusu değildir, çünkü yanan hidrojen yeniden su üretmektedir. Görüldüğü gibi güneş-hidrojen enerjisi temiz ve yenilenebilir bir enerjidir.

1.8.2. Avantaj ve Dezavantajları

Hidrojen gazı farklı yöntemlerle elde edildiği gibi su, güneş enerjisi ya da onun türevleri olarak kabul edilen rüzgâr, dalga ve biokütle ile de üretilmektedir. Hidrojen karbon içermediği için fosil yakıtların neden olduğu çevresel sorunları yaratmaz. Ne sera etkisi oluşturan ne de kirli hava ve asit yağmurları oluşturan kimyasal madde çıkarır.

Hidrojenin zorda olsa depolanabilir ve taşınabilir olması kullanım alanının çok geniş olmasına neden olmaktadır. Bu enerji kaynağının bir diğer önemli özelliği, taşıdığı enerjinin kolaylıkla elektrik enerjisine dönüştürülebilmesidir. Dünya hidrojene geçiş aşamasında olup bu geçisin 10-15 yıl içinde tamamlanması beklenmektedir. Hidrojen aynı zamanda verimli bir yakıttır. Enerjinin diğer türlerine (mekanik ve elektrik) başka yakıtlardan daha verimli bir biçimde dönüştürülebilir.

Hidrojen, uçaklar, gemiler ve denizaltılar için de ideal bir yakıttır. Hidrojen yakıtlı gemilerin ve tankerlerin en büyük üstünlüğü, bir kaza sırasında yakıtın çevreye yayılıp çevreyi kirlletmemesidir. Çünkü hidrojen hemen buharlaşıp uçar. Diğer yakıtlar gibi suyun üzerinde kalmaz.

Ancak, hidrojenin korunması ve kapalı yerlerde uzun süre tutulması, kolay sızabildiği için oldukça zordur. Ayrıca, hidrojen oksijenle kontrolsüz bir ortamda patlayarak birleştiğinden oldukça tehlikelidir.

1.9. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantaj Ve Dezavantajları

Özetle, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının olumlu yönleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Temiz olmaları
 - Hava kirliliğini azaltmaları
 - Su kirliliğini azaltmaları
 - Sera etkisini azaltmaları
 - Çekirdeksel kirliliği azaltmaları
 - Toprak erozyonunun azalması ve flora ve faunanın korunması
- Yenilenebilir (tükenmez) olmaları
- Yerli olmaları
- Ekonomik olmaları
 - Dışsal (toplumsal) maliyetlerinin az olması
 - Yakıt maliyetlerinin az olması
 - Güvenlik maliyetlerinin az olması
 - İşletme maliyetlerinin az olması
 - Atıklarının yok edilme maliyetlerinin az olması
 - Ekonomik ömür sonu sökülme maliyetlerinin az olması
- İş alanlarının (istihdam olanakları) fazla olması

- Enerji sektöründe ülkenin bağımsız olmasını sağlamaları
- İç ve dış barışı destekleyici olmaları
- Çağdaş (çağcıl) olmaları
- Bugünkü ve gelecek kuşakların haklarına saygılı olmaları
- Ekolojik olmaları
- Toplumsal ve ekonomik gelişmeyi desteklemeleri
- Yakıt teknolojilerinin kırılganlığını sağlamaları
- Çekirdeksel (nükleer) silahların çoğalma riskini azaltmaları

Sonuç olarak, başta çevresel üstünlükleri olmak üzere bütün olumlu özelliklerine karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının şu andaki kullanımları kısıtlıdır. Bunun çeşitli nedenleri bulunmaktadır, bunlar şöyle sıralanabilir:

- Dışsal maliyetlerin dikkate alınmaması yüzünden ekonomik açıdan pahalı kabul edilmeleri, kredi ve finansman düzeneklerinin yetersiz olması, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, bunu dengeleyecek yeterli kredi ve finansman düzeneklerinin bulunmaması.
- Ulusal enerji plan ve politikalarında dikkate alınmaması ve öncelik verilmemesi.
- Geleneksel (fosil) kaynakları destekleyen dolaylı ve dolaysız düzeneklerin bulunması.
- Yasal ve yönetsel düzenlemelerin yetersiz olması.
- Teknolojiler hakkında, bunların ekonomik ve toplumsal yararları konusunda bilgi sahibi olunmaması.
- Teknoloji geliştirme konusunun gereğince desteklenmemesi.
- Standartların gelişmemiş olması.
- Çoğu ülkede üretime yönelik alt yapının bulunmaması.

2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ

2.1 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelişin Nedenleri

Enerji, çağımızda en önemli tüketim maddelerinden biri ve vazgeçilmez bir uygarlık aracıdır. Gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerin en önemli ihtiyaçlarının başında gelen enerji tüketimi, sürekli artmakta ve bu artış gelecekte de devam etmektedir. Bugün sahip olduğumuz teknolojik gelişmelerin devam etmesi ve sunduğu imkânların yaşamımızda sürmesi için doğrudan ve dolaylı olarak enerji tüketmek zorundayız. Tüketmek zorunda olduğumuz enerjinin bugün büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlarından, geri kalanı ise nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Fosil yakıt kullanımının çevre ve insan sağlığına verdiği tüm dünya üzerindeki zararları, önlem alınmazsa bu zararların telafisi için gelecekte yaşayacak insanların ödeyeceği bedelin çok büyük boyutlara erişeceğini kaçınılmaz olacaktır.

