

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ HİBRİT
KULLANIMINI YAPAY ZEKA İLE MODELLEMESİ**

RAMAZAN ERDİ SEVDİM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÜMİT ALKAN

İSTANBUL, 2018

Ramazan Erdi SEVDİM tarafından hazırlanan “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Hibrit Kullanımını Yapay Zeka ile Modellemesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İstanbul Gelişim Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ümit ALKAN
Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Murat BEKEN
Elektrik Elektronik Mühendisliği, Nişantaşı Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye: Prof. Dr. Ekrem YANMAZ
Elektrik Elektronik Mühendisliği, İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Nuri KURUOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ramazan Erdi Sevdim

... / ... / 2018

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ HİBRİT KULLANIMINI YAPAY ZEKA İLE MODELLEMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ramazan Erdi SEVDİM

GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2018

ÖZET

Bu tez çalışmasında yenilenebilir enerji sistemi ile üretilen enerjinin bir binanın enerji taleplerini ne kadar karşılayabildiğini keşfetmek ve belirlemek amacıyla güneş enerjisi ile rüzgar enerjisinin kombine kullanımına dayanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili birçok veriler incelenmiş olup günümüzde bu kaynaklara olan talep değerlendirilmiştir. Sadece günümüzde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirilmemiş geçmişten yararlanılarak tarihsel gelişimi incelenmiş ve gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi vurgulanmıştır. Sistemlerin tüketici talebini, çeşitli enerji depolama kapasitesi miktarları ile eşleştirme verileri toplandı. Her bir yöntem için iki sistem konfigürasyonu tanımlandı ve seviyeler için uygun varsayımları yapmak için bir ekonomik analiz yapıldı. Bu analizde sübvansiyon, bakım masrafları ve geri ödemeler için faiz oranları kullanıldı. Bu yenilenebilir enerji sistemlerinin hiçbiri şu anda sadece şebekeden elektrik satın alma alternatifine göre ekonomik gerekçelerle haklı olabileceği konumunda değildir. Ancak elektrik fiyatlarındaki değişiklikler, sübvansiyon seviyeleri veya yenilenebilir enerji ekipmanı maliyetleri gelecekteki konumunu değiştirebilir. Günümüzde enerji verimliliğini öngörebilmek için bilgisayar yardımıyla bir takım matematiksel metotlar kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan yapay sinir ağları ile örnek çalışma olarak Trakya bölgesi çalışılmıştır. Bu bölgedeki rüzgar ve güneş panellerinden alınan parametreler (rüzgar hızı, sıcaklık, çalışma saati ve elektrik enerji üretimi) ile MATLAB® yazılımındaki yapay sinir ağları çalışma paketi kullanılarak tahmini değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler bölgedeki diğer rüzgar ve güneş panellerinden alınan değerlerle kıyaslanmıştır. Böylelikle bir bölgeye rüzgar türbini ve güneş panelleri en uygun hangi bölgeye ve ne şekilde konumlandırılacağı tahmininde yardımcı olmuştur.

Anahtar Kelimeler : Rüzgar Enerjisi, Güneş Enerjisi, Yapay Sinir Ağları

Sayfa Adedi : 71

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ümit ALKAN

HYBRID OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES
MODELING USAGE WITH STRUCTURAL INTELLIGENCE

(M. Sc. Thesis)

Ramazan Erdi SEVDİM

GELISIM UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2018

ABSTRACT

This thesis is based on the combined use of solar energy and wind energy in the hope of discovering and determining how much energy generated by the renewable energy system that can meet a building's energy requirements. Many data on renewable energy sources have been examined and the requirement for these sources has been assessed today. Only the presently used renewable energy sources have been evaluated and their historical development has been explored and the importance of future renewable energy sources has been emphasized. The raw data of the system's consumer demand, matching the various energy storage capacity quantities. Two system configurations were defined for each method and an economical analysis was performed to make the appropriate assumptions for the levels. In this analysis, subsidies, maintenance costs and interest rates for repayments were used. None of these renewable energy systems are currently in a position to justify economical justification as compared to the alternative to electricity purchase from the network. However, changes in electricity prices, subsidy levels, or renewable energy equipment costs can change the position in the future. Forecasting of today energy efficiency is calculated by the help of some mathematical methods. Artificial neural networks technique is the one of these. In this thesis, as a survey Trakya region is studied. Parameters (wind flow rate, temperature, working hours and electrical energy production) are measured from wind turbine and solar panels in this region. From these parameters prediction values are calculated by using MATLAB® software's artificial neural network toolbox is used. Predicted values are made correlation with the other referenced values which are also taken from other panels in this region. As a result, this analysis helps to how locate the new panels (solar or wind also their hybrids) in Trakya region.

Key Words : Single wall carbon nanotubes, order N, parallel algorithms

Page Number : 71

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ümit ALKAN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli ve danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Dr. Öğr. Üyesi Ümit ALKAN'a şükranlarımı bir borç biliyor teşekkür ediyorum. Teşekkürlerin az kalacağı diğer üniversite hocalarımdan da bana 2 yıllık yüksek lisans aşamasında kazandırdıkları her şey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teşekkürlerimi sunuyorum. Benim hayatımda çok önemli bir yeri ve parçası olan; bana olan güvenini, sevgisini ve yardımlarını benden esirgemeyen Gülistan Özbay'a ve beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan AİLEME sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
TABLULARIN LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	14
1.1. Neden Hibrit sistem?	14
2. ENERJİYE GENEL BAKIŞ.....	18
2.1. Genel.....	18
2.2. Enerji nedir?.....	18
2.3. İnsan ve Enerji.....	20
2.4. Dünyada ve Ülkemizde Enerji Talebi.....	20
2.4.1. Fosil ve Nükleer Yakıtlar.....	27
2.4.2. Yenilebilir Enerji.....	29
2.5. Enerjinin Doğru Kullanımı.....	31
2.5.1. RIO DE JANEIRO 1992 YÜZYIL ZİRVESİ.....	31
2.5.2. Sürdürülebilir Kalkınma.....	31
2.5.3. KYOTO PROTOKOLÜ 1996.....	33
2.6. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	36
3.0. GÜNEŞ ENERJİSİ.....	39
3.1. Güneş.....	39
3.2 Fotovoltaik Tarihi.....	40

3.3. Fotovoltaik Teknoloji.....	41
3.3.1. Fotovoltaik Yapısı.....	41
3.3.2. Yarı İletkenler P-N tipi.....	41
3.3.3. Fotovoltaik Etki.....	42
3.3.4. Ana Hücre Tipleri.....	43
3.3.5. Fotovoltaik Sistemin Ana Parçaları.....	44
3.4. PV Sistemlerinin Ana İlkeleri.....	46
3.5. PV Sisteminin Avantajları.....	48
4.0. RÜZGAR ENERJİSİ.....	50
4.1. Rüzgar.....	50
4.2. Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi.....	52
4.3. Rüzgar Türbini Çeşitleri.....	54
4.3.1. Yatay Eksenel Rüzgar Türbinleri.....	55
4.3.2. Dikey Eksen Rüzgar Türbinleri.....	56
4.4. Rüzgar Türbinlerini Teknolojisi.....	57
4.4.1. Rüzgar Türbinlerinin Çalışması.....	57
4.4.2. Dağıtım Ağı.....	58
4.4.3. Rüzgar Türbinlerinin Temel Prensipleri.....	59
4.5. Kanatlı Türbinler.....	62
4.5.1. DWT Giriş.....	62
4.5.2. DWT İşlemi.....	62
4.5.3. DWT İçin Basit Denklemler.....	63
5.0 PV/WT: AVRUPA VE TÜRKİYEDEKİ DURUM.....	66

5.1. Avrupa’da ve Türkiye’de PV Sistemi.....	66
5.1.1. Avrupa’da PV Sistemi.....	66
5.1.2. Türkiye’de PV Sistemi.....	68
5.2. Rüzgar Enerjisi.....	69
5.2.1. Avrupada Rüzgar Enerjisi.....	69
5.2.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi.....	75
6.0. RUZGAR VE GUNES ENERJISI SİSTEMLERİNİN HİBRİT KULLANIMI.....	76
6.1. Tasarım ve Uygulama.....	77
6.1.1. Akü Kapasitesinin Belirlenmesi Lambaların Toplam Gücü.....	77
6.1.2. Sistemin Kurulumu.....	77
6.2. PV Sistemin Amortisman Süresi.....	78
6.3. Rüzgar Türbininin Amortisman Süresi.....	78
7.0. SONUC.....	82
7.1. Yapay Sinir Ağları.....	79
7.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapay Sinir Ağları İle Enerji Üretim Tahmini.....	80
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	83

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Sekil 1.1: Bir Hibrit Sistem PV / WT'nin çalışma diyagramı.....	10
Sekil 2.1: Dünya Elektrik Üretiminde Enerji.....	21
Sekil 2.2: Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	22
Şekil 2.3. Antalya Temiz Enerji Stadyumu.....	25
Sekil 2.4. Türkiye'nin Ortalama Güneş Enerji Kullanımı.....	26
Sekil 2.5. Güneş Enerjisi Kulesi / Mersin.....	26
Sekil 2.6. Dünya Rüzgar Enerji Verileri.....	27
Sekil 2.7. Dünyadaki Toplam Enerji Tüketimi.....	29
Sekil 2.8. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	30
Sekil 2.9. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Üretimi.....	30
Şekil 2.10. İngiltere'de Sera Gazı Emisyonları.....	33
Şekil 2.11. Fransa İçin Sera Gazı Emisyonları.....	34
Şekil 2.12. Yunanistan İçin Sera Gazı Emisyonları.....	34
Şekil 2.13. Türkiye'de Sera Gazı Emisyonu.....	35
Şekil 2.14. Kyoto Protokolü Katılma Haritası.....	36
Sekil 2.15. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	37
Sekil 3.1. Güneş: Dünyanın En Büyük Enerji Kaynağı.....	38
Sekil 3.2. Genel Bir Silikon PV Hücrenin Temel Yapısı.....	40
Şekil 3.3. Bir PV Hücresinin Çalışması.....	41

Şekil	Sayfa
Sekil 3.4. Standart Test Koşulları Altında Tipik Bir Silikon PV Hücresinin I-V Eğrisi.....	42
Şekil 3.5. Konut Tipi Bir PV Sisteminin Genel Şeması.....	44
Şekil 3.6. Güneş Işımının Farklı Yoğunluklarındaki I-V Eğrisi.....	46
Sekil 4.1. Rüzgar Enerjisi.....	49
Şekil 4.2. Küresel Rüzgar Sirkülasyonu.....	50
Sekil 4.3. Dünyadaki Rüzgar Enerji Potansiyeli.....	51
Şekil 4.4. Çok Pervazlı Bir Rüzgar Türbine.....	52
Şekil 4.5. ENERCON E-82 Rüzgar Türbine.....	55
Şekil 4.6. Darrieus Tipi Dikey Eksenli Türbin.....	56
Şekil 4.7. Bir Rüzgar Türbininin Ana Parçaları.....	57
Şekil 4.8. Clark Y Aerofoil Bölümü İçin, Kaldırma Katsayısı CL, Sürüklenme Kat sayısı CD ve Kaldırma Açısı (L / D) Karşı Saldırı Oranı.....	60
Şekil 4.9. Tipik Rüzgar Türbini Rüzgar Hızı-Güç Eğrisi.....	61
Şekil 4.10. Bir DWT Üzerinden Bina ve Rüzgar Akışı Üzerindeki Rüzgar Akışı.....	63
Şekil 4.11. Rüzgar Türbini ile Basit bir Kanal.....	64
Sekil 5.1. Avrupa'daki Yıllık Toplam Güneş Radyasyonu Seviyeleri (kWh / m ²).....	66
Şekil 5.2. Deniz Üzerinde Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı.....	72
Şekil 5.3. Avrupa'da Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı.....	73

Şekil	Sayfa
Şekil 5.4. Yunanistan'da Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı.....	74
Şekil 5.5. AB-15 İçin Son 10 Yıl Kurulu Rüzgar Kapasitesi.....	75
Şekil 5.6. 2015 yılında Avrupa'da Kurulan Rüzgar Enerjisi.....	75
Şekil 5.7. Rüzgar Çiftliklerinin Yunanistan Üzerinden Dağılımı.....	76
Şekil 5.8. Rüzgar Çiftliklerinin İngiltere'ye Dağılımı.....	78
Şekil 6.1 Hibrit Sistem Modeli.....	80
Şekil 6.2. Fotovoltaik Panellerin Seri ve Paralel Bağlantısı.....	82
Şekil 6.3 Yapay Sinir Ağları Sistemine bir örnek.....	86
Şekil 6.4 Elektrik Üretim Tahmin değerleri için kullanılan yapay sinir ağı modeli.....	86
Şekil 6.5 Regresyon grafik değerleri.....	87

TABLULARIN LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1 Avrupadaki Toplam Güneş Enerjisi.....	67
Tablo 1.2 Alınan gerçek değerler.....	86
Tablo 1.3 Yapay zeka kullanılarak oluşturulan tahmini değerler.....	86



1. GİRİŞ

Bu proje, bir dizi kanallı rüzgar türbini ve PV panelini oluşturan hibrid bir sistemden enerji üretimiyle ilgilidir. Bunlar, belli melez sistemlerin kullanılmasıyla, bu sistemlerin binanın enerji taleplerini kapsayabileceğini keşfedeceğiz. Bu benzeri enerji ihtiyaçları, sonuçların net bir şekilde görüntüsünü göstermek ve etkili bir şekilde karşılaştırmaya çalışacağız.

1. 2. Neden Hibrit Sistem?

Hiçbir yenilenebilir enerji kaynağı tek başına her koşullarda ve her zaman çalışabilir durumda olmadığı için farklı hibrid sistemlere ihtiyaç duyulur. Yıllardır olan hibrid teknolojisi gelişmesi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmaya başladı.

Hibrit sistemlerin performansı ve verimi yüksektir. PV (güneş enerji) kuru ve uzun yaz günlerinde yüksek verimi verirken; rüzgar enerjisi ise fırtınalı ve yoğun rüzgarlı bölgelerde en yüksek verimi verir. Bu iki sistem hibrit sisteme dönüştürüp hem güneşli hemde rüzgarlı zamanda süreklilik kazanmış olur.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları

Hidroelektrik sistemler:

- Kilowatt saat (kWh) başına en düşük maliyet
- Yıl boyunca kesintisiz güç çıkışı sağlar
- Büyük pil bankı genellikle gerektirmez
- Sistem sessiz çalışır
- Düşük bakım masrafı

Rüzgar Enerji Sistemleri

- İyi yerleştirme ile kWh başına düşük maliyet
- Küçük sistemler düşük bakım maliyetli olabilir
- Bazı yerlerde önceden tahmin edilebilir güç çıkışı

Güneş Enerji Sistemleri

- Çoğunlukla her alanda kullanılır
- Bakımı düşük maliyetli,
- Uzun ömürlü sistem
- Uzun zaman denetime gerek kalmaz
- Önceden tahmin edilen güç çıkışı
- Kolay kurulum
- Sessiz bir çalışma

Dezavantajları

Hidroelektrik

- Kaynakları yetersizdir,
- Su kaynakları akışında önemli yeri vardır,
- Baraj seti veya çevre düzenlemesinde kurulum maliyeti yüksek
- Boruların donması gibi sorunlar oluşturabilir
- Bakım yapılmazsa verim düşer.

Rüzgar Enerji Sistemleri

- Kaynak yetersizdir,
- Kule maliyeti fazla ve kuleyi dikmek için ağır aletlere ihtiyaç olabilir
- Bazılarına görünüşü yönünden rahatsızlık verebilir
- Bazı yerlerde güç çıkışı düzensiz olur, böylelikle büyük pil bankası ya da extra güç kaynağı kullanımını zorunlu kılar
- Yüksek rüzgârlarda gürültü çıkarabilir
- Kanatlardaki küçük bakımlarda bile zorluklar ortaya çıkabilir. Bunun için eklenen sistemler maliyeti arttırır ve sistemi karmaşılaştırır.
- Zaman hareket halinde olanlarda yıpranacak.

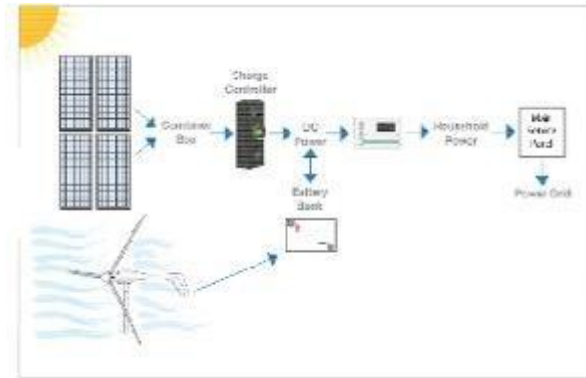
Güneş Enerji Sistemleri

- Güneş panelleri alımı için harcanan yüksek başlangıç masrafı
- Güç çıkışı düzensiz olunca pil bankası extra güç kaynağını zprunlu kılar.
- Yüksek bir şekilde güneşe ihtiyaç vardır, gölgeli alanlar göre değildir

Fazla üretilen kullanılmayan enerji ise akülerde depolanarak yaz-kış gece-gündüz demeden kesintisiz elektrik enerjisi elde edilmiş olur. Elektrik enerjisi hiç kesintiye uğramadığı için hibrid sistemde neredeyse hiç dezavantaj olayına rastlamaz ve mağduriyet yaşamayız.

Hidroelektrik enerji hariç enerji türleri tek başına yeterli değildir. Bu yüzden bireysel kullanım amaçlı uygulamalarda rüzgar ve güneş hibrid enerji sistemleri kullanılır. Böylelikle rüzgarın az olması yazın güneş enerjisinden, güneşin az olmasında ise kış aylarında daha fazla rüzgar enerjisiyle ihtiyaç karşılanmış olur. Fazladan üretilen enerji ise depolanarak akülerde durmadan, sürekli olarak elektrik enerjisi elde etmiş olur. Hiç kesintiye uğramadığı için elektrik enerjisi hibrid sistemde hemen hemen hiç dezavantajı yoktur. Bu yüzden de mağduriyet durumunu yaşamayız.

Günümüzde artık kırsal ve kentsel alanlardaki birçok ev hibrid sistemleri kullanıyor. Daha önce açıklandığı gibi, projemde kullanılan bu sistem, rüzgar türbanlı bir türbin ve PV panellerine dayanıyor ve fonksiyonu aşağıdaki resme benzer.



Şekil 1.1: Bir Hibrit Sistem PV / WT'nin Çalışma Diyagramı.

Bu özel hibrit sistem birçok fayda sunmaktadır. Daha özel olarak bir rüzgar / güneş hibrit sistemi için değerlendirme yapmak bölgedeki rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeline bağlıdır. Bu nedenle gün boyunca güneş enerjisini kullanarak ve güneş battığında da fonksiyonunu

sürdürmek için potansiyel rüzgar enerjisinden yararlanılarak çalıştırılabilir. Bu nedenle, rüzgar ve güneş sistemleri, karma bir sistemde birlikte iyi çalışır ve sadece rüzgar enerjisi veya sadece PV sistemlere kıyasla bir yıl boyunca çok daha yüksek verimli üretim sağlar. Dahası, piller gibi uygun yardımcı sistemleri kullanarak, bina tarafından güneş veya rüzgarın olmadığı dönemlerde kullanılan elektrik taleplerini telafi etmek için enerjiyi depolayabilirsiniz. Son olarak, sonlu olmayan kaynakları, yani güneş ve rüzgar (hibrid) kullanmak ekonomik açıdan sağlam ve avantajlıdır.



2. ENERJİYE GENEL BAKIŞ

2.1. Genel

İnsanlık, tarihinin kritik bir dönüm noktasındadır. Fosil yakıtların, özellikle de petrolün temel miktarlarını garanti altına almak için hem meşru hem de gayri meşru yolların kullanılması, ülkeler arasındaki çatışmalara neden olmaktadır. Bu, çeşitli insan faaliyetlerinden kaynaklanan doğal çevrenin bozulmasıyla birlikte, ters çevrilmesi, zor olan dünyadaki iklim değişiklikleri ve Dünya'nın doğal kaynaklarının kademeli olarak tükenmesi, gezegenimizdeki gelecek nesiller için insanlığın geleceği ve yaşam kalitesiyle ilgili kaygının yoğunlaşmasına neden olmuştur. Dünyadaki en önemli madde olan enerjiyi elde edebilmek için, yukardaki faktörler feda edilmiştir.

2.2. Enerji nedir?

Enerji, iş üretme kabiliyeti olarak tanımlanır. Enerji bileşik bir kelimedir ve bir cisim içinde çalışmak anlamına gelen Yunanca kelimeler: en + ergon'dan gelir. Normal teknik tanım, enerjinin çalışma kapasitesi ya da yeteneğidir. Enerjinin daha bilimsel bir tanımı ünlü fizikçi Max Planck tarafından verilmiştir. Planck'e göre enerji: "Bir sistemin dış faaliyet üretme kabiliyeti" olarak tanımlanmaktadır. Kısacası enerji iş yapabilme gücü ve yeteneğidir. Skaler bir büyüklüktür [1].

Toplamda 8 adet ana enerji türü vardır. Bunlar;

Potansiyel Enerji

Bir madde veya cisimin konumu ve durumunu belli eden bu yüzden sahip olmuş olduğu enerji türüdür. Mesela havada durmak olan bir cisimde potansiyel enerji vardır. İp ile tavana asılan bir maddede potansiyel enerji vardır. Yükseliği bulunan gerilmiş veya sıkılmış bütün cisim ve maddelerde potansiyel enerji bulunmaktadır [2].

Kinetik Enerji Nedir

Kinetik enerjinin oluşabilmesi için bir madde veya cisimin hareket etmesi gerekmektedir. Kinetik enerji hızı olan cisimlerin elde ettiği bir enerjidir. Kinetik enerjiye örnekler; koşan bir çocuk, futbolda şut çekme anında giden top, veya dönen bir tekerlekte kinetik enerji vardır [3].

Isı Enerjisi Nedir?

Cisim ve maddelerin sıcaklığı nedeniyle sahip oldukları bir enerji türüdür. Isısı yüksek yada düşük olan yani ılık olan bir maddede ısı enerjisi vardır. Ampul, elektrik sobası vs. gibi şeyler ısı enerjisine örnektir.

Elektrik Enerjisi Nedir?

Cisim ve maddelerdeki elektrik sebebiyle oluşan enerji çeşitidir.

Işık Enerjisi Nedir?

Işık enerjisi, karanlık bir yeri aydınlatan hertürlü cisimde olan bir enerji türüdür. Ampul, güneş, lamba vs. gibi cisimler Işık enerjisine örnek verilebilir.

Kimyasal Enerji Nedir?

Madde ve cisimlerin kimyasal reaksiyonda bulunmasından sonra ortaya çıkan bir enerji türüdür. Yanma, yakma vs. gibi olaylar bir enerjidir ve bunlardan bir enerji açığa çıkarır [3].

Nükleer Enerji Nedir?

Fisyon yada füzyon sonunda ortaya çıkar. Nükleer santrallerden fisyon ve füzyon ile elektrik elde eder.

Ses Enerjisi Nedir?

Ses bir enerji türüdür. Anlaması kolay değildir. Bir örnekle açıklayalım; mesela bir camın kırılma anındaki ses. Cam kırıldığı anda yüksek bir ses çıkar. Bu bir enerji türüdür.

Enerji, dokunamayacağımız, görebileceğimiz, koklayabileceğimiz veya duymadığımız bir şeydir. İnsanlar ve medeniyetler enerji olmadan hayatta kalamazlar. Enerji, günlük yaşamımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. Doğada görülen yüzlerce farklı haliyle enerjiye bağlı yaşıyoruz. Hem organizmalarımızın çalışması hemde makinalarımızın çalışması için enerjiye ihtiyaç duyuyoruz.

Enerji her bir insan aktivitesi için ana motivasyon oluşturmaktadır. Bütün geçmişi boyunca, insanlar doğanın cömertçe sağladığı yetenekleri kullandı. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, su

enerjisi ve yangın gibi bu doğal kaynaklar yaşam kalitesini ve çevre koşullarını geliştirmek adına kullanılmıstır [4].

2.3. İnsan ve Enerji

Çevresel kalite araştırması, insanla doğa arasındaki düzenli dengeyi kurmayı amaçlayan atalar eğilimini oluşturur. Çevresel kalite faktörleri sanayi devriminden sonra kullanımını yitirmeye başlamıştır. Bunun sebebi insanların her şeye gücünün yeteceğini ve gezegendeki kaynakların hiç bitmeyeceğini düşünerek ölçsüz ve plansız kullanmalarından oluşmaktadır.