Enerji üretiminde fosil kaynak kullanımının devam edebilme olanağının kalmadığı, kabul edilmesi gereken bir gerçektir. Bu durumda, sanayinin gelişmeye başlaması ile kullanımı giderek artan, kalkınma ve sanayileşme yolunda verdiği zararlar, önceleri göz ardı edilen bu enerji kaynaklarının yerine çevremizin kendi doğal ürünü olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının arttırılması gerçeği her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır.

Hava, su, toprak kirliliğinden bitki örtüsünün ve hayvanların yok olmasına kadar uzanan çevre sorunları, bu sorunlardan etkilenen insanlarda gelecek kaygısı uyandırmış, bu kaygı ile beraber, çevrenin korunmasına karşı hassasiyet de giderek artmaya başlamıştır.

2.2. Enerji Arzının Güvenliği Ve Sürekliliği

Fosil yakıtlar kullanılarak elde edilen enerjinin kullanılmasının neden olduğu dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri, küresel ısınma gibi önemli çevre sorunlarıdır. Bilinen bir diğer olumsuzluk da fosil kaynakların yakın gelecekte tükenerek ortada çıkacak enerji sorunudur.

Hammadde ve enerji kaynakları kapasitelerinin sınırlı olmasına karşın, hammadde ve enerji ihtiyacının hayatımızda her geçen gün giren yeni teknolojik ürünlerin kullanımı ile sürekli ve hızlı bir biçimde artış göstermesi, insanlığı yeni kaynaklar bulmaya zorlamaktadır. Var olan petrol, doğalgaz, kömür vb. fosil kaynakların gelecekteki nüfus artışı ve günlük yaşamda kullanılan cihazların artması nedeniyle hızlı bir şekilde azalması beklenmektedir. Bu nedenle, yerel ve yenilenebilir doğal zenginlikler konumunda olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem ülkemizde hem de diğer dünya ülkelerinde enerji ihtiyacının karşılanması bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına hem teknolojik araştırmalar açısından hem de bu kaynaklardan üretilen enerjileri kullanmaya yönelme baş göstermiştir. Bu bağlamda, “enerji çeşitlendirilmesi”, enerji güvenliği ve sürekliliğini sağlamak açısından vazgeçilmez hale gelmiştir.

Geleneksel anlamıyla enerji güvenliği, enerji kaynaklarının çeşitliliği ve bu kaynaklara ulaşılabilirlik kolaylığıdır. Ancak enerji üretimi ile yaşadığımız çevre arasındaki etkileşimin neden olduğu olumsuz sonuçların önlenmesi zorunluluğu günümüzde, enerjinin temiz ve güvenli olması kavramını içerecek biçimde yeniden tanımlanmasını ve benimsenmesini gerektirmiştir.

Enerjide dış kaynaklara bağımlılığın önüne geçilmesi ve herhangi bir kaynaktan ileri gelebilecek bir azalma, tükenme, kesilme gibi aksaklıkların ortaya çıkmasına karşı önlemlerin alınması, enerji çeşitlerinin artırılması ile mümkün olabilmektedir. Tek tür kaynaktan sağlanacak enerjinin bağımlılığı doğuracağı dikkate alınmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla:

- İthal edilen yakıtlara olan bağımlılık azalacak,
- Yerli öz kaynaklara öncelik verilmesi sağlanacak,
- Yerli üretim sonucu istihdam artacak,
- Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve gelişmeye imkân sağlayacak,
- Enerji arz güvenliğini artacak,
- Enerji talebini karşılamada sağlanan güvenlik ile enerjiyi kullanan sektörleri olumlu yönde etkileyecek ve yatırım yapmalarını teşvik edecek,
- Üretimde ve tüketimde sağlanan güven ortamı ile istikrar artacak,
- Sosyal ekonomik hayatta refah, istikrar da artacaktır.

2.3. Sosyal Ve Ekonomik Nedenler

Enerji üretmek amacıyla kurulacak her santral tipi için, maliyetler hesaplanırken bütün detaylar dikkate alınmaktadır. Örneğin işletme, üretim, atıkların yok edilmesi vb. maliyetler. Tüm bu maliyetler dikkate alındığında yenilenebilir kaynakların ekonomik açıdan da avantajlı olduğu görülmektedir. Şebekeye bağlanmadan üretildiği yerde tüketilme imkânına sahip yenilenebilir kaynaklar, özellikle iletim ya da dağıtım hatlarının erişiminin zor olduğu ya da küçük ölçekli enerji ihtiyacı nedeniyle hat yapımının ekonomik olmadığı bölgelerdeki enerji üretimi için rahatlıkla kullanılabilir. Örneğin, güneş ve rüzgâr gücü, evlerin dağıtık olduğu kırsal bölgeler için çok uygun olmaktadır. Devletin enerji kablolarının taşıyacağı maliyetler düşünüldüğünde ilk yatırımda bu tip enerji yatırımları teşvik edici olmaktadır.