Günümüzde enerji ekonomik, sosyal ve çevresel olarak insan gelişiminin her alanına etki etmektedir. Enerji hizmetleri ekonomik faaliyet için önemli bir girdi sağlamaktadır. Bu enerji servisleri eğitim ve halk sağlığı yoluyla toplumsal gelişmeye katkıda bulunur ve temel insan ihtiyaçlarını yiyecek ve barınak için karşılamaya yardımcı olurlar. Ancak, artan enerji kullanımı kirliliği yoğunlaştırabilir ve enerji kaynaklarının yanlış yönetilmesi eko sistemlere zarar verebilir. Enerji kullanımı ve insan gelişimi arasındaki ilişkiler son derece karmaşıktır.

Uzmanların görüşlerine göre, dünya nüfusunun ve biyotik seviyenin hızla artması, ve enerji kaynaklarının bilinçsizce kullanımı insanlığı uzun bir enerji akışına götürmekle tehdit etmektedir. Kaynaklara göre, yaklaşık 2002'ye kadar 1.6 milyar insan olan dünya nüfusunun dörtte birinin evlerinde elektrik erişimi yoktu. Bu yukarıda bahsedilen enerji artışı daha anlaşılır hale gelmektedir.

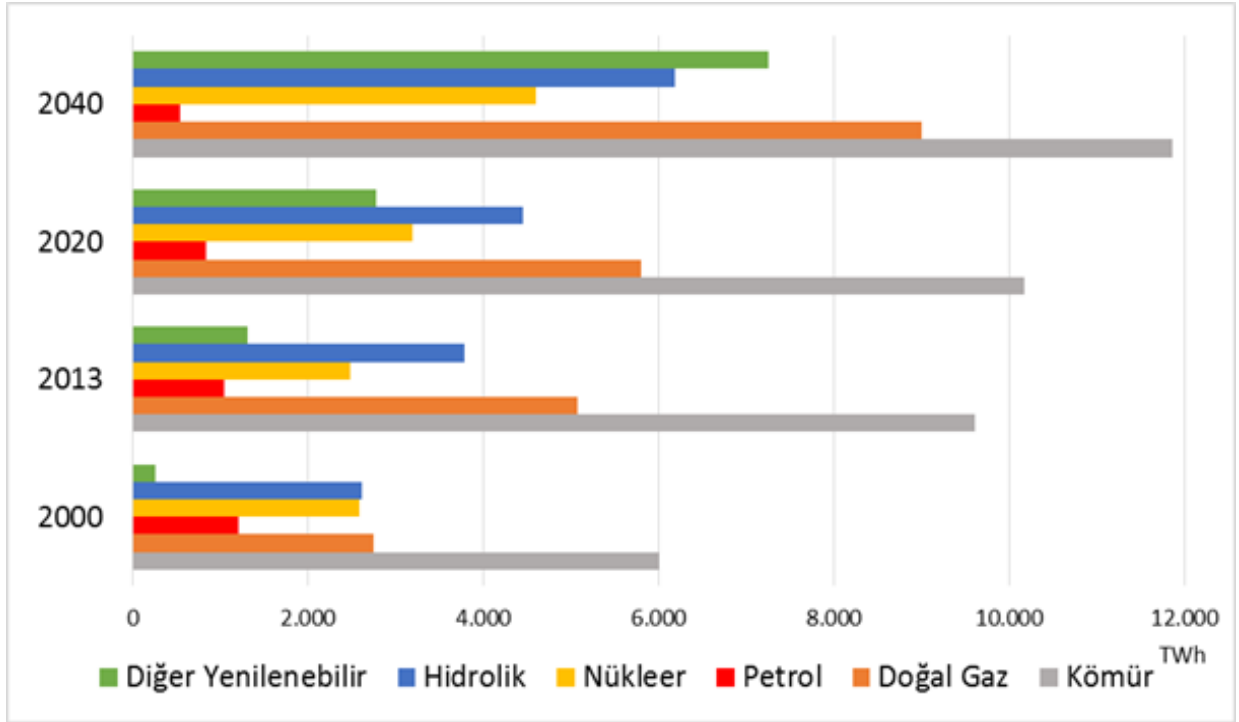
Gezegimizin mevcut enerji kaynaklarının ne kadar israf edildiğini anlamaya çalışırken, insanlığın son yüz yıl içinde çok miktarda hammadde ve enerji kaynağı harcadığı dikkat çekmektedir. Elbette ki bu, insanların cehaletinden; enerji ve hammadde rezervlerinin sınırsız olduğuna dair düşüncesinden kaynaklanıyor ve gelecek için bu durum felaket sonuçlar doğuracak fark etmeden enerjinin boşa gitmesine ve düşüncesizce hammadde kullanılmasına neden olacaktır.

2.4. Dünyada ve Ülkemizde Enerji Talebi

Dünya ana enerji talebi, özellikle 20. yüzyılın son yarısında önemli bir artış göstermiştir. Enerji için ölçüm birimi 1 Quad olarak kullanıldığında, bu 1018 B.T.U = 2.929.1014 kWh'ye eşittir. (Bir libre (453,6 gr) suyun sıcaklığını 63° F'den 64° F'ye çıkartmak için gerekli olan enerji miktarına B.T.U denilmektedir). Ayrıca 1 Quad yaklaşık 25 Mtep'ye eşittir. (Mtep: enerji sektöründe kullanılan bir kısaltmadır. Bir ton petrole esdegerdir). Her geçen gün

yaşlanmakta olan dünyamızda nüfus ve ihtiyaçlar artmakta; teknoloji gelişmekte ve buna bağlı olarak enerji ihtiyacı artmaktadır. Son 30 yıl boyunca neredeyse ikiye katlanan enerjinin taleplerinde önemli bir artış olduğunu gözlemleyebiliriz. 2030 yılına kadar önümüzdeki 13 yıl boyunca, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında bir artış ve fosil yakıtların kullanımında küçük ancak dikkate değer bir artış gözlemleniyor. Son yıllarda ve özellikle dünya enerji dengesinde gelecek yıllardaki önemli rolü yenilenebilir enerji kaynakları oynayacak. Yenilenebilir enerji kaynakları, miktarlarının sınırlı olmaması, çevreye daha az zarar vermeleri ve güvenli olmaları nedeniyle fosil yakıtlardan daha avantajlıdır.

Ayrıca fosil yakıtların gelişmiş ülkelerde tüketilen enerjinin% 85'ini oluşturduğunu 2030 yılına kadar artacağını ve gelişmekte olan ülkelerde tüketilen enerjinin% 55'ini yine fosil yakıtlar olacağı tahmin edilmektedir. Fosil yakıtlar için, 2002'deki 10.3 milyar ton ile karşılaştırıldığında, talep 16.5 milyar ton petrol eş değerine ulaşacak. Gelişmiş ülkelerde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kademeli olarak azalacağı ile birlikte fosil yakıtların ve özellikle petrolün kullanımında azalma eğilimi olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara aşırı bağımlılığı azaltmak için yapılan ilk adım olarak görülmektedir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı yaklaşık % 14 seviyesinden yaklaşık % 40 seviyesine çıkacağı ve nükleer payı ise % 7'den % 5'e düşecektir. Fosil yakıt kaynaklarının mevcut rezervlerinin bir sonraki için, kömürün 200 yıl, doğal gaz için 60 yıl ve petrol için 50 yıl içinde biteceği öngörülmektedir. Alternatif enerjilerin doğal ve teknik potansiyelleri dünya enerji ihtiyacının tümünü karşılamaya yetecek düzeydedir. Mevcut potansiyelleri günlük olarak tüketilen atom ve fosil enerjilerden 15000-20000 kat daha fazladır.



Şekil 2.1. Yeni Politikalar Senaryosu Dikkate Alındığında Dünya Elektrik Üretiminde Enerji Kaynaklarının Payları (2000-2040)

Her yıl ülkemizdeki ruzgar ve güneş enerjisi yatırımları değişmektedir. Dünya Enerji Konseyinin 2016 yılında yayınladığı raporlar incelendiğinde, geçtiğimiz senenin yenilenebilir enerji alanında dünya genelinde yapılan yatırımların toplamı yaklaşık 286 milyar doları bulmaktadır [4].



Sekil 2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Gunumuzde yapılan hesaplamalar ve araştırmalara gore, dñnyada uretilen enerji kaynaklarinin %30'unu yenilenebilir enerji kaynagi oluşturmaktadır. Bu uretilen enejininde %23'unu elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Gectimiz son 10 yilda yenilebilir enerji kaynaklarında, özelliklede ruzgar ve gunes enerjisinde yüksek bir artis görñlmesine rağmen bu kaynakların toplam küresel elektrik üretimine katkisi sadece %3-5 oranındadır.

Ülkemizde enerji alanındaki değişimleri ve verilerin baz alınarak Ekim ayında yapılacak olan 23. Dünya Enerji Kongresinde yenilebilir enerji kaynaklarına dayali birçok konunun tartisilmasi bekleniyor.

Dunya Enerji Konseyinin genel sekreteri olan Mr. Frei yenilebilir enerji kaynakları hakkındaki goruslerini birçok kez belirtmiştir. Mr. Frei bu alanda buyuk bir ilerleme kaydetmenin tek yolunun, yenilebilir enerji kaynaklarından uretilen enerjiyi maximum elektrik enerjisine dönüştürölmesi gerektiğini ve bunu ekonomik acidan en dusuk miktarla başarabilecek plan ve calismaların yapılması gerektiğini aciklamistir.

Yenilebilir enerji kaynaklarının bir ülkeye katkısı, o ülkede bulunan sartalara ve yasalara göre değişiklikler gösterebilir. Ortaya atılan yeni projelerin ve kurulmuş olan kaynakların birlikte sistematik halde yürütülmesi, bütünsel ve uzun vadeli çalışmaların elede edilmesi için atılabilecek en büyük adımlardan biridir. Ülkenin coğrafi konumu, ekonomik yapısı, elde edilen enerjinin dağıtımı ve maliyet miktarı yenilebilir enerji kaynaklarını etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu alandaki en büyük amaçlardan biri, enerji kaynaklarındaki entegrasyonun sürekliliğidir. Entegrasyondaki sürekliliğin sağlanması için bazı alanlara önem gösterilebilir. Örneğin, CO₂ emisyon düzenlemelerinin uzmanlar tarafından dikkatlice incelenmesi, ve piyasadaki durum göz önünde bulundurularak uzun vadeli sistemlerin kurumuna yönelik araştırma ve planlar oluşturulmalıdır. Yenilebilir enerji kaynaklarına doğrudan etkisi olan hava ve iklim değişiklikleri, meteorolojik araştırmalar ve alınan sonuçlara göre projeye yapılması gereken değişiklikler ve yenilikler göz önünde bulundurulmalıdır.

Türkiyede Temiz Enerji İhtiyacı

Türkiye’de yenilenebilir enerji çalışmaları 2005’te çıkartılan Yenilenebilir Enerji Kanunu (YEK)’e dayanmaktadır, ayrıca AB’ye uyum kapsamında 2011-2020 yıllarını kapsayan Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (YEPP) yürürlüğe girmiştir. Plana göre 2023’te Türkiye’de üretilen elektriğin %22’si hidroelektrikten (ama miktar daha büyük olacak çünkü toplam çok daha büyük olacak) ve %16’sı diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmesi hedefleniyor. YEPP’e göre ulaştırma sektörünün %10’u yenilenebilir enerjiden yararlanacak. Plana göre rüzgar 3 GW’tan (gigawatt) 20 GW’a ve güneş enerjisi 5 GW’a çıkartılacak [5].

Türkiye, 2013 yılında yenilenebilir enerjide dünya ortalamasının üzerinde üretim gerçekleştirmiştir. Dünyada üretilen enerjinin %22’si yenilenebilir iken Türkiye’de bu oran %29’a ulaşmıştır [24]. 2015 yılı sonu itibarıyla Türkiye elektriğinin %32.5’ini yenilenebilir enerji kaynaklarından üretmiştir. %25.8 hidroelektrik, %4.4 rüzgar %1.3 jeotermal %0.6 biyogaz ve diğerleri %0.4 güneş enerjisinden üretilmiştir. Şebeke paritesine, güneş enerjisi için 2018 ve rüzgar için 2019’da ulaşılacağı tahmin ediliyor. Şebeke paritesi, alternatif yollarla üretilen elektrik enerjisinin fiyatının, eski yöntemlerle üretilip, şebekeden satın alınan kadar ucuz olmasını ifade eder. Ama çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi Türkiye’de hala yeterince anlaşılabilmiş değildir. 2015’te Antalya’da, günde 550 evin

ihtiyacını karşılayacak, dünyada en fazla temiz enerji üretme kapasitesine sahip stadyum inşa edildi [5].



şekil 2.3. Antalya Temiz Enerji Stadyumu

Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli			
Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü			
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
Ocak	4,45	51,75	103
Şubat	5,44	63,27	115
Mart	8,31	96,65	165
Nisan	10,51	122,23	197
Mayıs	13,23	153,86	273
Haziran	14,51	168,75	325
Temmuz	15,08	175,38	365
Ağustos	13,62	158,4	343
Eylül	10,6	123,28	280
Ekim	7,73	89,9	214
Kasım	5,23	60,82	157
Aralık	4,03	46,87	103
Toplam	112,74	1311	2640
Ortalama	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı		
Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü		
BÖLGE	TOPLAM ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Şekil 2.4. Türkiye'nin Ortalama Güneş Enerji Kullanımı



Şekil 2.5. Güneş Enerjisi Kulesi / Mersin

Ülke	Kurulu Güç (MW)
Çin:	42,287
ABD:	40,18
Almanya:	27,214
İspanya:	20,676
Hindistan:	13,065
İtalya:	5,797
Fransa:	5,660
İngiltere:	5,204
Japonya:	2,304
Türkiye:	1,329
Yunanistan:	1,208

**Dünya Rüzgar Enerjisi Konseyi 2010 Verileri*

Şekil 2.6. Dünya Rüzgar Enerji Verileri

2.4.1. Fosil ve Nükleer Yakıtlar

Fosil yakıtlar küresel enerji kullanımına hâkim olamaya devam edecektir. Elbette fosil yakıtlar, insanın günlük olarak kullandığı enerji kaynaklarının bir parçasıdır ve bunlara yenilenemeyen enerji kaynakları denir. Onların yenilenemez kaynaklar olarak adlandırılmasının nedeni, muazzam bir zaman diliminde yaratılmaları için özel basınç ve sıcaklık koşulları gerektirmesi ve bir tükenebilir olmalarıdır. Günümüzde kullanılan ana enerji kaynakları kömür, petrol, gaz ve nükleer enerjidir.

Kömür uzun yıllardır dünyadaki birçok ülkenin temel yakıtlarından biridir. Genellikle sanayi devrimi ile bağlantılıdır. Mevcut dünya sanayi üretiminin büyük bir kısmı madencilik kömürünün yanmasından kaynaklanan enerjiye dayanmaktadır, örneğin kömür enerjisi, ABD'deki elektrik taleplerinin yaklaşık% 50'sini ve İngiltere'de% 28'ini kaplamaktadır. Son kullanım sektörlerinde kömür tüketimi yavaşça artmaktadır. Buna göre, 2030 yılına kadar yılda% 1.5 artması bekleniyor [6].

Petrol, küresel birincil enerji karışımı içindeki en büyük yakıt olarak kalmaya devam edecek ve petrol talebinin 2030 yılına kadar yılda% 1.6 oranında artması bekleniyor. Petrol, eski

Mısırlılar tarafından kullanılmış ancak sanayi devrimi süresince geniş çapta geliştirilmiştir. Petrol dünyasında üretim 19'uncu yüzyılın ortalarında yoğunlaştı. Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren petrol kullanımı muazzam bir hız kazandı. Yakın dönemde, 1973 ve 1979'daki 2 petrol krizi bu ticareti önemli ölçüde azalttı ve ileri teknolojik çözümlerin kullanılmasına yol açtı. Bu, yenilenebilir enerji kaynakları yönünde bir değişime ve ortopedik kullanım ve enerji tasarrufu sektörlerinde daha sıkı bir politika uygulamasına neden oldu. Petrol fiyatları hala dünya ekonomisinin sağlığını önemli ölçüde etkiliyor. 26/01/2018 tarihinde, jeopolitik gerilimler (Irak savaşı, bugün Ortadoğu savaşı, Suriye Mısır ve İrandaki olaylar Nijerya'daki istikrarsızlık vs.) nedeniyle dünya genelinde finansal istikrarsızlık yaratan petrol fiyatları varil basi 70 \$ 'ın üzerine çıktı. Petrol fiyatları yüksek ve istikrarsız kaldığı sürece, ekonomik refah riski devam edecektir.

Doğal gaz yeni bir şey değil. Aslında, yerin altından çıkarılan doğal gazın çoğu milyonlarca yaşında ve doğal gaz keşfeden ilk medeniyetlerden biri M.Ö. 1000 civarında Rumlardı. Doğal gaz, dünyanın enerji arzının hayati bir bileşenidir ve dünyanın birçok yerinde yeni enerji santrallerinde en rekabetçi yakıt olmaya devam edecektir. Tüm enerji kaynaklarının en temiz, en güvenli ve en yararlı kaynaklarından biridir. Doğal gaz talebinin 2030 yılına kadar yılda% 2.3'lük sabit bir oranda artması bekleniyor ve bu yıl gaz tüketiminin şu andan yaklaşık% 90 daha yüksek olduğu tahmin ediliyor. Buna ek olarak, doğal gaz, dünyanın en büyük ikinci enerji kaynağı olarak kömürü aşacak [6].

Nükleer güç, itici güç, ısı ve elektriğin üretilmesi de dahil olmak üzere iş için enerjiyi serbest bırakmak için nükleer reaksiyonların kontrollü kullanımınıdır. Nükleer enerji, dünyanın elektriğinin% 17'sini sağlıyor. Avrupa'da, nükleer santrallerin nükleer üretimi yaklaşık 173 GW olarak tahmin ediliyor; Fransa yaklaşık 60 GW üretim tahminiyle öncülüğünü yapıyor ve elektriğinin% 75'ini nükleerden üretiliyor. Nükleer enerjinin kullanımı İkinci Dünya Savaşı sırasında askeri amaçlarla başladı, ancak o dönemden sonra kullanımını enerji taleplerini esas alan barışçıl amaçlara hizmet etmek için genişletti. Günümüzde nükleer enerjinin 2030 yılına kadar yılda% 0,4'lük sabit bir oranda artması bekleniyor. Nükleer enerjinin önümüzdeki birkaç yıl içinde ve özellikle 2010'dan sonra Avrupa'da düşeceği öngörülüyor, ancak birçok Asya ülkesinde artacak. Elbette tüm bu tahminler nükleer enerjiyle ilgili gelecek görüşlerin bir sonucu olarak değişebilir ve nükleer enerjinin bugün öngörülecek kadar önemli hale gelmesine neden olabilir [2, 17].

2.4.2. Yenilebilir Enerji

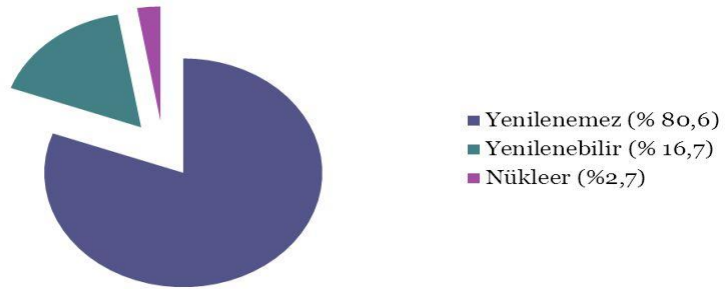
Tartışılmayacak tek şey, yenilenebilir enerjinin toplumsal yaşamın birçok yönünde radikal değişiklikler getirmesi ve fosil yakıtlarla ve nükleer enerji ile ilişkili birçok çevre sorununu çözeceği yönündedir. Şu anda küresel düzeyde yenilenebilir enerji sadece az miktarda fosil ve nükleer yakıtın yerini alabilir ancak bunları tamamen uzun vadede değiştirmeyi umuyoruz.

Günümüzdeki yenilenebilir enerji, birincil enerji talebinin% 14'ünü kapsamakta ve tablonun altından gözlemlendiğimiz gibi, 1400 Mtep olarak tahmin edilmektedir ve 2030 yılına kadar 2226 Mtep'e çıkmayı hedeflemektedir. İlk ve şimdiye kadarki en büyük yenilenebilir enerji kaynağı biyokütledir. Bu kaynak özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki pişirme ve ısıtma için kullanılan enerji taleplerinin üçte ikisini kaplamaktadır. İkinci en büyük yenilebilir enerji kaynağı hidroelektriktir. Güneş, rüzgar, jeotermal, gel-git ve dalga enerjisi, her biri küresel enerji talebinin yalnızca küçük bir bölümünü oluşturur.

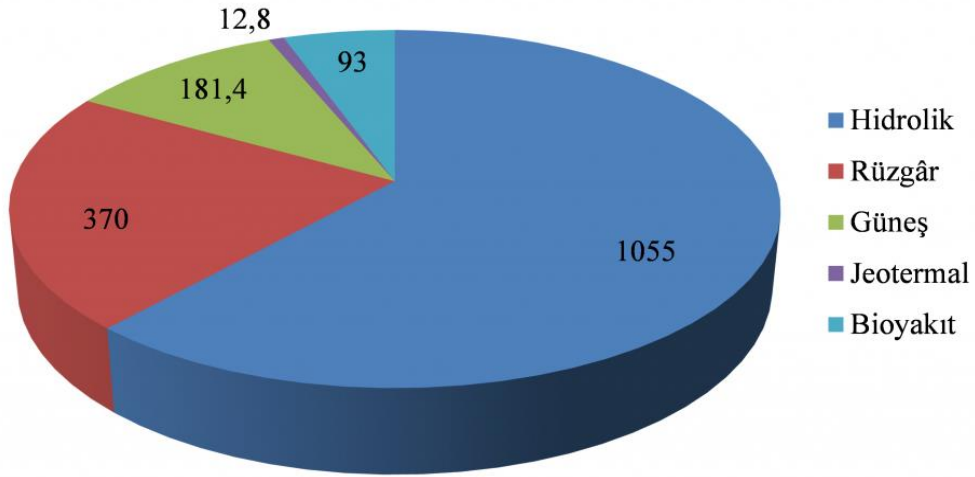


DÜNYADAKİ TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİ

Kaynağına göre dünyadaki toplam enerji tüketimi



Sekil 2.7. Dünyadaki Toplam Enerji Tüketimi



Kaynak: Renewables 2015 Global Status Report.

Sekil 2.8. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

(MW)		Yenilenebilir enerji kaynak bazlı enerji üretimi ve hedefler			
Yenilenebilir Enerji Kaynağı	2015	2017	2019	2023	
1 Hidroelektrik	25.526	28.763	32.000	34.000	
2 Rüzgar	5.660	9.549	13.308	20.000	
3 Güneş	300	1.800	3.000	5.000	
4 Jeotermal	412	559	706	1.000	
5 Biyokütle	377	530	683	1.000	

Kaynak: ETKB

Sekil 2.9. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Üretimi

Yenilenebilir enerjinin dörtte üçünden fazlası gelişmekte olan ülkelerde tüketilmektedir. Örneğin Paraguay, Nepal ve Kongo gibi ülkeler yenilenebilir enerji ve çoğunlukla hidroelektrik kullanarak elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Yukarıdaki tablodan gözlemlediğimiz gibi, dünyanın enerji talepleri için yenilenebilir enerji yakın gelecekte büyük bir rol oynamaktadır. Önümüzdeki yıllarda önemli bir artış bekleniyor ancak toplam

enerji tüketiminin dünya genelindeki payı büyük oranda değişmeden% 14 civarında kalması bekleniyor.

2.5. Enerjinin Doğru Kullanımı

Son zamanlarda yılda ortalama küresel enerji tüketimi, her 10 ya da 12 yılda tüketilen enerji miktarlarının % 4 ila % 5 arasında değişen bir oranda artmıştır. Konvansiyonel yakıtların rezervlerinin tükenmesi dikkate alındığında bunun insanları endiselendirecek bir durum olduğu görülmektedir.

Elektrik, sıcak su, ısıtma ve taşıma, günlük hayatımızı etkileyen konforlar, gezegenimizin doğal kaynaklarına bağlı. Petrol ve doğal gaz rezervleri hızlı bir şekilde azalmakta ve ihracatı daha zor ve pahalıdır. Sera etkisini azaltmak amacıyla enerji bu mineral formlarının tüketiminin kısıtlanması 1992 yılındaki konferansta, Rio de Janeiro'da, çevre ve kalkınma için temel zorunluluklardan birini oluşturdu.

2.5.1 RIO DE JANEIRO 1992 Yüzyıl Zirvesi

Rio bildirgesinin ilkeleri, gündem 21 olarak adlandırılan yirminci yüzyıl için bir büyüme programı ile bağlantılıdır. Gündem 21, daha uygun bir büyümenin garantisi için eksiksiz ve yaratıcı bir yaklaşım oluşturmaktadır. Bu yükümlülükler, yoksullukla mücadele etmek, küresel nüfusu kontrol altında tutmak, sıhhi koruma sağlamak, tüketim kalıplarını değiştirmek ve geliştirmekte olan ülkeler için uygun bir kentsel modeli teşvik etmek gibi sosyal ve ekonomik boyutlara sahiptir. Gündem 21, 21. yüzyılda dünyaya sürdürülebilir kalkınma için bir eylem planı hazırlayan ilk dünya çabasıydı.

2.5.2 Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir Kalkınma ilk olarak 1983 yılında kurulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun (WCED) "Ortak Geleceğimiz" başlıklı bir rapor yayınladığı 1987 yılında bir kavram olarak geliştirildi. Belge «Brundtland Raporu» olarak bilinir hale geldi. Sürdürülebilir kalkınma şu şekildedir: "Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeksizin, günümüzün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınmadır." Ortak Geleceğimizde, Brundtland komisyonu, birçok bilimsel ekip tarafından o kadar yaygın biçimde kullanılacak olan sürdürülebilir kalkınma tanımını önerdi.

Brundtland raporunda sürdürülebilir kalkınma için yedi stratejik zorunluluk açıklandı:

- Canlandırıcı büyüme,
- Büyüme kalitesinin değiştirilmesi,
- İş, gıda, enerji, su ve sanitasyon için temel ihtiyaçları karşılamak,
- Sürdürülebilir bir nüfus seviyesinin sağlanması,
- Kaynak tablonun korunması ve güçlendirilmesi,
- Teknolojiyi yeniden yönlendirme ve risk yönetimi ve
- Karar vermede çevre ve ekonomiyi birleştirmek.

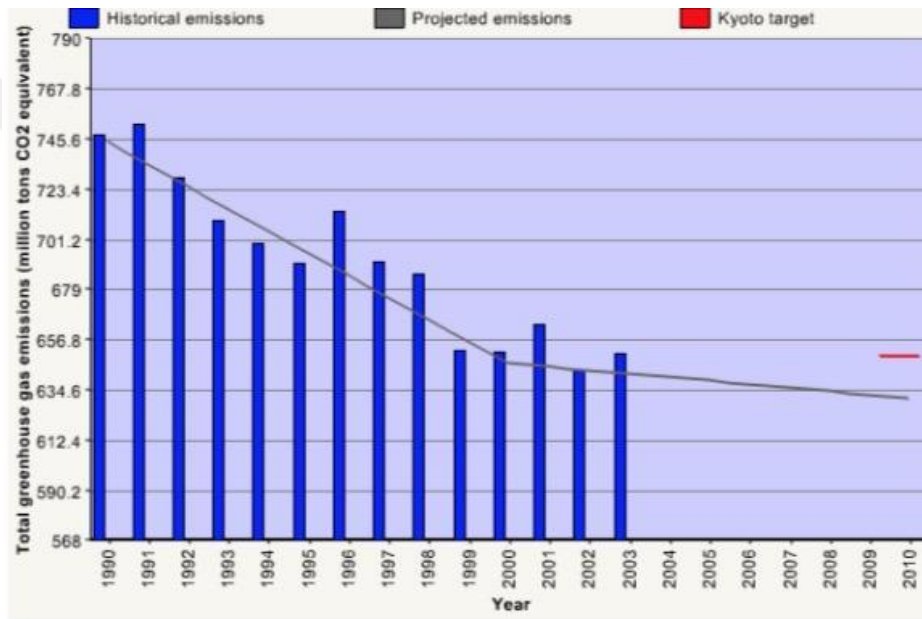
Sürdürülebilir kalkınma kapsamında, aşağıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere üç geniş etkileşimli yön bulunmaktadır: çevre, ekonomi ve sosyal eşitlik. Bu üç unsur sırasıyla ekolojik zorunluluk, sosyal zorunluluk ve ekonomik zorunluluk olarak etiketlenebilir. Robinson ve Van Bers (1996) şunları söyledi: "Bu üç husus ayrılmaz ve bu bağlantıyı daha derin bir şekilde anlamamız sürdürülebilirlik beklentilerimiz için kritik önem taşıyor".

Kalkınmanın sürdürülebilirliği ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan değerlendirilebilir. Sürdürülebilir kalkınmayı ne denli tanımlıyor olsak da, günümüzde en güncel enerji tedarik ve kullanım sistemleri, ekonomik, çevresel veya sosyal açıdan sürdürülebilir değildir. Uygulamada sürdürülebilir kalkınma, ekonomik, çevresel ve sosyal hedefler arasında kabul edilebilir bir dengeyi bulmakla ilgilidir.

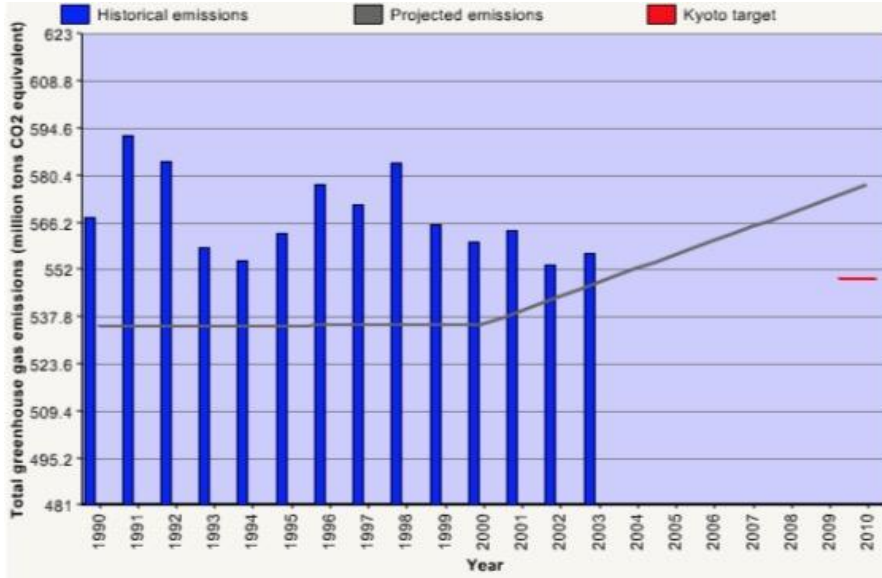
Sürdürülebilir kalkınma için enerjinin meydan okuması, uluslararası örgütler, ulusal hükümetler, enerji topluluğu, sivil toplum, özel sektör ve bireyler için uyumlu bir çaba gerektirir. Uygun önlemlerin alınmasıyla ilişkili olan zorluklar ne olursa olsun, tehlike altındaki duruma kıyasla küçüktürler. İnsanlık, ekonomik, teknolojik, demografik ve yapısal geçişin dinamik ve kritik bir dönemdeyken ve enerji sistemleri on yıllar sürebilir, çünkü harekete geçme süresi şimdi [7].

2.5.3. KYOTO Protokolü 1996

Sosyal ve kültürel boyutu olan Dünya Zirvesi'nin aksine, 1996'daki Kyoto zirvesi stratejik olarak yönlendirildi. Bu uluslararası konferansta imzalanan protokolde, imza sahipleri, 2008 ve 2012 yılları arasındaki 1990 yılı sera etkisinin ortalama gaz emisyon seviyesini aşmamak yükümlülüğünü üstlenmiştir. Bu, örneğin Birleşik Krallık emisyon azaltımlarının 2010 yılına kadar 98 milyon ton eşdeğer kömür ve 2010 yılı itibariyle Fransa'ya 16 milyon ton eşdeğer kömür olduğu tahmin ediliyor, çünkü aşağıdaki diyagramlardan da gözlemliyoruz.

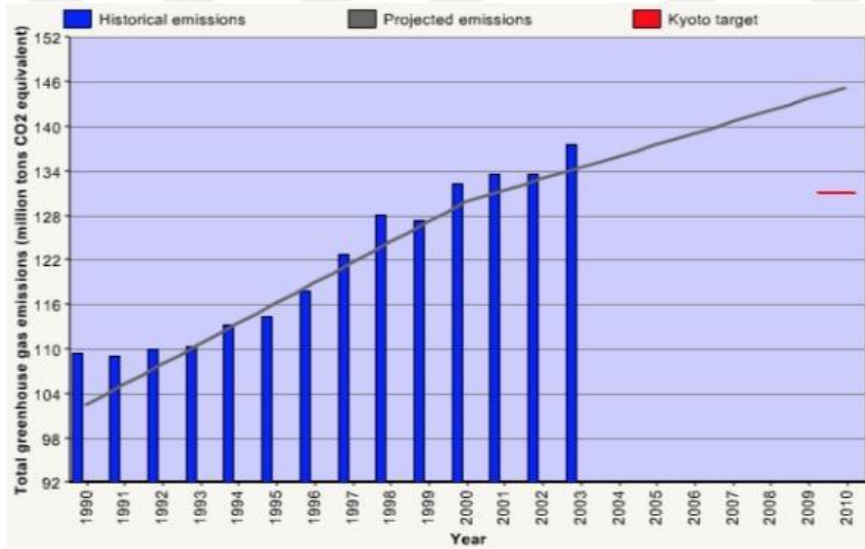


Şekil 2.10. İngiltere'de Sera Gazı Emisyonları

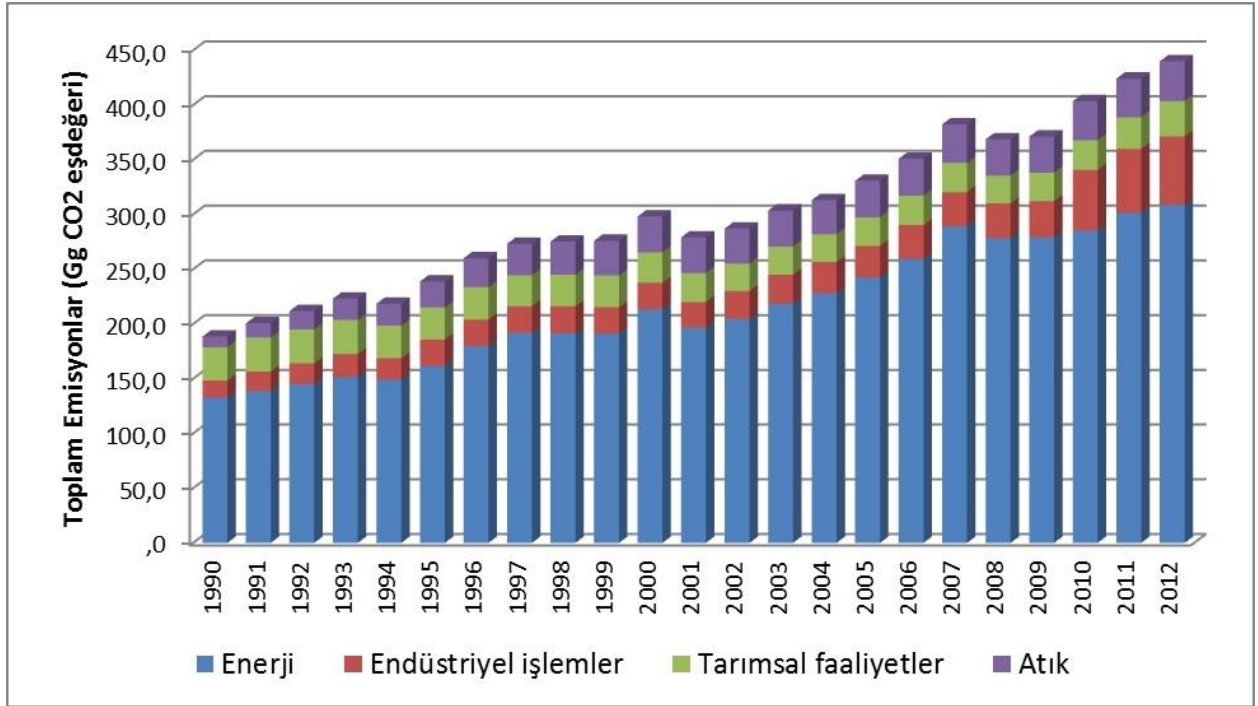


Şekil 2.11. Fransa İçin Sera Gazı Emisyonları

Öte yandan Yunanistan, 2000 yılı öncesine kadar Kyoto hedefini aştığında gaz emisyonuyla ilgili herhangi bir problem yaşamadı ve şimdi de 2010 yılına kadar yaklaşık 6 milyon ton eşdeğer kömür azaltacaktı. Bu, aşağıdaki diyagramla daha iyi gösterilebilir.



Şekil 2.12. Yunanistan İçin Sera Gazı Emisyonları

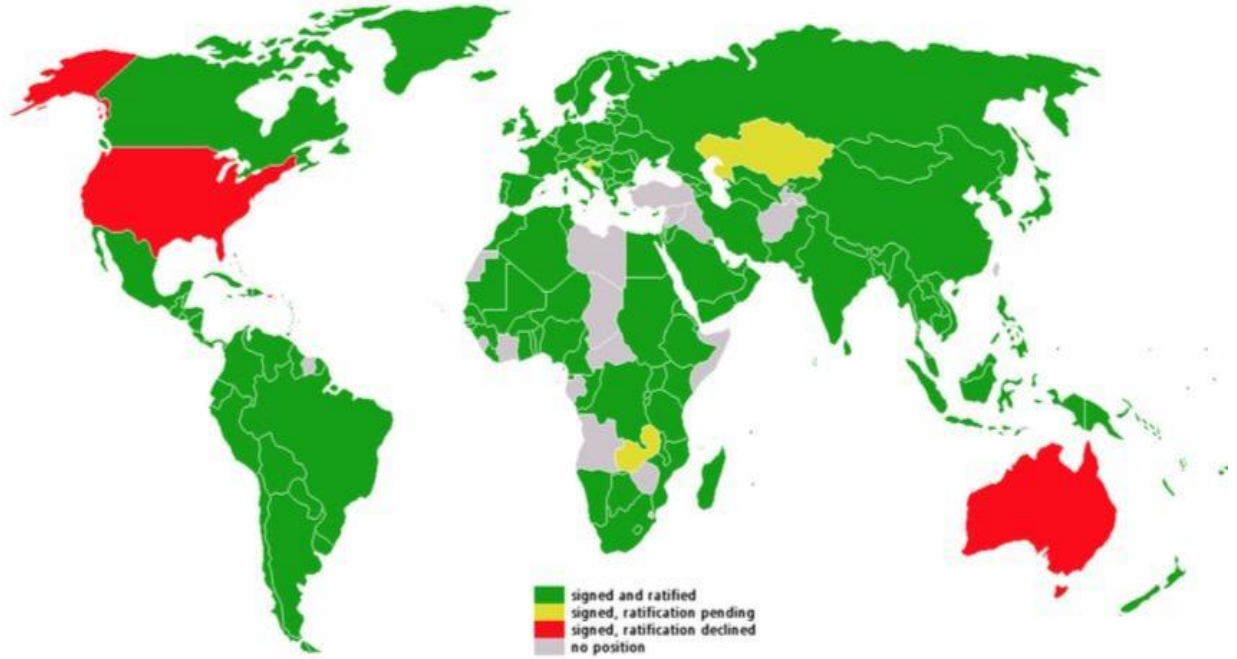


Şekil 2.13. Türkiye’de Sera Gazı Emisyonu

Bu nedenle, endüstri ülkeleri Kyoto Protokolü yükümlülüklerini yerine getirmek istiyorlarsa, aynı zamanda aşağıdaki üç eylem tipine yönlendirilmelidirler:

- Enerji tüketimini azaltmak için,
- Madencilik yakıtlarındaki enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjiyle değiştirmek için,
- Kömür tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmak.

Dünyanın en güçlü ülkelerinden bazılarının gösterdiği olumsuz tepkiye rağmen, vatandaşların dünyadaki hassasiyetleri ve seferberlikleri sürekli olarak artmaktadır. Sera etkisini uluslararası boyutta öne sürmek için ifade edilen niyet, üstün teknolojilerin bir meyvesi olarak bu teknolojinin yalnızca bir hedefi olması gerektiğini ve onu çevreleyen ekosistemle ilgili olarak kişiye hizmet etmenin farkındayız. Bu ekosistem, büyüme yeri ve her yaşam biçimi insanlığın kullanabileceği bir mal değildir. İklim koşullarının gezegenimizde ideal hale getirilmesi, böylece yaşamın yaratılmasına katkıda bulunabilmeleri için 5 milyar yıl gerekiyordu.



Şekil 2.14. Kyoto Protokolü Katılma Haritası

Güçlü enerji kaynaklarının katkısının teknolojik ilerlemede ne kadar önemli olduğu açık bir gerçektir. Geleneksel yakıtların tarihi gerekliliği sayesinde ekolojik yükler olmaksızın sürdürülebilir enerji üretimi ve eski yakıtların geliştirilmesi için yeni yöntemler geliştirdi. Güneşten ve rüzgardan gelen enerjinin insan refahını desteklemedeki en önemli olumlu rolü oynayacağı sürdürülebilir bir gelecektir.

2.6. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları bağımsızdır, yapım maliyeti yüksek olmakla birlikte uzun vadede ekonomik açıdan yarar sağlamaktadır. Avantajları çok fazladır ve ayrıca eko sisteme zararı olmamakla birlikte geri dönüşüm özelliği sayesinde yarar sağlamaktadır. En önemlisi insanlar enerji için savaşmayacak ve sömürülen ülke olmayacaktır.



Sekil 2.15. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları temel kaynaklarını güneşe sahiptir. Dünyamızın ulaştığı güneşten gelen radyasyon, gezegenimizin yaşamının oluşturulması, büyümesi ve sürdürülmesindeki hayati katkı haricinde gezegenimize çeşitli biçimlerde enerji verir. Dahası, güneş radyasyonu doğrudan ısınır ve büyük miktarda deniz suyunu buharlaştırır ve suyun doğal döngüsünü muhafaza eder ve ek bir enerji kaynağı (HES) oluşturan göl ve nehirler oluşturur. Güneş radyasyonu, atmosferin hava kütlelerini harekete geçirir (Rüzgar enerjisi) ve dalgalar oluşturur (Dalga enerjisi). Son olarak, bir araya getirilen malzemelerden emilir ve elektrik enerjisi üretir (Fotovoltaik etki) ve fotosentez fenomeni yoluyla flora gelişimine katkıda bulunur ve bitkilerin yanmasıyla enerjiyi üretir. Bu enerjiye biyokütle denir.

Yenilenebilir kaynaklar, rezervlerin düşme ihtimalinin bulunmaması nedeniyle güvenli ve sınırsızdır. Bazı istisnalar dışında, önerilen yenilenebilir enerji kaynakları yereldir ve uzun yıllar boyunca petrol ile olduğu gibi yabancı bir güç tarafından sömürülemez. Daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı, enerji arzına çeşitlilik katabilir ve bunların hiçbiri, operasyon esnasında gaz veya sıvı kirleticileri serbest bırakmaz.

Elbette, mevcut ekonomik ve teknolojik gerçeklerle birlikte yenilenebilir kaynaklar, en azından şu an için insanlığın enerji sorunlarına açık ve radikal bir çözüm bulma yeteneğine sahip değildir. Bununla birlikte, mevcut konvansiyonel enerji kaynaklarından büyük

miktarlarda tasarruf yapmak için bir çaba sarf edildikleri takdirde, insan kâbusunun düşen bir enerji kısmının aşamalı bir şekilde çıkarılması mümkündür.



3. GÜNEŞ ENERJİSİ

3.1. Güneş

Güneş, hayatın en büyük enerji kaynağı olmakla birlikte aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğunda en büyük kaynağıdır.



Şekil 3.1. Güneş: Dünyanın En Büyük Enerji Kaynağı

Güneş şu özelliklere sahip tipik bir yıldızdır: kütle 2×10^{30} kg, yarıçap uzunluğu 700.000 km, yaş 5×10^9 yıl ve kabaca 5 milyar daha hayat yılına sahip olduğu hesaplanmaktadır. Yüzey sıcaklığı yaklaşık 5800 K iken, iç sıcaklık yaklaşık 15.000.000 K'dir. Bu sıcaklık, helyumdaki hidrojenin dönüşmesine dayanan reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır. Aşağıdaki reaksiyon ile karakterize edilen nükleer füzyon süreci $4 \text{ H} \rightarrow \text{He} +$

Enerji, güneşin yüksek sıcaklığının ve büyük miktarda enerjinin sürekli emisyonunun sonucudur. He'ye dönüştürülen her bir hidrojen gramı için güneş, $U = 1.67 \times 10^5$ kWh'ye eşit enerji yayar. Güneş enerjisi, esasen elektromanyetik radyasyon ile evrene yayılır.

Dünya güneşin etrafında eliptik bir yörüngede dönerken, güneşten uzaklığın 150.000.000 km olduğu tahmin edilmektedir. 300.000 km / s hıza sahip olan bu mesafeyi örtmek için kullanılan ışık yaklaşık 8.5 dakika gerektirir. Yayılan radyasyon, astra tarafından aktinik olarak uzaklaştırılır ve radyasyonun J yoğunluğu aşağıdaki denkleme göre hesaplanır:

$$J = P 4\pi d^2$$

Burada P elektromanyetik radyasyonun gücü, d ise güneşten uzaklıktır. Bu radyasyonun yaklaşık üçte biri geri yansıyor. Geri kalan enerji emilir ve yeryüzüne tekrar gönderilirken toprak geri gönderilir ve ömrü uygun bir sıcaklıkta dengeli bir enerji dengesi oluşturur.

Güneş enerjisi fotovoltaik panellerin kullanımı ile direkt olarak elektrik üretmek için kullanılabilir.

3.2 Fotovoltaik Tarihi

Fotovoltaik, ışıktan elektrik üretimi olarak tanımlanır. Fotovoltaik terimi bileşik bir kelimedir ve ışıklı fotoğraflar için Yunanca sözcük ve elektromotor gücün birimi olan volt kelimesinden gelmektedir.

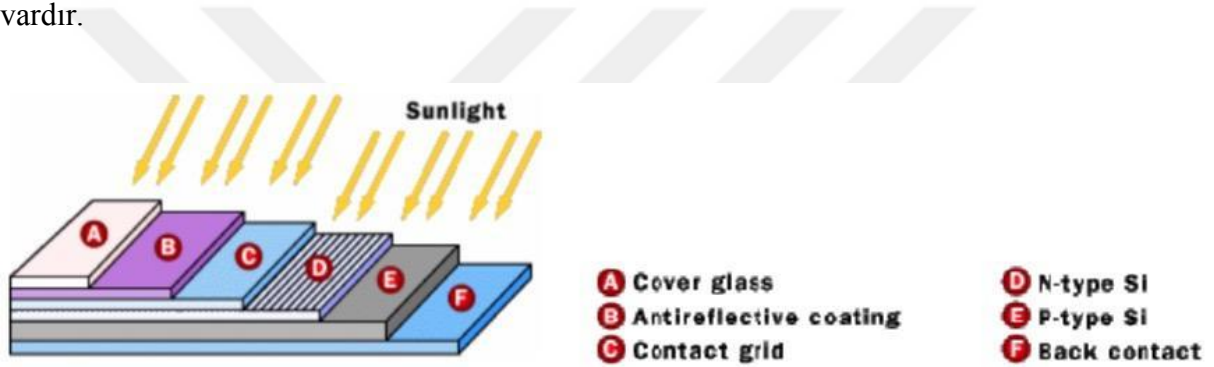
Fotovoltaik pillerin teknolojisi, fotovoltaik etki Edmond Becquerel tarafından 1839'da gözlemlense bile yirminci yüzyılın ikinci yarısında hızla gelişti. 1877'de PV etkisinin ilk raporu iki Cambridge bilim adamı Adams ve Day tarafından yayınlandı ve 1883 Charles Fritts, günümüzdeki güneş silikon hücrelerine benzer bir selenyum güneş pili oluşturdu ve verimliliği % 1'den azdı. 1954'te Chapin, Fuller ve Pearson, p-n kavşağı ve verimlilik% 6 olan güneş enerjisi elementi üretimini ilk olarak ilan etti. İlk ticari imalatlar, 1956'da yaklaşık % 5-10 nispeten düşük verimlilik ile çok pahalıydı ve esasen kristal silikon (c-Si) tarafından kristalin malzemelerle üretildi.