Güneş ve rüzgâr gücüne dayalı yatırımlar, büyük ölçekli tesislere ayıracak yüksek mali kaynaklar yerine daha uygundur. Böylelikle güç ithalatı yapmak yerine; rüzgâr, güneş ve diğer yenilenebilir enerji türlerinin yaygınlaştırılması, yerel iş alanları da yaratılacağından işsizlik ve göçe de çare olabilecektir. Yenilenebilir kaynaklar ülke ekonomisine yeni bir dinamizm kazandıracak, petrol ve doğal gaz ithalatı için harcanan giderlerin azaltılması için katkıda bulunacaktır. Enerjide yenilenebilir kaynakların kullanımının artması, gerek doğrudan gerekse dolaylı istihdam da yaratacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile üretim yapan santrallerin inşasında, kurulmasında, üretiminde, ayrıca bu santrallerin bakım ve onarımlarının yapılmasında işgücü gereksinimi doğacaktır. Böylece yerel işgücü istihdamının artmasıyla o bölgedeki işsizlik oranı da azalmış olacaktır. Örneğin, rüzgâr enerjisi projelerinin tesis edilmesi için kullanılması gereken arazinin sahibi olan çiftçilere ödenen kira

ya da satın alma bedelleri kırsal alanlarda önemli bir ek gelir sağlamaktadır. İnşaat çalışmaları çoğu kez yöredeki işgücünü seferber eden yerel şirketlerce gerçekleştirilmesi ve bakım işleri için uzun dönemli iş olanakları yaratılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ülkenin çeşitli bölgelerinde dağınık bir biçimde bulunduğundan, ekonomik ve sosyal açıdan gelişmemiş, sanayinin geri kaldığı coğrafi bölgelerde uygulanma potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması sonucu üretimi teşvik edilmiş olan ekonomik uygulamalardaki artış, örneğin uzak tarım sektörünün geliştiği bölgelerde biyoenerji ürünlerinin ekimi (enerji tarımı), güneş ya da rüzgâr potansiyeli yüksek olan bölgelerde bu enerji kaynaklarının kullanılması sonucu artan kalkınma düzeyi ile beraber önceden az gelişmiş olan bölgelerin rağbet görmesine ve gelişmesine neden olabilir. Böylece bölgeler arası gelişmişlik farkının giderilmesinde, ekonomik ve sosyal dengesizliğin azalmasında yenilenebilir enerji kaynakları etkili olabilir.

Üzerinde durulması gereken çok önemli bir konu da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması için toplumsal destek sağlanmasıdır. Her şeyden önce, bu kaynaklardan üretilen enerjinin özelliklerinin insanlar tarafından bilinmesi, yararlarına inanılması kısaca yenilenebilir kaynaklar lehine bir kamuoyu bilincinin ve duyarlılığının oluşturulması gerekmektedir.

2.4. Çevresel Nedenler

Enerjinin elde edilmesi sırasında ortaya çıkan asit yağmurları sonucu ormanların kaybedilmesi, CO₂ emisyonunun fazlalığına bağlı sera etkisi ya da canlıları koruyan ozon tabakasının incilmesi veya delinmesi gibi doğal çevremizin bozulması ve bunların yol açtığı sonuçlar olan ormansızlaşma ve meraların kaybı, seller ve yeraltı su kaynaklarının azalması, iklim değişikliği sonucu oluşan sel, su baskını, kuraklık ve iklim kuşaklarının değişmesine bağlı bitki ve hayvan türlerindeki değişim ve ürün azalması, bitki ve hayvanlardaki olası kalıtsal değişim vb. hava kirliliğinin sağlığa etkileri, iş hastalıkları ve kazaları gibi zararlar genellikle çevreye ve dolayısıyla topluma yüklenmektedir.

2.4.1. Enerji-Çevre İlişkisi

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin çevresel nedenlerinin daha iyi açıklanabilmesi için öncelikle enerji ile çevre arasındaki ilişkinin ortaya konulması gerekmektedir. Enerji- çevre ilişkisinin doğru bir biçimde anlaşılabilmesi için öncelikle çevrenin tanımının yapılması gerekmektedir. Çevre, “insan faaliyetleri ve canlı varlıklar üzerinde hemen ya da süre içinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamandaki toplamıdır.” Bu toplamı etkileyen en önemli öğelerden biri enerjidir. Ülkelerin sanayileşmesinde, sosyal ve ekonomik kalkınmasında, önemli ve vazgeçilmez bir öğedir. Enerjiye yönelik etkinlikler birçok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir.

Üretiminden tüketimine kadar her safhası ayrı ayrı çevre sorunlarına neden olabilen enerjinin ekonomik, çevreci, güvenli kaynaklardan sağlanması, artan enerji talebini en güvenli ve doğru biçimde karşılayacak bir anlayış çerçevesinde, enerji-çevre ilişkisinde iyi bir denge kurularak oluşturulması için yaşamsal bir gerekliliktir.