Günümüzde en iyi kristalimsi silikon hücrelerin verimliliği, havacılık teknolojisi kullanılan fotovoltaik hücreler için % 24'e, endüstriyel ve evsel kullanım için kullanılanlara göre yaklaşık % 14-16'lık bir verimlilik sağlamıştır. Büyük miktarlarda satın alınırlarsa maliyet yaklaşık 5 \$ / WP'dur.

3. 3. Fotovoltaik Teknoloji

3. 3.1. Fotovoltaik Yapisi

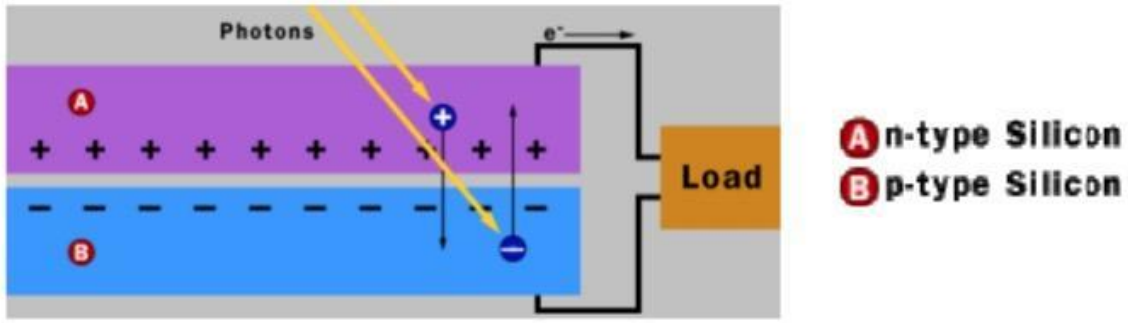
Fotovoltaik hücrelerin yapısı oldukça basittir. Aşağıdaki resimde görebileceğiniz gibi 6 farklı malzeme katmanını oluşturuyorlar. Öncelikle, foton emilimini arttırmaya yardımcı olan ve hücrenin atmosfer unsurlarından da koruyan bir siyah kapak cam yüzeyi vardır. Bundan sonra, fotonlardan yansıma kayıplarını% 5'in altına düşüren bir antirefleksif kaplama var. Aşağıdaki temas ızgaraları, yarıiletkenlere ulaşmak için fotonların gitmesi gereken mesafeyi en aza indirmeye yardımcı olur. P ve n yarı iletkenlerinin iki ince tabakası takip ediliyor ve fotovoltaik sistemin kalbi. Son olarak, daha iyi bir iletme izin veren arka temas vardır.



Şekil 3.2. Genel bir silikon PV hücrenin temel yapısı

3.3.2. Yarı İletkenler P-N tipi

Daha önce belirttiğimiz gibi fotovoltaik hücreler, her ikisi de kristal silikondan yapılmış 2 yarı iletken p-n'den oluşur. N-tipi yarı iletken, kristalin silisyumun atomlarının bir kısmı fosfor gibi daha yüksek değerlikli başka bir maddenin atomlarıyla yer değiştirdiğinde oluşturulur. Sonuç olarak, değerlik bandında serbest elektron fazlalığına sahip olan n-tipi yarıiletken oluşturulmaktadır. Öte yandan p-tipi yarı iletken, kristalin silikondaki atomların bir kısmı, bor gibi daha düşük değerlikli atomlarla değiştirildiğinde yaratılır ve sonuç, serbest elektron eksikliği olan başka bir materyalin yaratılmasıdır ve p-tipi olarak bilinir yarıiletken. Bu eksik elektronlara delik denir.



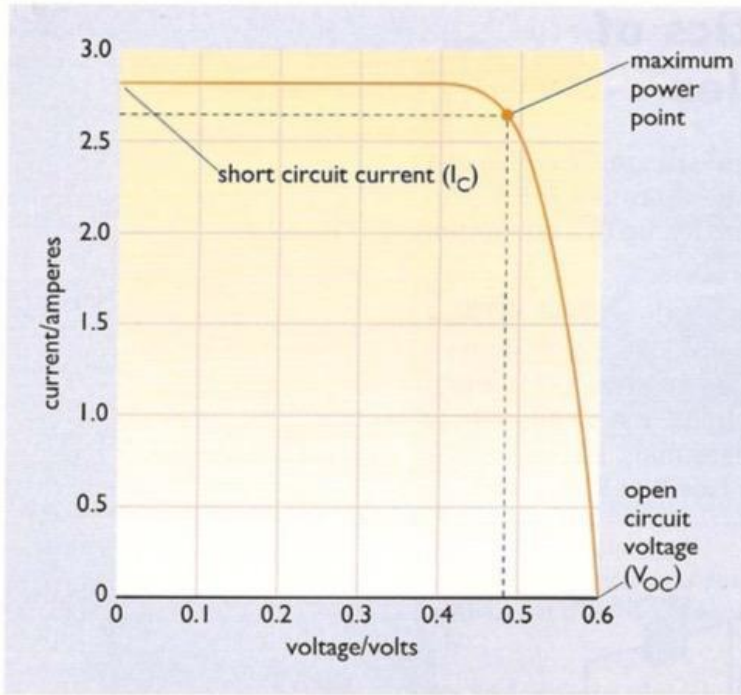
Şekil 3.3. Bir PV Hücresinin Çalışması

Yukarıdaki yarı iletkenler temas edince bir p-n kavşağı olarak bilinen bölgeyi yaratırken tükenme bölgesi adı verilen bölgede bir elektrik alanı kurulur. Yukarıdaki resimde gözlemlediğimiz gibi, elektronlar bir yarı iletkenen diğerine difüzyon yoluyla taşınır ve negatif yüklü parçacıkları bir yönde ve pozitif yüklü parçacıkları ters yönde yaratırlar.

3.3.3. Fotovoltaik Etki

Fotovoltaik etki güneş ışığı kırımları tarafından oluşturulur. Fotovoltaik hücre fotonlardan oluşan ışık huzmesine maruz kaldığında, elektronlar uyarılır. Elektronlar hızla hareket etmeye başlar, iletim bandına atlar ve valans bandında delikler bırakırlar. Elektronlardan bazıları yakındaki p tarafındaki deliklerle birleşmek için n tarafından çekilmektedir. Benzer şekilde, yakındaki n tarafındaki elektronlarla birleşmek için yakın p tarafındaki delikler çekilmektedir. Elektronların bir yarı iletkenen diğerine akışı fotovoltaik hücreye elektrik akımı oluşturur. Ayrıca, anti-reflektif kaplamalar ve Si yiv açma yüzeyleri kullanılacak ise, bir PV hücresindeki fotonların absorpsiyonu en üst düzeye çıkarılabilir.

Dahası, bir devredeki direnç sonsuzdur ve akım minimumda (sıfır) olduğunda ve voltaj maksimumda olduğunda, bir açık devre voltajının mevcut olduğu söylenir. Aksine, devre direnci sıfır olduğunda ve devredeki akım maksimuma ulaştığında, kısa devre akımı olduğu söylenir. Ayrıca sıfır ile sonsuz arasındaki direnç değişirse, akım ve voltaj da değişecektir ve bu, PV hücresinin I-V karakteristik eğrisi olarak bilinir. Bunu temsil eden ve bir PV hücresinin maksimum güç noktası (MPP) olarak adlandırılan spesifik eğri aşağıdaki diyagramda görülebilir.



Sekil 3.4. Standart Test Koşulları Altında Tipik Bir Silikon PV Hücresinin 1-V Eğrisi

Sonunda fotovoltaik hücrelerin çıkış gücünü ölçmek için aşağıdaki standart test koşulları uluslararası geçerlilik kazanır. Işımın şiddeti seviyesi 1 000 W / m²'dir, referans hava kütlesi 1.5 güneş spektrumu ışınma oranı dağılımı ve hücre veya modül bağlantı sıcaklığı 25 ° dir.

3.3.4. Ana Hücre Tipleri

Fotovoltaik hücrelerin üretimi için endüstride yaygın olarak kullanılan malzeme silikondur. Silikon silikon oksit (SiO₂) şeklinde kumun içinde bulunur. Nihai ürün, yüksek saflıkta% 99.99999 ile karakterizedir. Silikonun fotovoltaik hücreleri, yaptıkları temel malzemenin yapısına ve hazırlanma yollarına bağlı olarak dört kategoriden seçilir. Türler aşağıdaki gibidir:

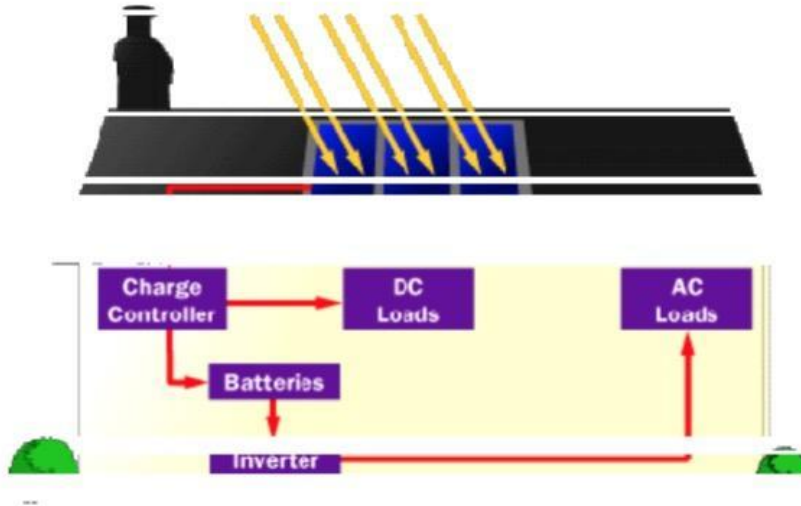
1. Tek Kristal Silikon: Temel malzeme monokristal silikondur. Bunları yapmak için silikon arıtılır, eritilir ve külçe haline dönüştürülür. Külçeler, tek tek hücreleri yapmak için ince gofretlere (Wafer ~ 300µm) dilimlenir. Tek kristal silikon hücrenin verimliliği% 13-16 arasında değişir ve üretim için yüksek bir maliyetle karakterize olup koyu mavi bir renge sahiptir.
2. Polikristalin Silikon: Belli hücrenin büyüklüğü nispeten büyüktür ve kolaylıkla hücreler arasındaki herhangi bir aktif olmayan alanı ortadan kaldıran bir kare

şeklinde oluşturulabilir. Verimliliği% 10-14 arasında değişir ve üretiminde kullanılan ve açık mavi renkte olan düşük maliyetli silisyum ile karakterizedir.

3. Şerit Silikon: Şerit tipi fotovoltaik piller, bir külçe yerine erimiş kristal silikondan bir şerit üreterek yapılır. Verimliliği% 13 civarındadır ve sınırlı bir endüstriyel üretimle çok pahalıdır.
4. Bir yarı iletken toplam kalınlığı yaklaşık 1µm iken ince film güneş pilleri kullanan teknoloji. Amorf veya ince filmlili silikon hücreler, silikon atomlarının kristalin biçimde olduğundan daha katı olduğu katılardır. Birden fazla kavşak kullanarak, bu tür fotovoltaik hücreler, kurulum maliyeti azaltılırken yaklaşık% 13 oranında tahmin edilen maksimum verimlilik elde eder. Dahası, amorf bir silikon hücrenin üretimi, sıcaklık arttıkça azalmaz ve kristalin silikondan çok daha ucuzdur.

3.3.5. Fotovoltaik Sistemin Ana Parçaları

Aşağıdaki fotovoltaik sistem, farklı cihazlardan oluşmaktadır. Bir PV sisteminin ana parçaları olan fotovoltaik hücreler ve daha önce bahsedilen işlevleri dışında, piller, şarj kontrolörü ve invertör, tam bir fotovoltaik sistem oluşturmaktadır.



Şekil 3.5. Konut Tipi Bir PV Sisteminin Genel Şeması

Piller, PV hücreleri tarafından üretilen enerjiyi depolamak için kullanılır. Ardından, bu enerjiyi aralıklarla, genellikle elektrik gereksinimlerinin yeterince yüksek olduğu bulutlu gün, gece ve gün boyunca sisteme sağlarlar. Kullanılan pillerin en yaygın tipi derin devirli pillerdir. Derin devirli piller, kurşun-asittir ve bunlar daha pahalı olan nikel-kadmiyumlardır, ancak bunlar daha uzun sürer ve daha yüksek bir seviyede deşarj edilebilir.

Piller, şebekeye bağlanmadan önce dikkate alınması gereken özelliklere sahiptir. Bunlardan en önemlileri şudur:

1. Aküde depolanan Ah cinsinden toplam yükü temsil eden toplam kapasite
2. Elektrolit türüne ve elementlerin sayısına bağlı olan akü voltajı
3. Akünün günlük girebileceği deşarj seviyesini gösteren deşarj derinliği
4. Toplam elektrik enerjisinin hesaplanabilmesi için, pilin ömrü boyunca sağlayacağı KWh başına maliyet.
5. Çalışma sıcaklığı pilin kapasitesini gösterir ve sıcaklık düştükçe azalır.
6. PV sisteminde akü ömrünü gösteren işletme ömrü. Genellikle yaklaşık 5-6 yıl belirli bir sayıda sonra değiştirilmesi gerekir.

Şarj denetleyicisi, pil ömrü için hayati bir cihazdır. Pil aşırı yüklendiğinde ömrü azalır. Piller tamamen şarj olduğunda, şarj kontrol cihazı elektrik yükünün kendine akmasına izin vermez ve bu şekilde pilin ömrünü uzatır.

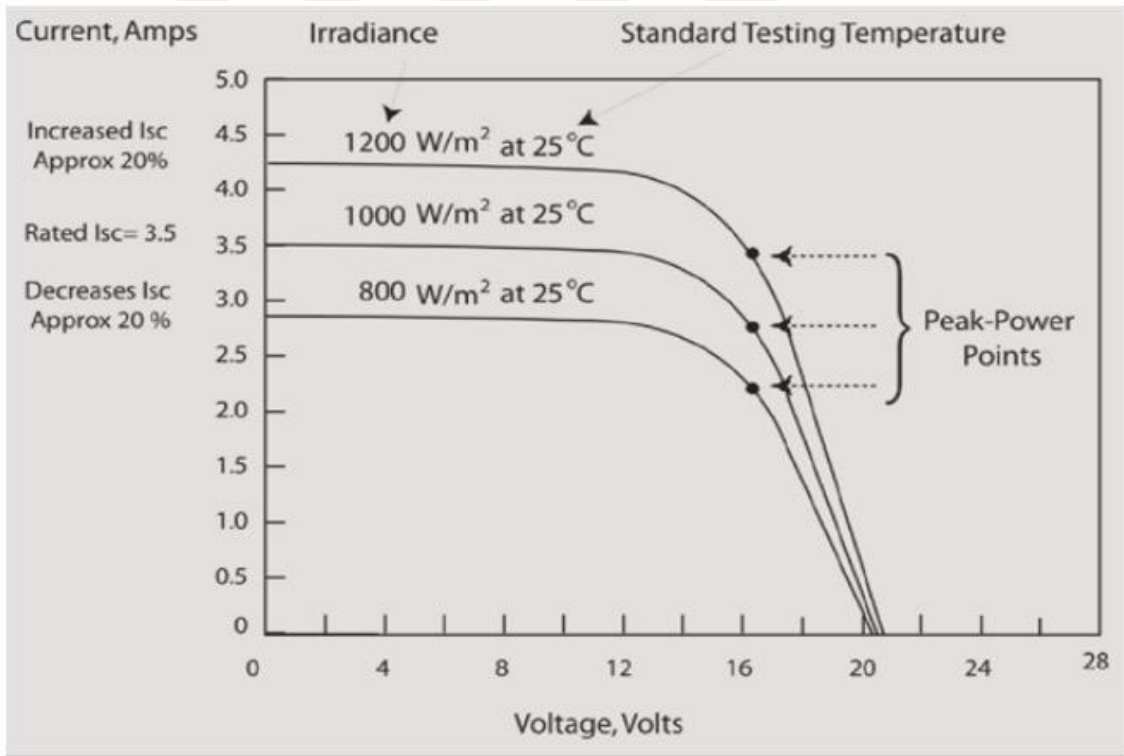
İnverter, doğru akımı (DC) alternatif akıma (AC) çeviren bir cihazdır. Alternatif akımın kullanılması çok önemlidir çünkü her türlü ev içi kullanımında ve sanayi sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle, sürekli elektrik voltajı kaynağının tahsis edildiği durumlarda ve alternatif elektrik voltajının kullanıldığı durumlarda, binalar üzerinde kurulu PV hücrelerinde olduğu gibi kullanılır. İnverterin verimliliği oldukça yüksek ve % 93 ile % 96 arasında değişiyor.

3.4. PV Sistemlerinin Ana İlkeleri

Bir fotovoltaik hücre nadiren tek tek kullanılır, çünkü yeterli voltaj ve güçle bir elektronik cihaz tedarik edemez. Bu nedenle, paralel veya seri bağlı birçok fotovoltaik hücre, mümkün olduğunca daha yüksek voltaj ve güç çıkışı elde etmek için kullanılır.

Tipik bir fotovoltaik sistem, 36 bireysel 100 cm² silikon fotovoltaik hücrelerden ve 12 V'luk tipik voltajda kurşun-asitli akülerden oluşan yardımcı cihazlardan oluşur. Bu sistem bulutlu günlerde 13 V'den daha fazla üretim kapasitesine sahiptir ve 12 V'luk bir pil şarj edebilir.

Sistemimizi verimli bir şekilde kullanmak için, çeşitli elektrik yüklerine bağlıyken nasıl davrandığını bilmek gereklidir. Daha önce belirtildiği gibi, bir PV hücresi için en önemlisi, bir fotovoltaik hücrenin karakterize ettiği I-V eğrisidir. I-V eğrisini kullanarak bir PV hücresinin her parametresi hesaplanabilir.



Şekil 3.6. Güneş Işınının Farklı Yoğunluklarındaki I-V Eğrisi

Kesin olarak, gerçek şartlarda, PV sisteminin işlevi, belli bir süre boyunca güneş radyasyonunun yoğunluğunun dalgalanması nedeniyle farklılık gösterir. Elektrik direnci sağlayan bir PV hücresinin ışığı değiştiğinde, güç noktası kayar. Belirli bir güç yoğunluğu E olan ve değişken bir elektrik direnci ile uygulanan PV hücresi tarafından sağlanan elektriksel grafik grafiksel olarak gösterilirse, bu nokta deneysel olarak görülebilir. Direnç değiştikçe, dalgalanmalar uygun ölçüm cihazları kullanılarak akım ve voltajda ölçülebilir; bu cihazlar ampermetre ve voltmetredir. Grafik, gözlemlenebildiği gibi, I-V eğrisinin "diz"inde bir tepe noktası vermektedir. Maksimum güç noktasındaki elektrik akımının değerleri I_m ve V_m ile sembolize edilir. PV hücresinin üretebileceği maksimum güç şu şekilde hesaplanır: $P_{max} = V_{max} \times I_{max}$

Maksimum güç ve uygun I-V eğrisini kullanarak, dolum faktörü kolayca hesaplanabilir. Doldurma faktörü, bir PV hücresinin hücre performansını değerlendirmede temel özellik olup, aynı zamanda bir fotovoltaiik sistemin ne kadar etkili olduğunu gösterebilir. Dolum faktörü değerleri ünite 1'e daha yakın olduğu için, sistem performansının etkinliği arttı. Oldukça yüksek bir verimliliği olan bir PV hücresi için doluluk faktörünün tipik değerleri 0.7 ila 0.9 arasındadır.

$$FF = \frac{V_{max} \times I_{max}}{I_{sc} \times V_{oc}}$$

Bir fotovoltaiik panelden üretilen elektriği hesaplamak için P_{out} , toplam güneş ışınımı, G_{total} ve elektriksel dönüşümün verimliliği, ϵE , hesaplanmalıdır. Dünyaya ulaşan güneş radyasyonu iki farklı bileşene sahiptir; giriş radyasyonu ve dağınık radyasyon. Böylece bu iki değeri ekleyerek, dünyanın yüzeyindeki bir nokta için toplam güneş ışınımı hesaplanabilir.

Toplam = Işın + Diffüz

Elektriksel dönüşüm aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$\epsilon E = ESTC \times (1 - P_p \times (T_{modul} - T_{referans}))$$

Bir PV bileşeninden üretilen elektriği hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılır:

$$P_{çıkış} = G_{toplam} \times A \times \epsilon E$$

Ayrıca sisteme giren güç, aşağıdaki formülü kullanarak hesaplanabilir:

$$P_{giriş} = \tau \alpha \times A \times G_{total}$$

Ve sistemin sistemdeki güç kaybı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$P_{\text{kayıp}} = U \times A \times (T_{\text{modül}} - T_{\text{havası}})$$

U'nun toplam ısı transfer katsayısı ($W / m^2 \cdot K$)

Yukarıdaki değerlerin hepsini kullanarak bir PV hücresinden gelen faydalı güç kaynağı aşağıdaki denklemden türetilir:

$$Q_h = P_{\text{giriş}} - P_{\text{çıkış}} - P_{\text{kayıp}}$$

Son olarak, bir PV hücresinden gelen elektrik gücü çıktısının etkinliği ve bir PV sisteminin etkinliği aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$(P_{\text{in}} / P_{\text{çıkış}}) \times 100 \text{ (etki)} \quad (P_{\text{çıkış}} + Q_h) / P_{\text{giriş}} \times 1000 \text{ (verim)}$$

3.5. PV Sisteminin Avantajları

Fotovoltaik modüller, ürettikleri elektrik enerjisi, bağımsız ve güvenilir bir kaynak olan güneşten geldiğinden, izole edilmiş alanlara kolayca nüfuz edebilir. Fotovoltaik sistemler, bir bölgenin canlı büyümesine büyük ölçüde yardımcı olabilecek iken ekonomik açıdan uygulanabilir olabilir. Üstelik bulutlu periyotlarda elektrik akımı üretebilirler ve ürettikleri akım doğru akımdır (DC). Fotovoltaik sistemler, olumsuz koşullarda çalışmak üzere üretilmektedir ve çok hafif bir ağırlığa sahiptirler. Zemine, binaların çatılarına veya ışık kirişlerinin kolayca ulaşabilecekleri başka bir yere monte edilirler.

PV sistemlerinin başlıca avantajları:

- Düşük bakım maliyeti.
- Sıfır işletme maliyeti, çünkü hammadde tüketmezler
- Uzun bir yaşam döngüsü; onlar 20-25 yıldan fazla güç sağlayabilirler.
- Verimliliklerinde daha fazla değişkenlik ve daha güvenilir sonuçlar.
- Çalışma sırasında gürültülü etkiler yoktur.
- Enerjinin korunumu.

- Atmosferin CO2 emisyonu ile kirlenmesine karşı çevre koruması.

Yıllık bir periyotta yaklaşık 1 kW'lık optimum bir güç çıkışı ile kurulan bir PV sistemi, 1300 kWh elektrik enerjisi ve 800 kg CO2 emisyonundan tasarruf edebilir.



4. RÜZGAR ENERJİSİ

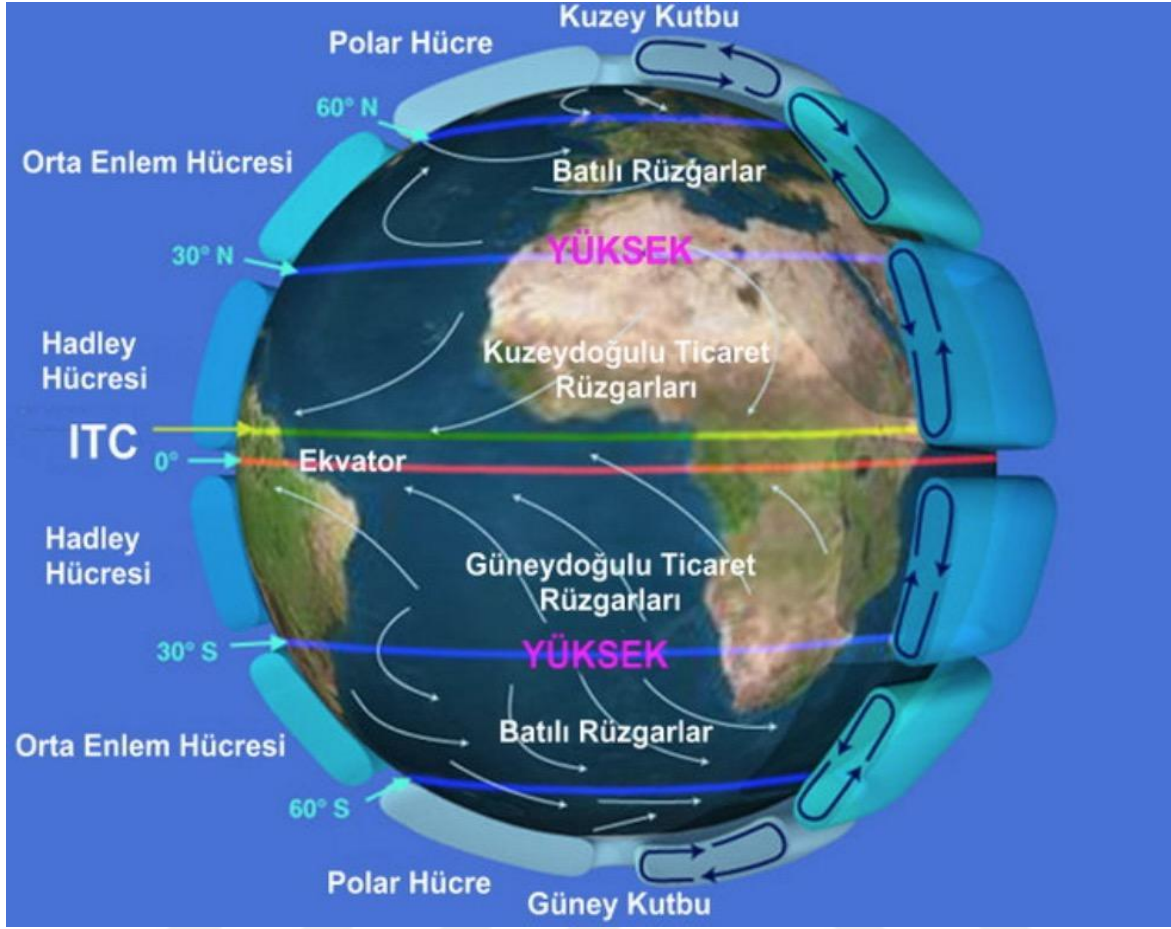


Sekil 4.1. Rüzgar Enerjisi

4.1. Rüzgar

Rüzgar, atmosferik hava kütlelerinin sürekli hareketi olup hızı ve yönü ile belirlenir. Bu hareket, atmosferik basıncın değişikliklerinden ve farklı değerlerinden kaynaklanırken bu değerler, dünyanın yüzeyinin farklı bölümlerinin güneşle ısıtmanın bir sonucudur. Atmosferik havanın yatay ve dikey olarak da hareket etmesine rağmen, yalnızca yatay hareketi aslında rüzgar olarak kabul edilir.

Rüzgar enerjisi, hareketinin bir sonucu olarak havadan kaynaklanır. Rüzgar enerjisi, dünyanın yüzeyine ulaşan güneş radyasyonunun% 0,2'si kadar küçük bir yüzdesinin dönüşümüdür. Dünyadaki meteoroloji organizasyonunun geçerli tahminlerine göre, dünyanın çeşitli yerlerindeki enerji sömürüsü için elde edilen yüzde sadece% 1'dir ve yaklaşık 0.6Q olarak tahmin edilmektedir. Dünyanın her yerindeki rüzgar enerjisi 3.6×10^9 MW olarak tahmin edilmektedir (175×10^{12} KWh).



Şekil 4.2. Küresel Rüzgar Sirkülasyonu

Pek çok bilim adamı, rüzgar enerjisinin doğru biçimde kullanılması dünyanın enerji problemini çözebileceğini savunuyor. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki enerji ihtiyacı, ülkenin rüzgar enerjisi potansiyelinin onda birini oluşturmaz. Günümüzde toplam 59.100 MW rüzgar enerjisi üreten kapasite, aşağıdaki resimde görüldüğü gibi, son on yılda yıllık ortalama yüzde 29 büyümeyle kurulmuştur. Her madalyonun iki yüzü olmasına ve dolayısıyla rüzgâr enerjisinin kolayca tahmin edilemesine rağmen, sürekli çalışması mümkün değildir. Rüzgar, düşük yoğunluklu bir enerji türüdür, bu da sömürü için büyük yapıların yapılması gerektiği anlamına gelir.



Sekil 4.3. Dünyadaki Rüzgar Enerji Potansiyeli.

Kuşkusuz rüzgar enerjisinin geniş kullanımı ve etkin sömürü, tehlikeli gazlarla çevreye aynı anda aşırı yüklenmeden küresel enerji dengesini arttıracaktır.

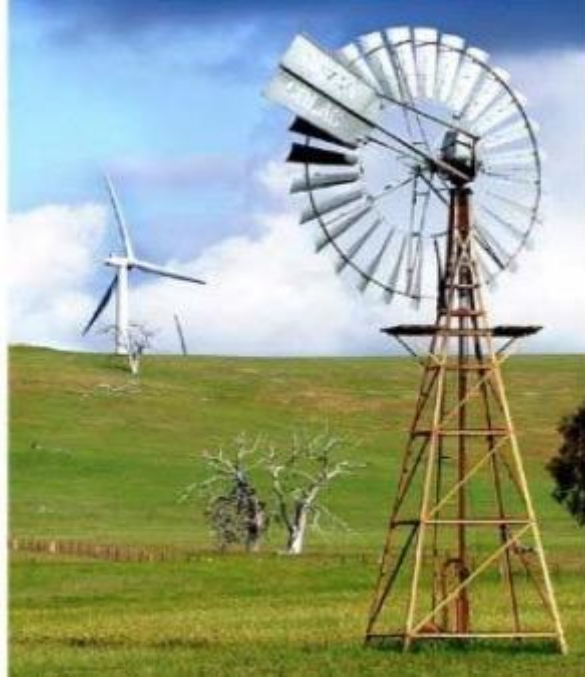
4.2. Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi

Rüzgar enerjisinin sömürülmesi, Dünya üzerindeki insan varlığı kadar eskidir. İnsanlığın gelişmesinde, özellikle rüzgar enerjisinin yelken, sulama ve tarımda kullanımı önemli bir rol oynamıştır. Yunan Mitolojisine göre tüm rüzgarlar rüzgarın idarecisi olarak görülen Aeolos adında bir tanrı tarafından yönetiliyor ve bu yıllar boyunca rüzgar enerjisinin ekonomik ve üretken faaliyetteki önemini vurguluyor.

Rüzgar enerjisi ilk önce yelkenli teknelerde insan tarafından kullanılmıştır. Buna ek olarak, tarihi ve arkeolojik raporlar, rüzgar türbinlerinin Çinli ve Mısırlılar tarafından kullanıldığını desteklemektedir. Özellikle rüzgar enerjisi ile çalışan tekneler, Nil Nehri boyunca Mısırlılar tarafından 5000 B. C'de kullanılmışken, Çinliler M.Ö. 200'de basit yel değirmenleri kullanarak su pompalamaktadırlar.

Avrupa'da, yel değirmenlerin MS 1200 yıllarından hemen önce ortaya çıktığı ve yol boyunca geri haçlılarla transfer edildiği varsayılmaktadır. İlk kaydedilen referans, MS 1185 yılında İngiltere'deki Weedley kasabasında bir yel değirmeninden bahsetmektedir.

Karanlık çağlar boyunca Hollanda'da, İspanya'da, Portekiz'de, Fransa'da ve İtalya'da yel değirmenleri görüldü. Hollanda'da denize kıyasla daha düşük seviyelerde bulunan alanlardan suların pompalanması için kullanılmıştır. Avrupa'da o devirde kullanılan yel değirmeni esasen dört bıçaklı yatay eksen oluşturuyordu. Rönesans döneminde yaygın olarak kullanılan bir başka yel değirmeni, aşağıdaki resimde gösterildiği gibi yavaş bir çok bıçaklı yel değirmeni idi.



Şekil 4.4. Çok Pervazlı Bir Rüzgar Türbini

Yüzyılımızın başında Danimarka rüzgardan elektrik üretti; Amerika'da ise metalik yapıya sahip yel değirmenleri elektrik üretimi için kullanıldı. 1870-1930 yılları arasında Chicago, o döneme ait yaklaşık 6 milyonluk bir tahmini üretim ile yel değirmenleri üretiminde en büyük endüstri merkezi haline geldi. 1891'de deneysel bir rüzgar türbini Danimarka'da 2 elektrik jeneratörü ve profesör P.La. Cour'un denetimi altında 22.8 metre çapında bir rotor bıçak ile çalıştırıldı. Buna ek olarak, 1930 yılında Baltık makinesi Sabanin ve Yuriev'in tasarım denetimi ile 100 KW'lık bir güç potansiyeli ile üretildi. Son olarak, 1940 yılında iki bıçaklı deneysel bir rüzgar türbini, yaklaşık 30 mil hızında 1.25 megawatt değerinde olan ABD'de Vermont'ta üretildi.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra geçen son yıllarda, atom enerjisinin düşük petrol fiyatları ile birlikte kullanımı, rüzgar enerjisi kullanımına olan ilgiyi önemli ölçüde sınırladı. Bununla birlikte, çevre kirliliği ve enerji krizi, teknolojik olarak gelişmiş ülkeler bu saf ve eski enerji kaynağına yoğun bir ilgi göstermeye başladı.

4.3. Rüzgar Türbini Çeşitleri

Rüzgar enerjisini kullanmak için önerilen makineler rüzgar türbinleri olarak düşünülür. Rüzgar türbinleri, eksenlerinin yönlerine göre rüzgar akışıyla karşılaştırıldığında kategorize edilir. Yatay eksen ve dikey eksen türbinleri olmak üzere, aşağıdaki iki ana kategoriden seçilen çeşitli modern rüzgar türbinleri türleri vardır.

Modern rüzgar türbinleri, uç devir oranı (λ) olarak bilinen boyutsuz bir değere bağlı olarak, yüksek devir sayısı olanlar ve düşük devir hızı olanlar olarak sınıflandırılır; bu bir rüzgar değirmeni rotorunun uçlarının hızının serbest rüzgarın hızına oranı olarak tanımlanır ve aşağıda gösterilmiştir. Rüzgar türbinlerinin farklı özelliklerinin karşılaştırılabileceği bu orana, yararlı bir önlem verilmektedir.

$$\lambda = (\omega \times R) / v$$

Burada, ω , saniyedeki radyan cinsinden açısal hızdır; R, rotorun metre cinsinden yarıçapı ve V, saniyedeki metre cinsinden rüzgar hızıdır. Buna ek olarak, bir rüzgar türbininin dönüş hızı aerodinamik parametrelerine ve rüzgar bıçak ağızlarının boyutuna bağlıdır. Dahası, türbinin elektrik şebekesine bağlanması önemli bir rol oynamaktadır çünkü şebekeye bağlı olan tüm modern rüzgar jeneratörleri, merkezi şebeke frekansına sahip elektrik akımı üretmektedir. Örneğin, Yunanistan ve diğer Avrupa ülkeleri, 60 Hz frekansta çalışan Birleşik Krallık ve ABD'ye kıyasla 50 Hz'lik bir frekansta çalışırlar.

Nihayet aşağıda gösterildiği gibi sağlamlık parametresi rüzgar türbinlerini ayırt etmek için kullanılır. Sağlamlık genellikle havadan ziyade malzemeyi içeren rotor alanının yüzdesi olarak tanımlanır.

Yatay eksen makineleri için şu şekilde tanımlanır:

$$\sigma = (z \times c \times R^2) / \pi \times R$$

Dikey eksen makineleri için:

$$\sigma = (z \times c) / R$$

Parametre σ , türbinin sağlamlığıdır, z, bıçakların sayısıdır; R, rotorun yarıçapıdır; c, bıçağın akorudur (genişliği).

4.3.1. Yatay Eksen Rüzgar Türbinleri

Yatay eksenli rüzgar türbinleri, bazen eksenini rüzgar yönüne (rüzgar) dikey olabilese de, eksenini yeryüzünün yüzeyine ve rüzgar yönüne paralel (kafa üstü) gösterirler. Bıçaklarla rüzgarın (yukarı-rüzgarın) önünde veya rüzgarın arkasında (rüzgarın altında) çalışırlar. Bir, iki, üç veya çok sayıda bıçağa sahiptir ve kurulu rüzgar türbinlerinin dünya genelindeki yaklaşık % 90'ını kaplarlar.

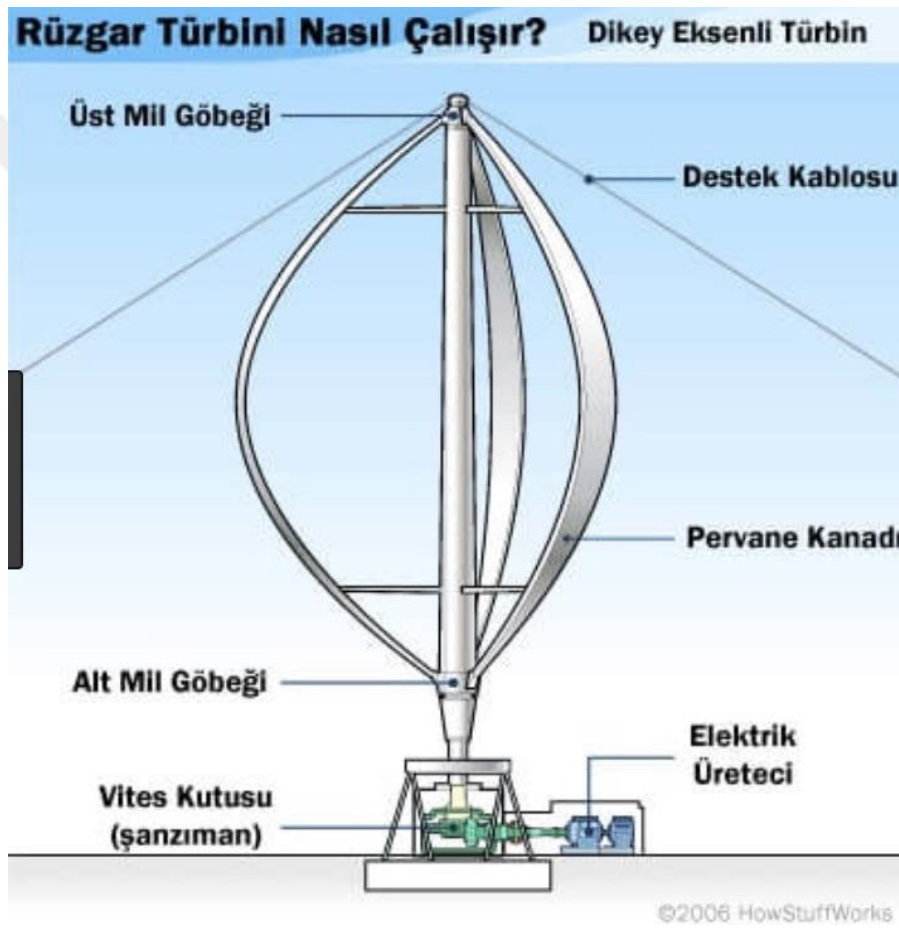
Temel özelliklerinden biri, güç katsayısının oldukça yüksek olması ve uç hız oranının yüksek değerlerinde çalışması mükemmel olmasıdır. Ayrıca, yatay eksenli rüzgar türbinleri son 20 yılda hızlı bir artış gösterdi ve elektriği üretmek için neredeyse evrensel olarak çalışıyorlardı. Her gün firmalar, aşağıdaki resimde olduğu gibi, bir kaç Watt'a kadar bir güç üreten küçük veya büyük ölçekli rüzgar türbinleri tasarlarlar.



Şekil 4.5. ENERCON E-82 Rüzgar Türbini

4.3.2. Dik Eksenli Rüzgar Türbinleri

Düsey eksen rüzgar türbinleri, yatay olanlar ile karşılaştırıldığında, rüzgar yön değıştirirken rotoru yeniden ayırmadan herhangi bir yönden rüzgar kullanabilir ve basit yapılar oluştururlar. Bu tür türbin türlerinin en yaygın türleri Savonius'dur ve dünya pazarında en popülerlerinden biri olan Darrieus'tur. Rüzgarın dünya ticaretinin yaklaşık% 2-3'ünü ellerinde tutuyorlar.



Şekil 4.6. Darrieus Tipi Dikey Eksenli Türbin

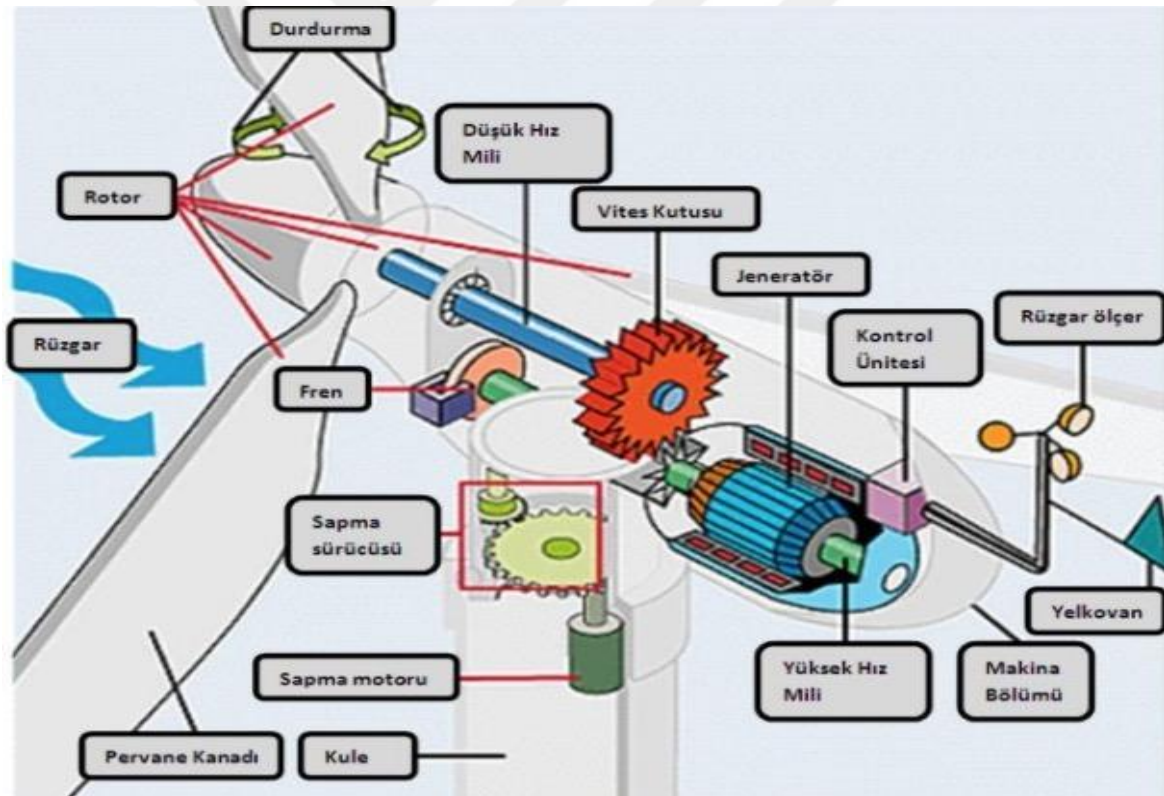
Dikey eksen makinelerinin aerodinamik verimliliği çok iyi, rüzgar yönünden bağımsız, düşük üretim maliyeti ve basit kontrol sistemlerine sahiptir. Dahası, mekanik parçaları ve jeneratörü genellikle zemine yerleştirilir, böylece türbin kulesi yatay olanlardan daha açıktır ve güç çıkışı maksimum bir MW değerine ulaşabilirken sistemin bakımı daha kolaydır.

4.4. Rüzgar Türbinleri Teknolojisi

4.4.1. Rüzgar Türbini İşletimi

Önceki paragrafta, dikey eksen türbinleri yerine elektrik üretimi için gezegenin etrafında yatay eksenli rüzgar türbinlerinin yaygın kullanımını üzerine referans yapılmıştır. Bu nedenle, yatay eksenli bir rüzgar türbininin ana kısımlarının yorumlanması uygun görülmektedir.

Bir rüzgar türbini aşağıdaki dört ana bölümden oluşur: taban, kule, nasele ve bıçaklar, aşağıdaki resimde gösterildiği gibi. Bıçaklar rüzgarın enerjisini yakalar ve hücredeki bir jeneratörü döndürür. Kule, elektrik devrelerini içerir, uçları destekler ve taban, beton ve çelikten yapılır ve tüm yapıyı desteklerken, bakım için uçlara erişim sağlar.



Şekil 4.7. Bir Rüzgar Türbininin Ana Parçaları

Üstelik modern rüzgar türbini rotor kanatları rüzgar enerjisini yakalar ve şaftın dönme enerjisine dönüştürürler. Jeneratöre bağlı olan ve dönme enerjisini kendisine aktaran şaft, iki tipte ayrılır: jeneratörü çalıştıran yüksek hızlı şaft ve dakikada yaklaşık 30 ila 60 devir arasında çalışan düşük hızlı şaft. Nacell'in içinde jeneratör ve vites kutusu var. Şanzıman,

düşük hızlı şaftın yüksek hıza bağlanmasını ve dönüş hızını yaklaşık 30 ila 60 rpm ila yaklaşık 1200 ila 1500 rpm arasında arttırmaktadır. Jeneratör elektromanyetizma kullanarak elektriği üretmek için şaftın dönme enerjisini kullanırken, 60 çevrimli AC elektrik üreten indüksiyon jeneratörleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna ek olarak, elektronik kontrol, arıza durumunda türbini kapatmak için kullanılır ve rüzgar yönü değiştiğinde rotoru rüzgara dönük tutmak için saptırma kumandası kullanılır.

Kuleler genellikle yaklaşık 50 ila 70 metre boyunda ve 3 metre çapında beyaz bir çelik silindirde tasarlanmıştır. İçlerinde çalışan bir merdiven ve alet ve ekipmanlar için bir vinç var. Kule, rotoru ve kanatçığı destekler ve bıçakların güvenli bir şekilde devreye alınabildiği yüksekliği yükseltir. Sonunda tabanın beton çelik çubuklarla takviye edilmiş olması ve tüm yapıyı desteklemesi.

4.4.2. Dağıtım Ağı

Dağıtım ağı şebekeye düzgün bir elektrik ayırıyor. İzgara rüzgar türbinleri ve tüketici arasındaki bağlantıdır ve transformatörler, yüksek gerilim iletim hatları, trafo merkezleri ve tüketici içermektedir. Tüm dünyadaki ulusal elektrik şirketlerinden gelen elektrik şebekesi dağıtım şebekesi ile ilgili felsefe aynıdır. Değişen bu, dağıtım geriliminin farklı seviyeleridir.

Jeneratörden aşağıya, kulenin elektrik kabloları vasıtasıyla taşınan elektrik, bir transformatöre akar. Trafo, elektrik gücünün gerilimini dağıtım gerilimine yükseltir. Ardından, dağıtım voltajı elektriği yüksek voltaj iletim hatları boyunca dolaşır ve onu indiren bir istasyona ulaşır. Bundan sonra da dağıtım voltajı iletim hatları vasıtasıyla tekrar dolaşır ve çiftliklere, endüstrilere, köylere ve kasaba tedarik ediyor.

İngiltere'de rüzgar türbinlerinden gelen elektriği, elektrik gücünün gerilimini 25.000 volta yükselten transformatöre ulaştı. Daha sonra voltaj, 275.000 veya 400.000 volt'a kadar yükseldiği ve iletim hatları boyunca ilerlediği bir trafo merkezine iletilir. Yerel şebeke işletme şirketleri bu elektrik voltajını alıp 132.000 volt'ta dağıtmaktadır. Son olarak, trafo merkezlerini kullanarak elektrik gerilimini uygun bir şekilde düşürdükten sonra sanayi, 33.000 volt'ta elektrik voltajı alırken, kasabalar 11.000 volt'ta, köyler, çiftlikler ve evler ise 230/400 volt'ta alıyor [1,12].