Yaşadığımız dünyanın hızla yok olduğu ve bu yok oluşu durdurmak, en azından azaltmak için bir an önce bir şeyler yapılması gerektiği kabul edilen bir gerçektir. Enerji ile çevre arasındaki ilişkiye bakıldığında iki konunun bir bütün olduğu ve birlikte değerlendirilmeleri gerektiği görülmektedir. Yenilenemeyen, fosil kaynakların kullanımından doğan çevresel sorunların çözümü, yenilenebilen, çevre dostu enerji kaynaklarının tercih edilmesinden geçmektedir.

2.4.2. Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri

Doğal çevreyi tüm insan faaliyetleri etkilemektedir. Bu faaliyetlerin en etkilileri enerji alanında gerçekleşenlerdir. İnsan etkinliklerinin doğrudan etkilediği bir olgu haline gelmiş; iklim değişikliği,

başta enerji üretimi olmak üzere çeşitli insan etkinlikleri ile tanımlanır hale gelmiştir. Fosil yakıtların kullanımı ile ortaya çıkan olumsuz sonuçlar gerek bitki ve hayvan yaşamını gerekse insanların sağlıklarını tehdit etmektedir. Canlılar dünyasına karşı giderek büyüyen bu tehdidi daha iyi anlayabilmek için enerji kullanımının çevre ve insan sağlığına etkileri ayrı başlıklar altında incelenecektir.

2.4.2.1. Enerjinin Çevre Sağlığına Etkileri

Otomobillerimizin ve fabrikalarımızın çıkardıkları CO₂'nin havakürede birikerek dünyamıza ne büyük zararlar verdiği bilinmektedir. Karbon içeren yakıtların kullanımı sonucu, havaküredeki CO₂ oranları artmaktadır. Bu artışın çevresel zararlara yol açtığı bilinmesine karşın, yakıt ve enerji sistemlerimiz doludizgin kullanılmaya devam etmektedir. Son yıllarda bu zararların giderilmesi için enerjinin yenilenebilir kaynaklardan verimli biçimde kullanımı gibi önlemler alınmaktadır.

2.4.2.1.1. Sera Etkisi ve Küresel Isınma

Öncelikle CO₂ (Karbon dioksit), CO (Karbonmonoksit), SO₂ (Kükürtdioksit), NO_x (Azotoksitler), tozlar ve CH (Hidrokarbonlar) gibi gazlar sera etkisi yaparak yer kürenin ısınmasına, çevre ve özellikle atmosfer kirliliğine neden olmaktadır. Tozlar ve hidrokarbon gazlar kirliliğin en önemli öğeleridir. Asit yağmurlarının oluşmasında SO₂ ve zehirleyici olan NO_x 'ler etkili olmaktadır. Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının en önemlisi CO₂ gazıdır ve toplam sera gazı miktarı içindeki payı % 80 civarındadır.

Kısaca, fosil yakıtların yoğun bir biçimde yakılmasıyla başta karbondioksit olmak üzere, atmosferde sera gazlarının giderek artması ve buna bağlı olarak enerjinin dünyamızın yüzeyinden ve atmosferden kaçışının engellenmesi sonucu dünyamızın ısınması, sera etkisi olarak tanımlanmaktadır.

2.4.2.1.2. İklim Değişikliği

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması sırasında ortaya çıkan CO₂ ve metan gibi sera gazlarının içeriklerinde ısı tutma özelliğine sahip olmaları nedeniyle sera etkisi ortaya çıkmaktadır. Güneş, doğal dengenin devamı için, gün içerisinde atmosferin içine ısı ve ışığını vermekte ve bu ısının ise belli ölçüdeki miktarı tekrar uzaya dönmesi gerekirken, sera etkisi bu dönüşü engellemekte ve dünyanın gerekenden daha fazla ısınmasına - yani küresel ısınmaya - yol açmaktadır. Bu da iklimin değişmesine ve bozulmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bütün bu iklim değişikliğine neden olan etmenlerin ortadan kalkmasına olanak sağlamaktadır.

2.4.2.1.3. Diğer Çevresel Etkiler

Karbon içeren yakıtları yakmakla yalnız hava küreye ve sağlığınıza zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda ağaçlara da zarar veririz. Havaküredeki kirleticiler, ağaçları öldürüp büyük ormanlık alanlara zarar vermektedir. Ayrıca bu kirleticiler yaprakların üzerinde bulunan ve fotosentez (bitkilerin besinlerini üretme yöntemi) olayının gerçekleşmesine ya da soluk almalarına yarayan küçük delikleri tıkayarak (bitkilerin besinleri parçalayarak enerjiye dönüştürme yöntemi), onların canlı kalmalarını engellemektedir. Kirliliğin havaküresinin diğer bir etkisi ise asit yağmurlarıdır. Asit yağmurları, bitki ve ağaç yapraklarını yakmakta, topraktaki minerallerin erimesine yol açmaktadır. Bitkiler ise eriyen bu minerallerden kendilerine zararlı olanlarını süzüp eleme yapamazlar. İşin en kötü yanı ise toprağın kendisinin çok asit barındırıp değişik ürün ve büyük miktarlarda üretim yapmaya elverişsiz hale gelmesidir.