İngiltere'nin aksine, Yunanistan'daki dağıtım ağı, elektrik voltajının farklı değerleri nedeniyle farklılık göstermektedir. Trafo, elektrik voltajını 15.000-20.000-volt artırır. Daha

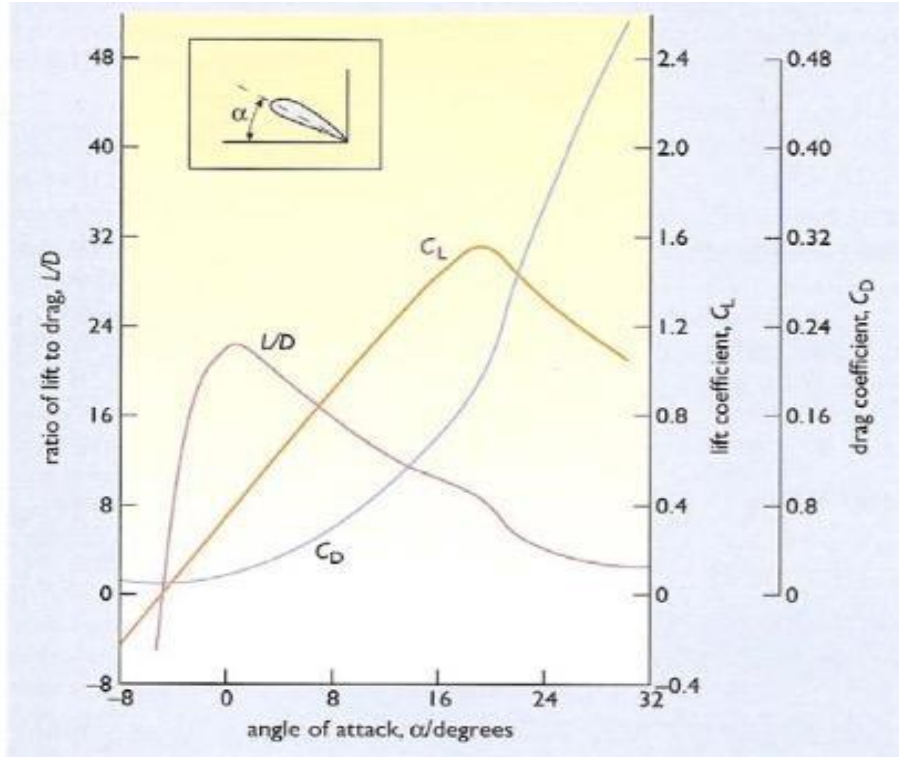
sonra trafo, voltajı yüksek transmisyon kablolarıyla iletilen 150.000 volta yükseltir. Yerel ağ işletme şirketi (DEH) bu voltajı alır ve 20.000 volt'a dağıtır. Son olarak, sanayiler 690 voltluk elektrik, 380 voltluk çiftlikler ve 220 voltluk evler [19, 20].

4.4.3. Rüzgar Türbinlerinin Temel Prensipleri

Bir hava akımından katı bir nesneye bir kuvvet ileildiğinde, katı nesnelere arasında iletilen kuvvetten çok farklıdır. Dahası, bir cisim bir hava akımından kuvvet gördüğü zaman, iki eşdeğer bileşenden ayırt edilebilir. Birinci komponentte kuvvet, akış istikametinde hareket eder ve sürüklenme kuvveti olarak bilinirken ikincisinde, kuvvet, akışa dik doğrultuda hareket eder ve kaldırma kuvveti olarak bilinir. Kaldırma ve sürüklenme kuvvetleri rüzgar enerjisi ile orantılıdır.

Sürüklenme kuvveti iki bileşen daha çözülebilir; basınç sürüklenmesi ve sürtünme sürüklenmesi. Basınç uyuşturucusu nesnenin ön tarafında hareket eder, nesneyi akışla birlikte iter ve bu basınç sürtünmesi daha fazla dikeyken, nesne üzerinde yaşanan sürüklenme kuvveti o kadar büyük olur. Öte yandan, sürtünme ilacı sıvı nesnenin ön yüzü ile aynı hizada olduğunda ve daha paralel hale geldiğinde hareket eder ve nesne üzerindeki sürüklenme kuvveti daha az olur. Nesnelere, sürüklenme kuvvetlerini olabildiğince azaltmak üzere tasarlanmış ve pürüzsüz bir akış izleyen düz çizgili nesnelere olarak tanımlanmıştır. Bu tür şekil köpekbalıkları, hava yolları ve aerofoillerde (bir kanat veya bıçak şekli) bulunabilir. Büyük miktarda asansör üretmek üzere tasarlanmış bir gövde bir aerofoildir.

Kaldırma kuvveti aerodinamik kuvvetin hava folyosuna dik olan ve işler düzlemler gibi yükselmesini sağlayan bileşendir. İsviçreli bir bilim adamı olan Daniel Bernoulli, bir sıvının bir yüzey üzerinde ne kadar çabuk ne kadar ilerlediğini, yüzeyde ne kadar hızlı ilerlemesi gerektiğini, diğer bir deyişle akış hızında bir artışın statik basıncın düşmesinden kaynaklanacağını gözlemledi.



Şekil 4.8. Clark Y Aerofoil Bölümü İçin, Kaldırma Katsayısı C_L , Sürüklenme Katsayısı C_D ve Kaldırma Açısı (L / D) Karşı Saldırı Oranı.

Kaldırma ve sürüklenme kuvvetleri, rüzgar türbini bıçak tasarımı için bir aerofoil bölümü seçerken esas olan kaldırma ve sürüklenme katsayılarıyla karakterize edilir. Saldırı açısı farklı aralıkları için bu katsayılar rüzgar tünelleri ve katalog son on yıllarda ölçülür. Bir kanat profili için tipik katsayılar yukarıda gösterilmektedir.

Rüzgardan yararlanılacak güç miktarı (m), kilometredeki kilometredeki hava yoğunluğunun (ρ), rotor bıçaklarının (A) metre cinsinden süpürüldüğü alanının ve anlık rüzgar hızının (V) bir fonksiyonudur. Saniyede metre cinsinden aşağıda gösterildiği gibi:

$$P = 0.5 \times C_p \times \rho \times A \times V^3$$

Burada: C_p , türbinin güç katsayısıdır

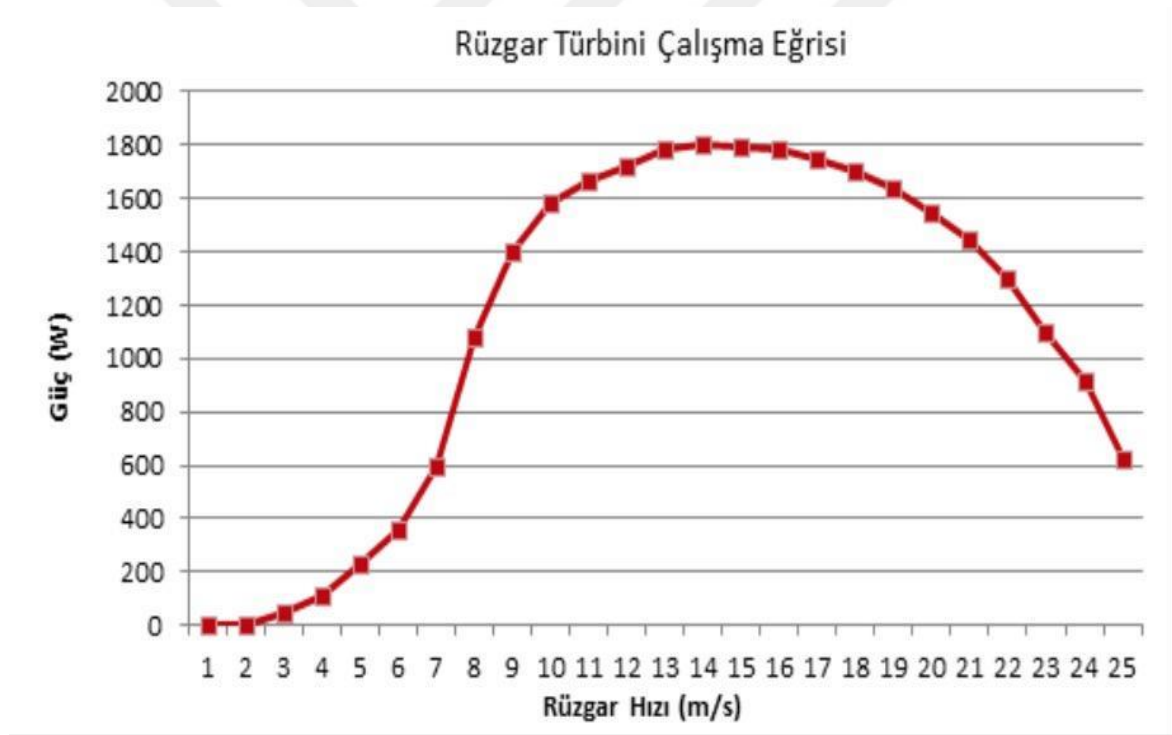
A süpürme alanı ve eşittir

$$A = (\pi \times D^2) / 4$$

D , Rotorun çapıdır (m).

Rüzgar hızının küpünün güç çıkışı üzerinde güçlü bir etkisi olduğu gözlemlenebilir. Böylece, A katına çıkarma iki kat daha fazla güç üretebilir; rüzgar hızının iki katına çıkması, güç potansiyelinin sekiz katını üretir. Ayrıca, rotor çapını yüzde 30 arttırarak (örneğin 3m'den 3.9m'ye) tarama alanını neredeyse yüzde 70 oranında arttırabilirsiniz (aslında% 697,77m²'den 11.95m²'ye). Güç katsayısı C_p , ayrı makineler için rüzgar hızına bağlı olarak da değişir.

Güç katsayısı C_p , gerçek güç çıktısının mevcut teorik ile karşılaştırılan oranıdır. Üstelik C_p , bıçak ucu hızının ve eğim açısının bir fonksiyonudur. Bıçak ucu hızı rüzgar hızına göre değişir ve kanatlı bıçak açısı ayarlanmış türbinler için değişkendir. Yatay eksenli türbin pazarında C_p yaklaşık% 36, dikey eksen için yaklaşık% 45'dir. Kayıpsız ve maksimum güç çıkarma için ideal bir türbin için güç katsayısı Betz sınırına eşittir ($C_p = 16/27 = \% 59$).



Şekil 4.9. Tipik Rüzgar Türbini Rüzgar Hızı-Güç Eğrisi

Güç çıkışı rüzgar hızına göre değişir ve her türbin karakteristik bir rüzgar hızı-güç eğrisine sahiptir. Bir türbinin güç performans eğrisi, yukarıdaki resimden görülebileceği üzere, kesme hızı, nominal hız ve kesme hızı içerir. Kesme hızı, türbinin çalışmaya başlaması gereken minimum hızdır, nominal hız, türbinin maksimum çıktısının teslim edilebileceği hızdır. Kesme hızı, türbinin güç üreteceği maksimum hız olup, bu noktanın ötesinde operasyon durur. Bununla birlikte, pratikte birçok makine yüksek rüzgar hızlarında durak

düzeninden dolayı kesmez, ancak makul derecede büyük bir güçle çok düşük verimlilikle çalışmaya devam eder.

4.5. Kanatlı Türbinler

4.5.1 DWT'ye Giriş

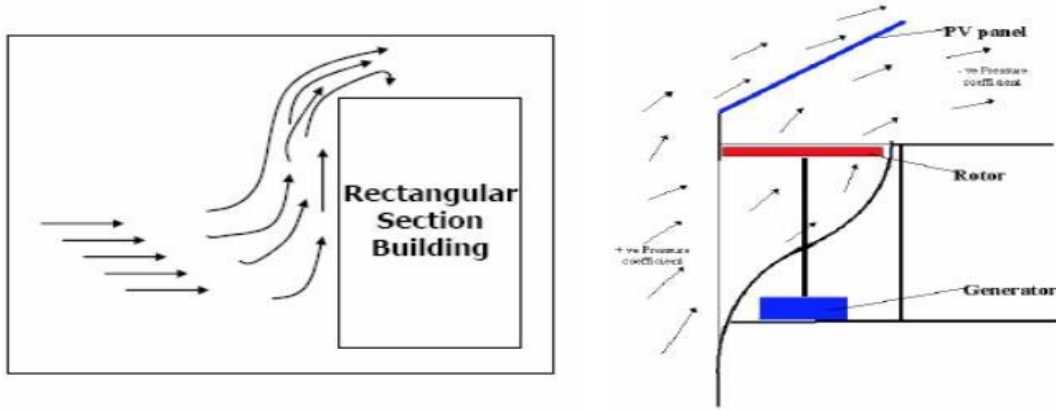
Kanatlı türbin yenilikçi yeni bir cihazdır. 1979'da Webster adlı bir Glasgow mühendisinin özgün bir fikrinin sonucuydu. Webster'ın ölümünden sonra ailesi, bu yenilikçi fikri sürdürmek için Strathclyde Üniversitesi ile temasa geçti. Strathclyde'nin makine mühendisliği bölümü bu fikri değerlendirdi ve bu konsepti geliştirmeye çalışmaya devam etti.

Son yıllarda öğrencilerin projeleri için ölçüm yapmalarına yardımcı olmak için bazı örnekler Glasgow merkezinde füyve binasının çatısına gösteri amacıyla yerleştirildi, bazıları ise bazıları Strathclyde Üniversitesi'ndeki James Weir Binasının çatısına yerleştirildi. Günümüzde, kanatlı türbinlerin işletilmesindeki gelişme pek çok bilim insanı için endişe kaynağıdır; Hâlâ deneysel bir aşamadaysa da gelecek umut vericidir.

4.5.2. Bir DWT'nin Çalışması

Kanatlı türbin bir binanın kenarına monte edilir ve çalışmaya başlamak için hava akımının yukarı akışını kullanır. Aşağıdaki resimde gösterilen hava, binanın ön cephesine dikey bir doğrultu ile doğrusal olarak akar. Binaya ulaştığında akış türbülansa geçer ve hava türbine girer. Tabii ki havanın yalnızca küçük bir kısmı türbine girer, gerisi de aşağıya, yukarıya veya binanın çevresine saptırılır. Türbülanın içindeki basınç değişimi nedeniyle cihazın tavanına bir spoyler yerleştirilir.

Genellikle bir PV panel, spoyler üzerine monte edilir ve daha sonra bir hibrid sistemin çalışması uygundur.



Şekil 4.10. Bir DWT Üzerinden Bina ve Rüzgar Akışı Üzerindeki Rüzgar Akışı

Kanallı türbinlerin kentsel bir ortamda kullanılması ofisler ve sanayi için verimli olabilir, ancak konutlarda değil. Bunun nedeni, oldukça küçük katsayısı olan yaklaşık 0.2 ve rüzgarlarda 5m / sn'nin üzerinde çalışmasıdır. Dahası, güç çıkışı düşük, yaklaşık 90 watt'dır ve kurulum maliyeti oldukça yüksektir. Bununla birlikte, hava akışının doğru konumunu bulmak için yaw motorları kullanan türbinlerin çoğunun aksine, doğru yönde üfleyen rüzgara bağımlıdır.

4.5.3. DWT için Temel Denklemler

Kanallı türbinlerden çıkan gücü hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılır:

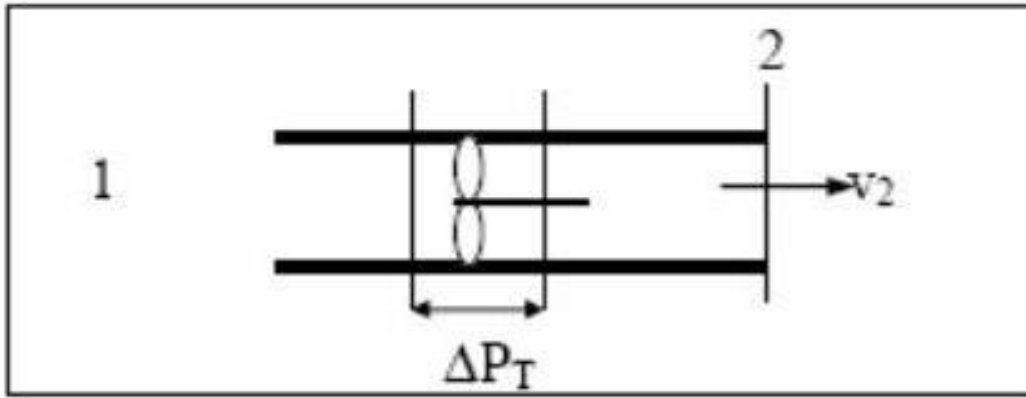
$$\Delta P_T \times q = A v_2 \left[\frac{\delta \rho v_\infty}{2} - \frac{\rho v_2^2}{2C_v} \right]$$

Burada: ΔP_T , kanalın içine girildiğinde türbinin oluşturduğu basınçtır V hava akımının hızıdır (m^2 / sn)

A, kanal kesit alanıdır (m^2)

q havanın hacimsel akış hızı (m^3 / sn)

C_v hız katsayısıdır



Şekil 4.6. Rüzgar Türbini ile Basit Bir Kanal

Yukarıdaki denklemdeki köşebentin sifıra eşit olduğu varsayılarak ve uygun hesaplamaları yaparak türbinin çıkardığı maksimum güç aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\Delta P_T = \frac{1}{3} \rho \delta v_\infty^2$$

Burada δ diferansiyel basınç katsayısıdır.

Nihayet güç katsayısı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır:

$$C_p = \frac{2}{2\sqrt{3}} \times C_v \delta^{\frac{3}{2}}$$

Burada C_v kanal hızı katsayısıdır.

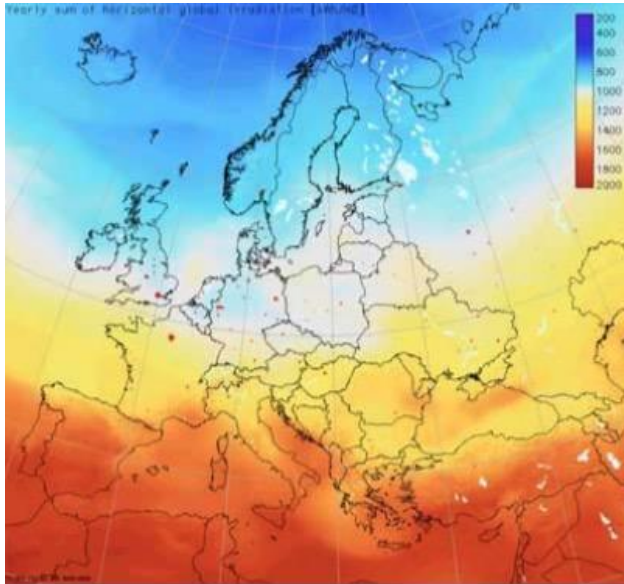
Deneysel koşullar yaklaşık $\delta = 1.5$ 'de bir basınç farkı ve yaklaşık $C_v = 0.5$ 'de bir kanal hızı katsayısı, kanallı türbinin rotoru için güç katsayısının yaklaşık 0.35'e ulaştığını göstermiştir. Ancak bu, jeneratör kayıpları tarafından yaklaşık 0.20 - 0.25'e düşürülür. Kanallı bir türbin verimliliğini arttırmak için, işletme esnasında jeneratörden gelen kayıpların azaltılması, parametre δ 'nın en yükseğe çıkarılması ve kanaldaki kayıpların C_v 'nin 1'e doğru hareket etmesi için azaltılması gerekir.

5. PV/WT: AVRUPADA VE ULKEMIZDEKİ DURUM

5.1. Avrupa'da ve Türkiye'de PV Sistemi

5.1.1. Avrupa'daki Pv Sistemi

Mevcut toplam güneş enerjisi, yere göre değişir ve ülkenin enlem, bulutluluk ve iklimine bağlıdır. Bu nedenle, bir sistemden üretilebilecek elektrik miktarı değişebilir ve bu mevcut güneş ışığı ve sistemin verimliliğine bağlıdır. Aşağıdaki resimden, yıllık toplam güneş radyasyonu seviyelerinin Avrupa'da nasıl değiştiği gözlemlenebilir.



Sekil 5.1. Avrupa'daki Yıllık Toplam Güneş Radyasyonu Seviyeleri (kWh / m2)

PV sistemlerinin kullanımından elde edilen genel kaynak büyüktür. Basit bir hesaplamayla, dünya yüzeyinin% 0.1'inde (yaklaşık 500.000 km²) ortalama% 10'luk bir verimlilikle bir PV sistemleri kurulması durumunda dünyanın tüm mevcut enerji ihtiyaçlarını karşılayabilecek elektrik üretebileceklerini gösteriyor.

Buna ek olarak, toplam kurulu güç kapasitesi 2003 sonunda 2.2 GW olarak tahmin edildi. Daha spesifik olarak, Avrupa'da güneş enerjisi üretimi 2003 yılında 200 MW iken kurulu güç yaklaşık 560 MW'ya ulaştı. Focus, 11MW potansiyeliyle dünyanın en büyük güneş enerjisi parkını halihazırda inşa eden Portekiz'de ve Ocak 2008'de faaliyete geçti. Bu park, 8000 hanenin elektrik ihtiyacını karşılar CO₂ emisyonlarının azaltılmasına yardımcı oluyor. Bu solar sistem merkezi yılda yaklaşık 30.000-ton enerji üretiyor.

Tablo 5.1. Avrupadaki Toplam Güneş Enerjisi Tablosu.

Ülke	2010'a kadar	2010'da kurulan	2010 sonu toplamı
Almanya	9.830 MW	8.200 MW	18.030 MW
İspanya	3.520 MW	200 MW	3.720 MW
Japonya	2.630 MW	500 MW	3.130 MW
USA	1.650 MW	500 MW	2.150 MW
İtalya	1.032 MW	400 MW	1.432 MW
Çek Cumhuriyeti	465 MW	160 MW	625 MW
Çin	305 MW	250 MW	555 MW
Fransa	289 MW	250 MW	539 MW
Belçika	363 MW	130 MW	493 MW
Portekiz	102 MW	80 MW	182 MW
Toplam	20.186 MW	10.670 MW	30.856 MW
AB Ülkeleri	15.861 MW	9.439 MW	25.300 MW
Dünya	23.330 MW	12.400 MW	35.730 MW
<i>IEA ve EPIA tahminleri</i>			
2020 yılı	390 GW		
2030 yılı	900 GW		
2050 yılı	3.000 GW		

Ülkemiz Avrupa ülkelerine göre daha fazla güneş alan bir konuma sahiptir. Bu nedenle kurulacak bir pv sistem çok verimli olacaktır. Ülkemiz gün geçtikçe pv sistem kurulumlarını arttırmaktadır. Ülkemizdeki enerji durumunu daha iyi anlaşılması için Avrupa yı ele aldık. Şimdi ülkemize gelecek olursak;

Güneş panelleri, güneş ışığını, elektrik veya ısı üretmek için bir enerji kaynağı olarak emer. Fotovoltaik (PV) modül, tipik olarak 6x10 fotovoltaik güneş pillerinin paketlenmiş, bağlanan bir birleşimidir. Fotovoltaik modüller, ticari ve konut uygulamalarında güneş enerjisi üreten ve besleyen bir fotovoltaik sistemin fotovoltaik dizisini oluşturur. Her bir modül, standart test koşulları altında (STC) DC çıkış gücü ile derecelendirilir ve tipik olarak 100 ila 365 Watt'tir (W).

Çoğu kimse, fotovoltaik teknolojinin aslında 160 yılı aşkın bir sürede üretildiğini öğrenmekten şaşırır. Temel bilim ilk olarak 1839'da keşfedildi, ancak ilerleme hızı 20. yüzyılda üç büyük itme hızında gerçekten ivme kazandı.

5.1.2. Türkiye’de PV Sistemi

Ülkemizde üretilen ilk PV modülü 2000 yılında üretilmeye başlamıştır. Ülke de toplam kurulu güç tam olarak hesaplanamamaktadır. Bu da, üretimin sürecini yeni tanıtılmasından ve kurulu sistemlerin büyük çoğunlukta yer yer çatı kurulumları olmasından kaynaklanmaktadır.

İsviçre güneş enerjisi şirketi Tritec, güneyindeki Gaziantep'te iki fotovoltaik tesis kurdu. 200 kilovat kapasiteli sistemlerden biri Sirma halı fabrikasının çatısında; 10 kW gücündeki ikincisi bir dinlenme parkındaki bir su deposuna kuruldu.

200 kW'lık sistem, Türkiye'de 1.800 kWh'lik yüksek ışınlama seviyeleri göz önüne alındığında, yılda yaklaşık 360.000 kWh güneş enerjisi üretebilir. Sirma bu enerjinin kendisinin% 100'ünü kullanacak ve bu sayede kamuya açık şebekeye elektrik beslemesi için tarifeyi geçersiz kılacaktır [8].

Kentsel rekreasyon parkında su deposunun düz çatısına yerleştirilen, iki bitkinin küçüğü için olan müşteri, Gaziantep şehir idaresidir. Bu 10 kW'lık sistem yılda yaklaşık 18.000 kWh elektrik üretecektir.

Yılda yaklaşık 300 saat güneş ışığı, artan enerji talebi ve yüksek elektrik fiyatları ile Türkiye umut verici bir fotovoltaik pazar olarak değerlendiriliyor. 2020 yılına kadar 4-6 GW'luk ilave güneş enerjisi tesislerinin inşa edilmesi bekleniyor [8]

Devletin Güneş Enerjisine Olan Katkisi

1 GW kapasiteli bir güneş enerjisi enerjisi bölgesi olan Karapınar Kaynak Bölgesi için ihale 21 Şubat'ta gerçekleşecek. Bu ihale, Türkiye'de büyük ölçekli yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi için tasarlanan yeni mevzuat kapsamında ilk sırada yer alıyor. Proje, bir yatırımcı tarafından bir imalat tesisi kurma ve araştırma geliştirme faaliyetleri yürütme ihtiyacı ile geliştirilecektir.

9 Ekim 2016'da yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği adlı yeni mevzuat, büyük ölçekli yenilenebilir enerji projeleri için arazi tahsisi sürecini hızlandırmak için yasal çerçeveyi ortaya koymaktadır. Mevzuat, ihale süreci boyunca "yenilenebilir enerji kaynakları alanları" veya yenilenebilir enerji kaynak alanları veya YEKA'nın kurulmasını

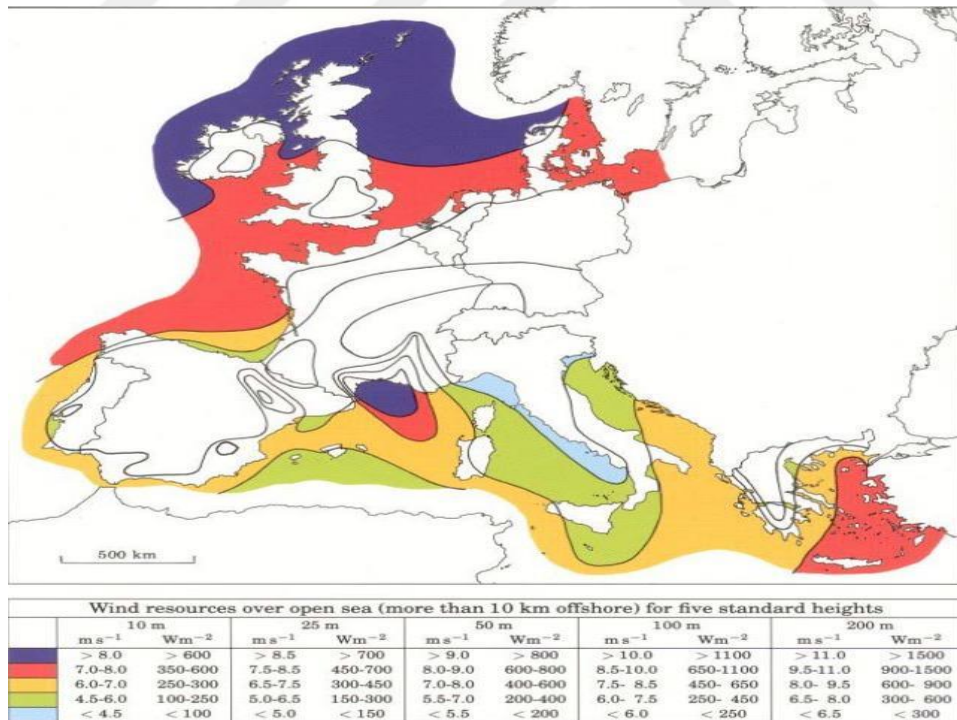
istemektedir [29]. Bu mevzuat, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından ilan edilen lisanslı güneş enerjisi projeleri için 3 GW'lık hedef kapasitesini desteklemektedir.

Yönetmelik, tüm yenilenebilir enerji kaynaklarını kapsamakla birlikte, bugüne kadar bu yönetmelikle başlatılan ilk ve tek ihale, güneş enerjisidir. Kaynak Alanlarında diğer yenilenebilir enerji türlerinin (örn. Rüzgarın) geliştirilip gösterilmeyeceğini ve nasıl görüleceğini göreceğiz.

5.2. Rüzgar enerjisi

5.2.1. Avrupa'da Rüzgar Enerjisi

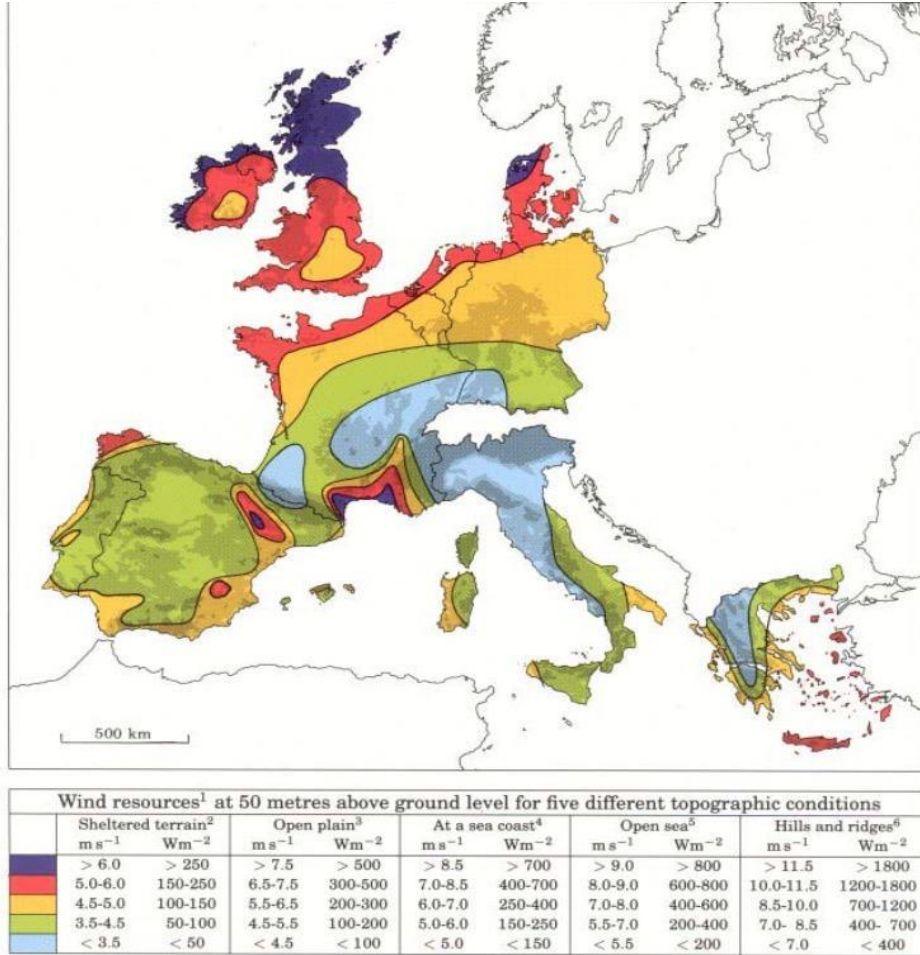
Rüzgar kaynağı değerlendirmeleri rüzgar enerjisi potansiyelini belirtir. Bununla birlikte, mevcut maksimum rüzgar kaynağı, farklı küresel alanlarda farklılık gösterecektir. Dahası, yerel topoğrafya ve zemin kaplamadan etkilenmektedir. Genel olarak, rüzgarın, okyanuslar üzerinde, aşağıdaki resimde gösterildiği gibi yerden daha yüksek bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir.



Şekil 5.2. Deniz Üzerinde Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı

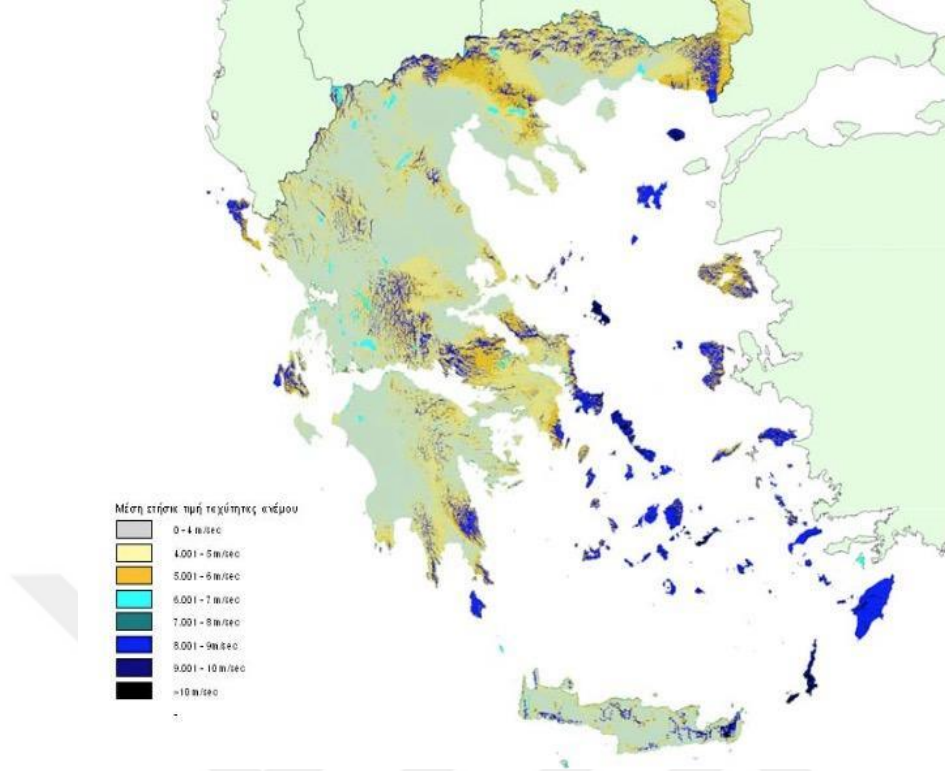
Avrupa rüzgar atlasında, 50 metre zemin seviyesinin üstündeki rüzgar kaynakları saniyede metre cinsinden ölçülmekte ve 5 farklı kategoride ayırım yapmaktadır.

İrlanda, İskoçya, Danimarka ve Fransa gibi ülkeler rüzgar hızı en yüksek 8 m / sn'den (Mor) büyük alanlara sahipken, Yunanistan, Hollanda ve İngiltere gibi ülkelerde rüzgar hızı 7-8 m / sn aşağıdaki resimde görüldüğü gibi.



Şekil 5.3. Avrupa'da Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı

Yukarıdaki haritalardan İngiltere'nin özellikle İskoçya'da en iyi rüzgar kaynağı olduğu görülmektedir. Bunun tersine, Yunanistan'ın Girit'teki doğu kesimi, rüzgar potansiyeline sahip ve rüzgar hızı 5 m / sn'den fazla olan rüzgar potansiyeline sahip. Üstelik aşağıdaki resimden daha iyi görülebileceği üzere, Güney Doğu Ege Denizi Adalarında ve Doğu Girit'in bazı bölümlerinde rüzgar hızı 8 m / sn'den fazla olan çok yüksek değerlere ulaşmaktadır.



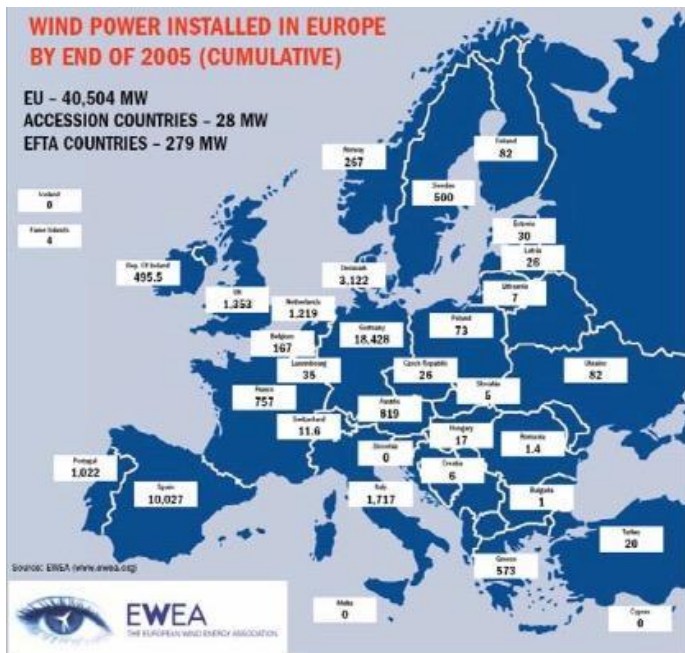
Şekil 5.4. Yunanistan'da Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı

Son 10 yılda, aşağıdaki tabloda gösterildiği üzere Avrupa'da rüzgar enerjisi tesisatında hızlı bir artış oldu. Almanya fotovoltaik panellerin yanı sıra rüzgar enerjisi kurmaya başlamış oldukları için Avrupa'nın öncü ülkesidir.

Tablo 5.2. AB-15 İçin Son 10 Yıl Kurulu Rüzgar Kapasitesi

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2010 (est.)
Austria	10	20	30	34	77	94	139	414	606	500
Belgium	4	4	6	6	13	31	44	67	93	250
Denmark	842	1,129	1,443	1,771	2,417	2,489	2,880	3,108	3,117	5,000
Finland	7	12	17	39	39	39	41	52	82	500
France	6	10	19	25	66	78	145	248	406	6,000
Germany	1,552	2,081	2,875	4,442	6,113	8,754	12,001	14,592	16,629	28,000
Greece	29	29	39	112	189	272	276	375	465	2,000
Ireland	11	53	73	74	118	125	137	191	342	1,500
Italy	70	103	180	277	427	697	788	904	1,262	3,700
Luxembourg	2	2	9	10	10	15	16	21	35	50
Netherlands	299	319	361	433	446	493	688	881	1,078	2,500
Portugal	19	38	60	61	100	125	194	296	520	1,500
Spain	249	512	834	1,812	2,235	3,337	4,830	6,198	8,263	15,000
Sweden	103	122	174	220	231	290	328	399	442	2,500
UK	273	319	333	362	406	474	552	648	889	6,000
Total EU-15	3,476	4,753	6,453	9,678	12,887	17,313	23,059	28,394	34,229	75,000

İngiltere ve Yunanistan'ın sahip olduğu rüzgar hızlarının yüksek olmasına rağmen, rüzgâr kaynakları az ya da çok olan rüzgar enerjisi kapasite seviyelerinde diğer ülkeleri takip ediyorlar. Tabii ki son 10 yılda her iki ülkede rüzgar enerjisi tesisatında önemli bir artış oldu. Daha spesifik olarak İngiltere'de% 30, Yunanistan'da% 34 oranında bir artış vardı ve şu tablo ve tablodan da görülebileceği gibi, bugün her iki ülke de Avrupa'nın rüzgar enerjisi piyasasında rekabet gücüne sahiptir. Bununla birlikte, Beyaz Sarının öngördüğü hedefe göre, her iki ülke için yıllık kurulumlar açısından 2015 yılına kadar hedefe ulaşması zor.



	Total at end 2004	Installed Jan-Dec 2005	Total at end 2005
Austria	606	218	819
Belgium	96	71	167
Cyprus	0	0	0
Czech Republic	17	9	26
Denmark	3,118	22	3,122
Estonia	3	27	30
Finland	82	4	82
France	390	367	757
Germany	16,629	1,808	18,428
Greece	473	100	573
Hungary	3	14	17
Ireland*	338.5	157	495.5
Italy	1,265	452	1,717
Latvia	27	0	27
Lithuania	7	0	7
Luxembourg	35	0	35
Malta	0	0	0
Netherlands	1,079	154	1,219
Poland	63	10	73
Portugal	522	500	1,022
Slovakia	5	0	5
Slovenia	0	0	0
Spain	8,263	1,764	10,027
Sweden	442	58	500
UK	907	446	1,353
EU-15	34,246	6,122	40,317
EU-10	125	61	186
EU-25	34,371	6,183	40,504

Şekil 5.7. 2015 yılında Avrupa'da Kurulan Rüzgar Enerjisi

Yunanistan'da rüzgar enerjisi, ülkenin kalkınmasına katkıda bulunan önemli bir oyuncu haline geliyor ve yukarıdaki konular tarafından kavranabiliyor. Kurulu rüzgar çiftliklerinin ülke geneline dağılımı grafik olarak aşağıdaki resimde gösterilmektedir. Birçok kurulumun Yunanistan'ın çeşitli bölgelerinde yapıldığı gözlemlenebilir. Özellikle Girit'te kurulu kapasite yaklaşık 105.4 MW'dır ve bu da adanın elektrik ihtiyacına kıyasla oldukça yüksektir. Ayrıca, Girit'i Yunanistan çevresindeki diğer rüzgar enerjisinden farklı kılan özellik, Girit'in ulusal ızgarayla bağlantılı bir alan olmamasıdır. Elbette ki bu bir yandan rüzgar çiftlikleri tarafından üretilen elektriğe yüksek değer verirken, diğer yandan büyük miktarda elektrik boşa harcanmaktadır çünkü arabağlantısız depolama mümkün değildir.



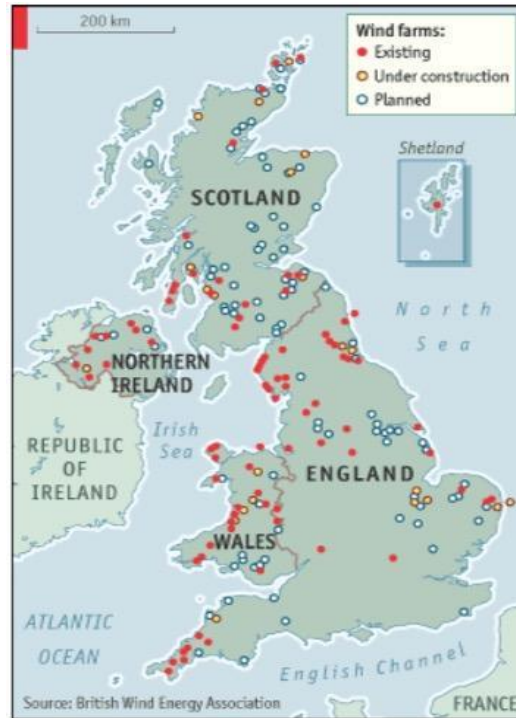
Şekil 5.8. Rüzgar Çiftliklerinin Yunanistan Üzerinden Dağılımı

Tabii ki yukarıdaki her şey, Yunanistan'da daha iyi bir rüzgar enerjisi geleceği için umut veriyor, ancak aslında her şey olduğu gibi değil. Yunanistan'da rüzgar enerjisi piyasası son aylarda durgun kaldı. Eylül 2015'den itibaren herhangi bir lisans verilmemiş ve rüzgar enerjisi kurulu gücünün 605 MW'da sabit kalmasına neden olmuştur. Ayrıca, toplam 9000

MW'lık yeni yenilenebilir enerji yapı lisansı için değerlendirme prosedürü, 20 Haziran'da Enerji Düzenleme Kurumu tarafından bir sonraki bildirim kadar durduruldu. Lisanslama prosedüründeki bazı sorunlar nedeniyle bu lisanslar verilmez. Dolayısıyla yasa koyucular yeni yasaları yürürlüğe koyarak mevcut lisanslama rejimini iyileştirmeye çalışıyorlar. Bununla birlikte, beyaz kağıda uyum sağlanamıyor gibi görünüyor [7, 8].

Bütün bunlar, diğer ülkelerin rüzgar kaynaklarının maksimum düzeyde kullanıldığı bir dönemde gerçekleşir. Portekiz, 2005 yılında, son 20 yılda Yunanistan kadar 500 MW'dan fazla yüklemiştir. İspanya, dünya çapında rüzgar enerjisi tesisatlarının geliştirilmesinde en güçlü ülkedir. 10.000 MW toplam rüzgar enerjisi kurulu gücü ile Almanya, dünyanın rüzgar enerjisi piyasasını yakından takip ediyor [4, 5, 6, 11].

İngiltere, dünyanın en çekici dördüncü rüzgar pazarıdır (Report Ernst & Young 2006) ve analistler, bu pazarın on yılın sonuna doğru Avrupa'nın en önemli pazarlarından biri olmasını beklemektedir. Aşağıdaki resimde görülebileceği gibi, İngiltere'de, özellikle ülkenin batı sahili avlusu ve İskoçya'da büyük miktarda rüzgar enerjisi çiftliği bulunmaktadır. Dahası, önümüzdeki yıllarda bir çok azınlık halihazırda yapım aşamasında olan rüzgar santrali projelerinin başlatılması planlanmaktadır.



Şekil 5.9. Rüzgar Çiftliklerinin İngiltere'ye Dağılımı

Buna ek olarak İngiltere, South Ayrshire'da 120 MW'lık bir güç çıkışı ile bugüne kadarki en büyük rüzgar enerjisi üretim tesisi yapmaya başladı. 52 adet kurulu türbin 80.000 evin elektrik taleplerini karşılayabilecek. Bu yılın sonuna kadar toplam 665 MW yeni tesisat bekleniyor [4, 5, 13].

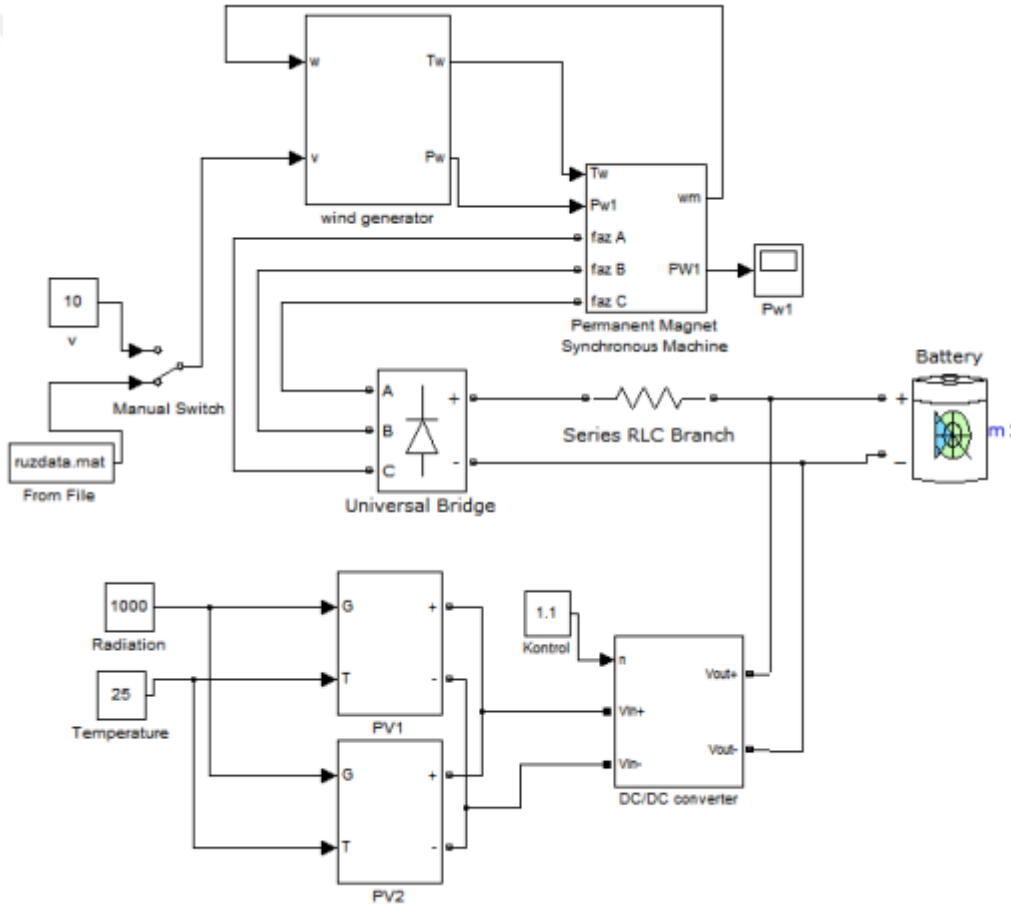
5.2.2. Ülkemizdeki Rüzgar Enerjisi

Türkiye bu konuda diğer ülkelere göre çok avantajlı bir konumdadır, çünkü rüzgar enerjisi bakımından çok ciddi bir potansiyel barındırmaktadır. Tahmin edilen potansiyel yaklaşık 60.000 MW'tır. İlk olarak 1998 yıllarında yapımına başlanan rüzgar santralleri toplamda 8.7 MW kurulu gücündeydi, 2005 yılına kadar bu tablo oldukça durağan olup yeterli ilgiyi göremediği için bu alana neredeyse hiç yatırım yapılmamıştır. Ancak 2005 yılında meclisin konuyu ele almasıyla birlikte elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarını devreye sokan yasa meclis genel kurulundan geçmiştir.