2.4.2.2. Enerjinin İnsan Sağlığına Etkileri

Bugün fosil yakıtların insan sağlığı açısından yarattığı olumsuzluklar her geçen gün katlanarak artmaktadır. İklim değişikliğinin, insan sağlığı üzerinde çoğunlukla ölümlere de neden olabileceği düzeyde olumsuz ve geniş bir etkiye sahip olabileceği bilinmektedir. Bu etkiler doğrudan olabileceği gibi dolaylı yollardan da ortaya çıkabilir. Kalp - damar ve solunum hastalıklarından kaynaklanan ölümler ve sıcak hava dalgalarının şiddetindeki ve süresindeki artışlar nedeniyle oluşan hastalıklar, dolaylı etkilerin başında gelmektedir. Taşkınlar ve fırtınalar gibi aşırı hava olaylarındaki artışlar, ölüm, yaralanma ve psikolojik hastalıkların ortaya çıkma oranlarında bir yükselme ve tatlı su varlığında bir kirlenme oluşturabilecektir. İklim değişikliğinin dolaylı etkileri, malarya (sıtma), bazı virüs kökenli beyin iltihapları gibi enfeksiyon salgınlarının taşınma potansiyelindeki artışları içermektedir. Enfeksiyon hastalıklarındaki olası artışlar, esas olarak taşıyıcı organizmaların etkin olduğu coğrafi alanların sınırlarındaki ve mevsimlerdeki genişlemeden kaynaklanmaktadır.

2.5. Sürdürülebilir Kalkınma Ve Enerji

Artan çevresel sorunlar, büyüme yanında sürdürülebilirlik de kalkınmanın bir unsuru haline gelmiştir. Çevresel sorunlarla kaynakların yakın bir gelecekte tükenecek olmasının anlaşılması, kalkınmanın sürdürülebilir olması gereğinin insanların çoğunluğu tarafından anlaşılmasını sağlamıştır.

Enerji üretiminin ve tüketiminin sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde gerçekleştirilmesi, günümüzün en önemli hedeflerinden birisi olmuştur. Bu bağlamda insanlık, sürdürülebilir kalkınma ve daha iyi yaşam şartları arayışına devam ettikçe, yenilenebilir enerji üretimi, dünya çapında bir öncelik haline gelecektir.

Toplumlar için, çevre gibi yaşamsal olan öğelerden bir diğeri olan enerjinin, uygarlığın gelişim süreci içinde belirleyici bir etkisi olduğu söylenebilir. Ekonomik büyüme ve toplumsal refahın temel girdilerinden birisi ve hatta en başta gelenin enerji olduğu düşüncesi, tüm dünyada kabul görmektedir. Enerji üretiminin hangi kaynaktan elde edilirse edilsin ve hangi yöntem izlenirse izlensin çevreye mutlaka bir etkisi olmaktadır. Enerjinin kalıcı çevresel tahribata yol açmadan, ekolojik dengeyi bozmadan ve gelecek nesillere en sağlıklı bir şekilde bırakılacak şekilde kullanımı hedeflerini içeren “sürdürülebilir enerji” kavramını uluslararası toplumun benimsediği ortak bir anlayış olarak nitelendirmek mümkündür. Bu bağlamda enerji üretim ve kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki etkileşimin iki önemli özelliği öne çıkmaktadır:

- 1- Bireyin temel ihtiyaçlarını sağlayabilmesi, ekonomik ilerleme ve refah kaynağı olarak enerjiden yararlanmasını gerektirmektedir.
- 2- Yaşamın kalitesini şimdiki ve gelecek kuşaklar için tehlikeye sokmamak, eko sistemin taşıma kapasitesini aşmamak gereklidir.

Dolayısıyla sürdürülebilir enerji kavramının temel bileşenlerini de enerjinin verimli ve etkin kullanımı ile yenilenebilir enerji oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması desteklenecek sürdürülebilirlikle enerjinin kullanılmasında bugünün gereksinimlerini karşılama yöntemi olarak kalkınma etkinlikleri gerçekleştirilir. Gelecek kuşakların kendi kalkınmalarını gerçekleştirmek için kullanacakları doğal varlığın korunması ya da azaltılmamasını kalkınmanın yeniden üretimin koşulu olan doğal varlıkların geleceğe aktarılmasıyla sağlanacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile sürdürülebilir kalkınma:

Sosyal denge, Ekonomik büyüme, Doğal Çevrenin korunması, hedeflerin başarılmasında önemli bir başlangıç noktasıdır. Bu nedenle enerjide insanlığın ihtiyacı olan enerji tüketiminin ekonomik ve çevreye zarar vermeden sağlanması amaçlanmalıdır.

Bu bağlamda, sürdürülebilir enerji kavramı ise tüm birincil enerji kaynaklarından yapılan enerji üretiminin yüksek verimle ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesini, fosil yakıtların çevre dostu yeni teknolojilerle değerlendirilmesini, fosil kaynakların yerine olabildiğince yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına, bir kullanımda atık biçimde ortaya çıkan enerjinin bir başka kullanımda girdi olarak kullanılmasını kapsayan ve bunu ekonomik büyüme ile bütünleştiren bir kavram olarak tanımlanmaktadır.

2.6. Avrupa Birliğinde Yenilenebilir Enerjiye Bakış

Enerji, tüm ekonomik ve sosyal yaşam üzerinde belirleyici bir rol oynar ve ekonomik kalkınma için zorunlu olan bir girdidir. İşte bunun içindir ki, enerji arzı üzerinde denetimi ve enerji arz güvenliğini sağlamak Avrupa Birliği (AB) için de her zaman önemli bir sorun olmuştur. Ancak daha önemli bir sorun vardır; arz güvenliğine çevre bağlamının eklenmesi sonucunu doğurması. Bu sorun, fosil yakıtlarının yarattığı çevre sorunlarının hızla artmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde kullanımının artırılması ve böylece enerji arzının çevre açısından da güvenli olarak sağlanması, sorunun çözümünde öne çıkan en önemli politikadır.

2.6.1. AB’de Yenilenebilir Enerji Politikası

AB’nin kendi enerji kaynaklarının azalmasına karşın tüketiminin artmasıyla, enerjide dışa bağımlılığı da artmıştır. Bu bağımlılığın önümüzdeki 25 yılda giderek artması ve şimdi ortalama %53,8 olan ithal enerji oranının 2030’da %70’e yükselmesi beklenmektedir. Dolayısıyla AB’nin enerji politikasının ana eksenlerinden birini bu bağımlılığın doğurduğu/doğuracağı riskleri en aza indirmek oluşturmaktadır. Özellikle AB’nin enerji tüketiminin büyük bir yüzdesini (yaklaşık %80) oluşturan fosil yakıtların yakın gelecekte tükenmesi, bu kaynakların az sayıda ülkenin elinde bulunması; oluşan bağımlılığın yarattığı riskler ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmanın ekonomide bozucu etki doğurması, enerji kaynaklarının çeşitlendirilerek dengeli bir tüketim yapısının oluşturulmasını gerektirmektedir.

Fosil yakıtlarının azalmasıyla fosil yakıtların neden olduğu küresel ısınma AB’yi farklı kaynak kullanımına yöneltmiştir.

Son yıllarda sera etkisi yaratan gazların emisyonu sonucu meydana gelen iklim değişikliğinin etkisi büyük bir hızla artmıştır.

Arz güvenliği sorununun çözümü için alternatif enerji kaynaklarına yönelen AB ülkeleri, özellikle çevresel kaygılarla nükleer enerjiye karşı tepki göstermiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarının öne çıkmasına olanak sağlamaya çalışmıştır. Hidroelektrik dâhil yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi; kullanımının teşvik edilmesi ve bunların enerji dengesine büyük bir katkı yapacak duruma getirilmesi temel hedef olmuştur. Buradan hareketle AB’nin enerji ve çevre politikası hedeflerini bir arada yerine getirmeyi sağlayacak enerji kaynakları arasında yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir yer tuttuğu görülmektedir.

Hem ülkemizde hem de Avrupa Birliği ülkelerinde, arzulanan hedeflere ulaşmak için yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımları artırmak amacıyla, hem arz tarafında (yeşil sertifika, yatırım desteği, vergi muafiyeti ya da indirim, vergi iadesi, doğrudan fiyat desteği gibi) çeşitli teşvik ve destek artırımına dönük yasal düzenlemeler yapılmakta, uygulamakta; hem de talep tarafında yenilenebilir enerji kullanımını yaygınlaştırılması için çeşitli destek uygulamaları yapılmaktadır.

3. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin Sanayi Sektöründe Kullanımı Konusunda Uygulanacak Bilim ve Teknoloji Politikalarının Geliştirilmesi

Türkiye, geçiş ekonomisi sürecinde olmasının yanında, genç nüfusa sahip, artan üretim ve teknoloji altyapısı ile farklı dinamikleri olan bir ülkedir. Bu dinamikler, ülkenin enerjiye olan ihtiyacının son yıllarda katlanarak büyümesine sebep olmuştur. Ayrıca, ileriye yönelik gerçekleştirilen projeksiyonlar, nüfusun ve ekonomik büyümenin artacağını işaret göstermekte ve bu durum ulusal enerji arzının hayati önem taşıyacağı sonucunu doğurmaktadır.

Öte yandan enerjiye olan talebin yüksekliğine kıyasla enerji temininde % 72'lik bir oran ithal kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu ithal kaynakların, büyük bir çoğunluğunu petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar sağlamaktadır. Enerjide söz konusu olan yüksek oranlardaki dışa bağımlılık, ilk etapta enerji arz güvenliğini riske sokmakta; başta üretim sektörü olmak üzere diğer sektörleri de ekonomik yönden ciddi oranda etkilemektedir.

Üretimde sürdürülebilirliği sağlamak için enerji arz güvenliğinin sağlanması gerekliliğinden hareketle, geliştirilebilecek önlemlerden bir tanesi de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranını artırmak ve bu kaynakların teknolojilerinin hedef sektörlerde entegrasyonunun yapılmasını sağlamaktır. Günümüzde, toplam birincil enerji temininin yaklaşık % 10'u yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır. Son yıllarda, bu oran artırılmasına yönelik birçok faaliyet ulusal strateji belgelerinde yerini almıştır. 2023 yılına kadar elektrik üretiminin en az % 30'unun yenilenebilir kaynaklardan sağlanması hedefi bulunmaktadır.

Nihai enerji tüketiminin yaklaşık olarak 1/3'ünün gerçekleştiği sanayi sektörü için de enerji arz güvenliği hayati düzeyde önem taşımaktadır. Enerji maliyetleri, sanayi ürünü fiyatlarını büyük oranda etkilemektedir. Aynı zamanda sanayi sektörü, enerji tüketimi sonucunda oluşan sera gazı emisyonu ile iklim değişikliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Ekonomik ve çevresel sebeplerden ötürü sanayi sektöründe yapılan en yaygın uygulama, enerji verimli teknolojilerin kullanılması ve sanayi proseslerinde iyileştirmelerin yapılmasıdır. Gelişme potansiyeli olan bir başka alan ise son yıllarda petrol fiyatlarının artışı ile gündeme gelen yenilenebilir enerji kullanımıdır. Şimdiye kadar yenilenebilir enerji ve teknolojilerinin endüstriyel uygulamalardaki kullanımı daha az ilgi çekmiş, bu konuda az miktarda çalışma yapılmıştır. Bu sebeplerden ötürü yenilenebilir enerji kaynak ve teknoloji çeşitlerinin kullanımı üzerine potansiyellerin incelenmesi gerekmektedir.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar sanayi sektöründe kullanılabilir ve kullanım potansiyeli yüksek olan yenilenebilir enerji çeşitleri ve kullanım amaçlarının:

- Proses ısısı için biokütle
- Proses ısısı için güneş enerjisi sistemleri
- Proses ısısı için ısı pompaları
- Hammadde olarak biokütle

Şeklinde sıralandığını göstermektedir. Ayrıca, sanayide önemli bir kullanım alanı olan hidrojenin yenilenebilir kaynaklardan eldesi de önemli bir potansiyele sahiptir. 2050 yılında yenilenebilir enerjinin sanayide kullanım oranının %21'e çıkacağına dair tespitler mevcuttur.

Enerjide % 72 oranında dışa bağımlı olan ülkemiz, yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli bakımından incelendiğinde başta güneş enerjisi olmak üzere diğer kaynaklarda da oldukça zengin bir profile

sahiptir. Bu kaynaklar içerisinde özellikle biokütle için hammadde rekabeti ve uluslararası ticaret gibi unsurlar ön plana çıkarken, fotovoltaik ve solar termal sistemler gibi güneş enerjisi teknolojileri ve yenilenebilir teknoloji olarak kabul edilebilecek ısı pompalarının düşük proses sıcaklıkları için ideal olduğu belirlenmiştir.

Başta sanayi sektörü olmak üzere diğer sektörlerde bu teknolojilerin yaygınlaşmasında başka yeni teknolojilerde olduğu gibi, bir takım engellerle karşılaşmaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin kullanımı, enerji yönetiminde büyük oranda değişikliği beraberinde getirdiği için diğer teknolojilerin döngüsündeki engellerden farklı olarak birçok faktörden etkilenmektedir. Günümüzde fosil yakıtların yenilenebilir enerji kaynaklarına göre tercih edilmesinin en önemli sebeplerinden birisi rekabet edilebilirliğinin yüksek olmasıdır. Dünya çapında fosil yakıtlar yılda 550 milyar dolar kadar destek almaktadır.

Yenilenebilir enerji kullanımına yönelik olarak karşılaşılan engelleri yenmek üzere bir takım politika araçlarının devreye sokulması gerekmektedir. Teknolojik ve ekonomik engelleri yenmek üzere geliştirilebilecek araçların başında bilim ve teknoloji politikaları gelmektedir. Bilim ve teknoloji politika araçlarından olan inovasyon sistemi çerçevesinde geliştirilebilecek faaliyetler, bu teknolojilerin maliyetinin düşmesi ve sanayi sektörü başta olmak üzere diğer sektörlerde de kullanımının yaygınlaşması için önemlidir. Ayrıca bu teknolojilerin geliştirilmesi ile yeni sektörlerin ve dolayısıyla ciddi bir ekonomik katkının oluşması söz konusudur.

Devletin son yıllarda yürürlüğe koyduğu ulusal belgelerde yenilenebilir enerjiye çok sayıda atıf bulunmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerinin araştırma geliştirme faaliyetlerini destekleyen TÜBİTAK, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, KOSGEB ve TTGV programları mevcut bulunmaktadır.

Desteklerin sektöre yönelik analizi sonucunda, gerçekleşmiş Ar-Ge projelerinin, daha çok güneş enerjisi alanında yoğunlaşmış olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Yenilenebilir enerji alanında Ar-Ge merkezi belgesi almaya hak kazanmış bir işletmenin olmadığı görülmektedir. Konuda Ar-Ge yapan, Bakanlığımız ve TÜBİTAK TEYDEB'ten destek alan şirketlerin çoğunun teknoloji geliştirme bölgelerinde yerleşik olduğu ortaya çıkmaktadır. Genç girişimcileri desteklemek amacıyla kurulmuş olan Teknogirişim Sermayesi Desteği kapsamında bu alanda azımsanamayacak seviyede girişimcinin desteklendiği görülmektedir.

Bu sonuçlar ışığında geliştirilebilecek öneriler ise aşağıdaki gibidir:

- Mevcut devlet politikaları, yenilenebilir enerjiden elektrik üretimini teşvik ederken sanayide daha çok kullanılan yenilenebilir ısı konusunu vurgulamamaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından finansal teşvik ve altyapının yenilenebilir ısı konusunda geliştirilmesi gerekmektedir.
- Sanayi sektöründe yenilenebilir ısı teknolojileri hakkında rehber bir belgenin çıkarılmasına müteakip olarak, bu teknolojilerin geliştirilmesi için uzun, orta ve kısa vadede araştırma öncelikleri ve hedeflerin koyulması söz konusu olabilir.
- Girişimcilerin kurmuş oldukları şirketleri desteklemek üzere yenilenebilir enerji odaklı kuluçka merkezlerinin oluşturulması ve bu merkezin hangi teknoloji geliştirme bölgesinde konuşlanacağı hakkındaki çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- Sektörde demonstrasyon programlarının oluşturulması ve desteklenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.
- Sektörün Ar-Ge'sine yönelik sağlıklı verilerin elde edilmesi ve bilgi alışverişinin sağlanabilmesi için ulusal veri tabanının oluşturulması faydalı olacaktır.
- İş birlikleri ve farkındalığın artırılması adına uluslararası ağlara katılımın irdelenmesi, bu konuda girişimlerin başlatılması gerekmektedir.
- Kamu tarafından sağlanan ve hâlihazırda uygulanmakta olan Ar-Ge ve yenilik desteklerinin yanında bu alan için uygun olabilecek mekanizmaların etkinleştirilmesi söz konusudur.

- Bakanlığımızın uygulamakla sorumlu olduğu, sanayi-sanayi ortaklıklarını sağlayan rekabet öncesi iş birliği programının aktif bir hale getirilmesi ve öncelikli alan olarak hidrojen ve yakıt pili teknolojilerinde ortak bir girişimin başlatılması konusunda girişimler başlatılabilir.
- Yüksek yatırımların söz konusu olduğu bu sektörde risk sermayesi ve melek yatırımcılık sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir.

Yukarıda bahsi geçen Ar-Ge ve yenilik önerileri ile teknolojilerin maliyeti düşecek ve böylelikle bu teknolojilerin sanayide kullanımı mümkün olabilecektir.

KAYNAKÇA

➤ ATAMAN, Ayse Ruya. **Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları**, T.C. Ankara üniversitesi Sosyal bilimler enstitüsü Kamu yönetimi ve siyaset bilimi (yönetim bilimleri) Anabilim dalı, Ankara, 2007.

➤ GUNEROGLU, AZİZ. **Fotovoltaik sistemlerde FPGA Kullanımı**, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2008.

➤ GENÇOĞLU, Muhsin Tunay **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından önemi**, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Elazığ

- Barış, K., & Küçükali, S. (2012). Availability of Renewable Energy Sources In Turkey: Current Situation, Potential, Government Policies and the EU Perspective. *Energy Policy* , 377-91.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü Resmi Sayfası. <http://sagm.sanayi.gov.tr/Mevzuat.aspx?catID=718> .Erişim tarihi:10. 5. 2012.
- Chiavari, J., & Tam, C. (2011). Good Practice Policy Framework for Energy Technology Research, Development and Demonstration (RD&D) . Paris: OECD/IEA.
- Erdener, H., Gür, N., Erkan, S., Şengül, E., Eroğlu, E., & Baç, N. (2007). Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen. Ankara: ODTÜ.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. TKB. (2010). Enerji İstatistikleri-Projeksiyonlar. Ankara: IEA. (2010 c). Energy Policies of IEA Countries Turkey 2009 Review. Paris: OECD/IEA.
- T.C. Resmi Gazete. (2001). 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu. 3/3/2001: 24335.
- Taibi, E., Gielen, D., & Bazilian, M. (2011). Renewable Energy in Industrial Applications: An Assessment of the 2050 Potential. Vienna: UNIDO.
- Theocharis, D. T., & Yeoryios, A. S. (2005). The Sustainable Diffusion of Renewable Energy Technologies As An Example of An Innovation Focused Policy. *Technovation* , 25, 753-61.
- TÜBİTAK . (2012). TÜBİTAK ARDEB 1003 Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı. TÜBİTAK Resmi Sayfası <http://www.tubitak.gov.tr/tr/destekler/akademik/ulusal-destek-programlari/icerik-1003-oncelikli-alanlar-ar-ge-projeleri-destekleme-programi>.(Erişim tarihi:1.5.2012.)
- TÜBİTAK. (2012). TÜBİTAK TEYDEB 1511 Destek Programı. TÜBİTAK Resmi Sayfası http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/TEYDEB/1511/1511_ENERJI-2012-GE-01.pdf . Erişim tarihi:1.4.2013.)
- TÜBİTAK. (2011). TÜBİTAK Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi. TÜBİTAK Resmi Sayfası http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/ek1_ulusal_enerji_ar_ge_yenilik_stratejisi.pdf. (Erişim tarihi: 1.12.2012.)
- TÜBİTAK. (2004). Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi. Ankara: TÜBİTAK.
- TÜBİTAK. (2010). Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011-2016. Ankara: TÜBİTAK. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Resmi Sayfası. www.eie.gov.tr .(Erişim tarihi: 12.05.2012)