2005-2009 yılları arası yaklaşık 500 MW bir artış sergilemiştir. 2010 yılında bu yatırımların daha da önünü açabilecek ve yatırımcıları bu alana yönlendirecek olan YEK yasası yürürlüğe girmiştir. Son 2 -3 yılda yatırımlar giderek hız kazanmış ve Temmuz 2014 itibariyle 2.000 MW'ı aşmış durumdadır. Türkiye'nin toplam kurulu gücü 56.471 MW düzeyindedir, rüzgarın payı ise %3.5 civarlarındadır. EPDK tarafından 114 projeye lisans verilmişken 94 proje lisans almayı beklemektedir. 2023 yılına kadarki hedef, rüzgar kurulu gücünde 20.000 MW 'a ulaşmaktır.

6. RÜZGAR VE GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNİN HİBRİT KULLANIMI

Güçlü rüzgar türbinlerinde, sabit mıknatıslı senkron generator (PMSG) kullanılmaktadır. Türbinden elde edilen tork generatorün tahrik bilgisi olarak adlandırılır [1, 4]. Türbinden elde edilen alternatif gerilim bazı devrelerin sayesinde aküyü şarj edecek forma getirilmektedir. Bu teorik çalışma öncelikle güneş (fotovoltaik) sistem kurulmuş ve enerji üretmeye başlamış. kısa bir süre sonra sisteme 24 V, 1000 W'lık rüzgar türbini de ilave edilerek hibrit bir sistem elde edilmiş olacaktır. Fotovoltaik panellerle rüzgar türbininin birlikte kullanıldığı hibrit sistemin MATLAB/Simulink programında hazırlanmış modeli Şekil 6.1' de verilmiştir.



Şekil 6.1 Hibrit Sistem Modeli [1,4].

6.1. Tasarım ve Uygulama

Bu çalışmanın simülasyonunda 6 adet 60 wattlık lambaların yakılması öngörülmüştür. Bu lambaların yanmasında; ilk önce güneş (fotovoltaik) sistemde 4 adet 140 wp değerinde monokristal güneş paneli; 1500 watt değerinde tam sinüs dalga invertör, 4 adet 12 V jel akü ve 40 amperlik akü şarj cihazı kullanılması planlanmaktadır. 2 güneş paneli seri 2 si ise paralel bağlamak koşuluyla 24 V lık bir çalışma gerilimi elde edilmiştir.

6.1.1. Akü Kapasitesinin Belirlenmesi Lambaların Toplam Gücü;

$P_t = \text{toplam lamba sayısı} * \text{toplam lamba gücü} = 6 * 60 = 360$ [1,4].

Lambaların günde ortalama 12 saat yanması durumunda harcayacakları toplam enerji;

$E = \text{toplam güç} * \text{toplam zaman} = 360 * 12 = 4320 \text{wh}$ [1,4].

Akülerin kapasiteleri (C) amper-saat cinsinden ölçülmektedir. Dolayısıyla günlük enerji tüketiminin gerilime oranı akü kapasitesini vermektedir.

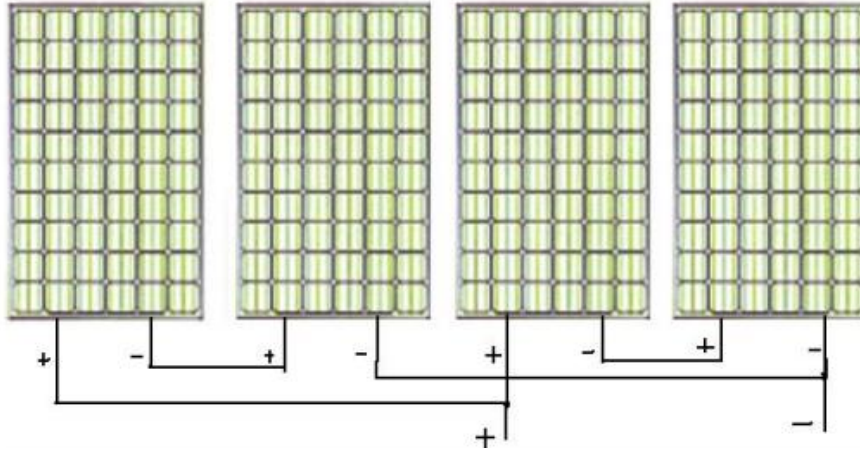
$C = 4320 / 24 = 180$ Ah olarak hesaplanır. Fakat elde edilen bu sonuca göre akü seçmek doğru olmaz. Çünkü aküde ve tesisatta kayıplar vardır. Bu kayıpların ilave edilmesi gerekmektedir. Aküde %10, tesisatta %5 kayıp olduğu düşünülürse doğru akü kapasitesi; **$180 * 0,1 = 18$** ve **$180 * 0,05 = 9$** olduğuna göre toplam yük kapasitesi **$C = 207$** Ah olacaktır.

Akü kapasitesinin de %80' inin kullanılacağı, %25' inin emniyet şarjı olarak tutulması prensibine göre oluşturulan bu sistemde, sistemin en az 12 saat çalışabilmesi için akü kapasitesi en az;

$C = 207 / 0,75 = 276$ Ah olması gerekmektedir.

6.1.2. Sistemin Kurulumu

Bir tanesi 12 V çalışma gerilimli olan monokristal panellerden, 24 V doğru gerilim elde edebilmek için şekil 9' de görüldüğü gibi 2'şer 2'şer seri bağlantı yapıldıktan sonra seri paneller paralel bağlanmıştır.



Şekil 6.2. Fotovoltaik Panellerin Seri ve Paralel Bağlantısı [1,4].

6.2. PV Sistemin Amortisman Süresi

Bu çalışmada 6 adet 60 wattlık bir lambanın yanması için gerekli enerji ihtiyacını birim bazında ele alalım. Günümüzde tüm vergi ve kesintiler dahil elektriğin birim fiyatı sanayi=0,39 ticarethane=0,45 mesken(ev) =0.44 TL dir [9]. Biz ortalama 40 kuruşu baz alarak hesaplama yaptığımızda bu sistem kurulmadan önce bir ayda bu 6 adet lambanın günde 12 saat yanması sonucu gelecek fatura=toplam lamba sayısı*lamba gücü*yanma süresi*30(bir ay 30 gün baz alındığında) *birim fiyatı=52 TL yılda ise bu rakam 600 TL civarı olmaktadır. Kurulumu öngörülen bu sistem sayesinde bu rakam sıfırlanmakla birlikte sistem kendini yaklaşık 3 yılda amorti etmektedir. Ancak bu sistem güneş dayalı olarak çalıştığından sadece güneş iken aktif olup geceleri ve sisli günlerde sistem devamlılığını sağlanamamakla beraber sistem verimi düşecektir. (bu sistemin kurulma maliyeti yaklaşık 1800 TL dir.)

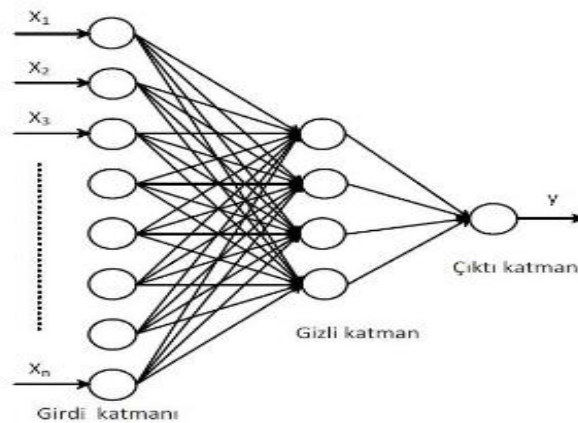
6.3. Rüzgar Türbininin Amortisman Süresi

Eğer bu sistem sadece rüzgar tribünü ile yapılacak olsaydı o zaman rüzgar hızına bağlı olarak değişiklikler olacaktır. Çünkü bir tribünden elde edilecek enerji miktarı rüzgar hızının kübü ile değişmektedir. Bizim 6 lambayı günde 12 saat yakabilmek için bir yılda toplam ihtiyaç duyduğumuz enerji 1500 kw tır. Yılda bu kadar enerji alabileceğimiz bir rüzgar tribününün maliyeti 2800 TL civarındadır. Yani bu sistem kendini 4.5 yılda amorti edecektir.

7. ARAŞTIRMA BULGULARI

7.1 Yapay Sinir Ağları

Günümüz teknolojisinde yapay zeka kullanılarak eksik veya karmaşık verilerin analizi, işlenmesi ve gelecek veri tahmini yapılabilmektedir. Bu yapay zeka tekniklerinden biri olan ve insan beyni nöronlarını taklit eden Yapay Sinir Ağları (YSA)dır. Yapay Sinir Ağlarında mimari yapı esastır. Bu mimari yapıda girdiler yani eldeki mevcut veriler çıktılar ve nöron denilen işlem elemanları vardır. Hedef veriler ile bağımlı değişkenler hesaplanıp hata oranı ile tahmin verileri elde edilir. Yapay sinir ağları ilk olarak model oluşturularak Warren McCulloch adlı sinir bilimci ve Walter Pitts adlı bir matematikçinin yayınladığı “Sinir Aktivitesinde Düşüncelere Ait Bir Mantıksal Hesap” (A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity) [6] 1943 deki makalede ilk olarak ele alınmıştır. Çeşitli mimari yapılara sahip olsa da YSA ya örnek verilebilecek örnek yapı modeli Şekil 7.1 görülebilir.

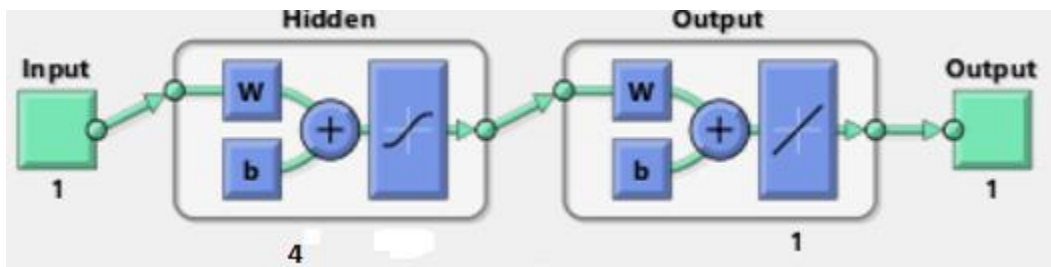


Şekil 7.1 Yapay Sinir Ağları Sistemine Bir Örnek

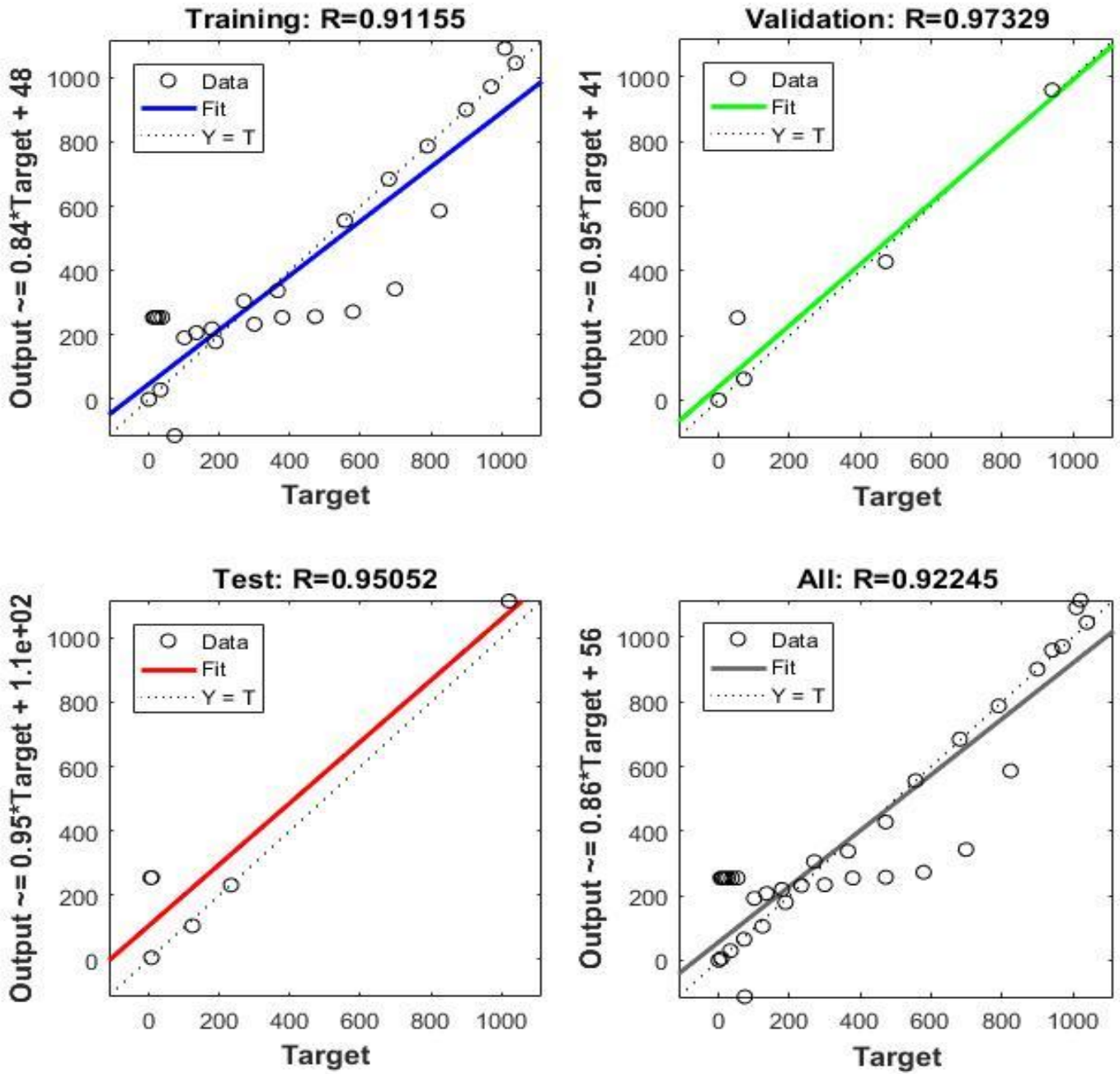
Örnek modelin sol tarafındaki girdi kullanıcı tarafından girilen ve tahmin için parametre olarak alınabilecek değerlerdir. Örnek olarak, bir bölgenin hava durumunu tahmin için o bölgenin sıcaklığı, nemi ve rüzgâr hızının verileri girdi olarak kullanılır. Gizli yazılan orta bölme ise nöronların yani işlem elemanlarının olduğu bölgedir. Bu nöronların sayısı yapılan tahminin gerektirdiği yapıya göre değişebilir. Az nöron az işlem demek ise de çok nöron çok işlem demek anlamına gelmez.

7.2 Yenilebilir Enerji Kaynaklarının Yapay Sinir Ağları ile Enerji üretiminin tahmini

Tezin son çalışması olarak, Bilgili ve ekibinin yayınladığı (Bilgili 2007 referans ve değerler ile rüzgar türbinlerinin hız tahminleri) [10] makelesi örnek alınarak, eldeki mevcut Trakya bölgesinin rüzgar türbinlerinin elektrik enerji üretimi ve rüzgar hız değerlerini kullanarak tahmini elektrik enerji üretimi çalışması yapılmıştır. Bu çalışma yapılırken MATLAB programının “nftool” araç kutusu kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan ağ model Şekil 7.2 görülebilir.

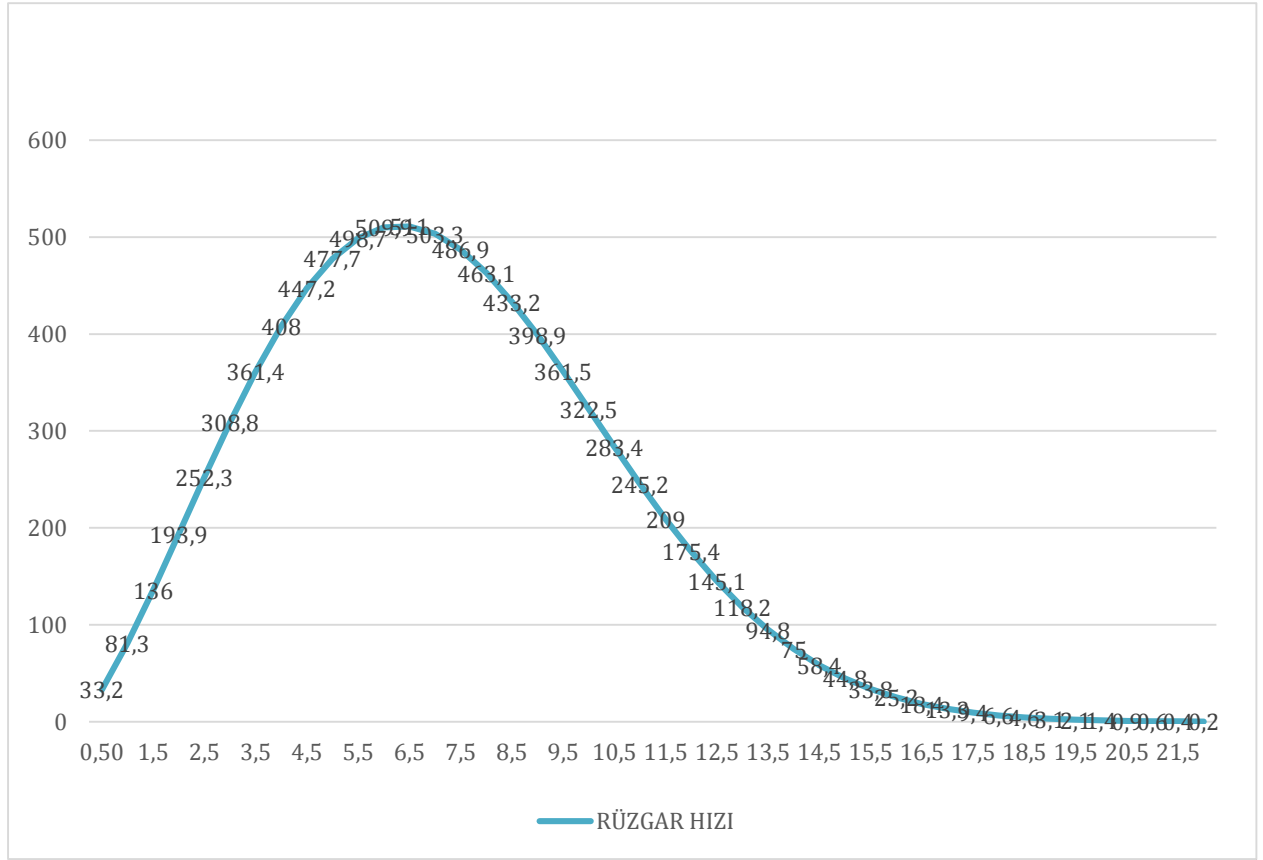


Şekil 7.2 Elektrik Üretim Tahmin Değerleri İçin Kullanılan Yapay Sinir Ağı (Referance Mathworks) Modeli

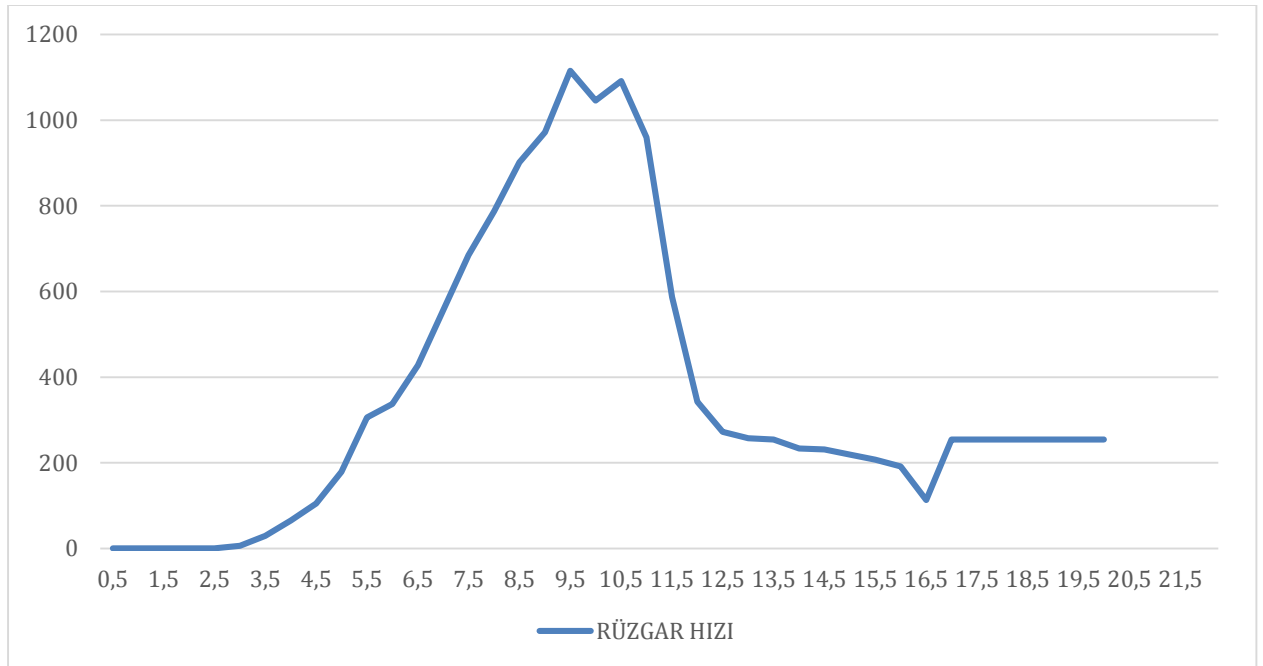


Şekil 7.3 Regresyon Grafik Değerleri

(FİT:Girilen değerler (İnput) DATA:Çıkan sonuçlar (output))



Şekil 7. 4 Gerçek Veriler [32]



Şekil 7.5 Yapay Zeka Kullanılarak Oluşturulan Tahmini Değerler

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

21. yüzyılda sanayinde gelişim hızıyla var olan enerji kaynaklarının kullanımı yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle rüzgar ve güneş enerjilerinin hibrit kullanımı günümüzde hızla yaygınlaşmaktadır. İlk kurulumda maliyet yüksek olsada zamanla maliyet karşılanmakta hatta tasarruf sağlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, kurulum maliyetini azaltabilmek için yapay sinir ağları ile rüzgar tribünlerini ve güneş panellerini daha kurmadan o bölgeden veriler simüle edilerek sistemi en iyi konum ve bölgeye kurabilmesi üzerinedir. Bu nedenle çalışmamızda Çorlu ilçesinin rüzgar tribünlerinin reel verilerini alarak ve bölgedeki güneş panellerinin reel değerlerini ölçerek bir veri kütüphanesi elde edildi. Bu veriler sayesinde yapay sinir ağları metodu kullanılarak bir simülasyon elde ettik.

Böylelikle daha kurulum yapılmadan bu metod sayesinde hibrit sistemin hangi bölgede konumlandırılacağı simüle edilmiş oldu. Bu seyede bir herhangi bir bölgeye yenilenebilir enerji kaynakları kurulmadan önce;

- 1) Hangi yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli ve az maliyetli yada amortisman süresinin ne kadar olacağı
- 2) Seçilen yenilenebilir enerji kaynağının ne kadar miktar kurulursa ihtiyacımızı karşılayabileceği
- 3) Hangi konumda ve açıda maks verim alabilineceği
- 4) Bu sistemin kurulumunun olabilesi

Daha sistemimiz kurulmadan bu yapay sinir ağ üzerinden yapılan bu simülasyon ile yüksek ölçüde saptanabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. "H kathimerini" 13/05/2006
2. <http://www.cres.gr> (Erişim tarihi: 7 Şubat 2018)
3. <http://www.thegreenpowergroup.org/solarphotovoltaic.cfm?loc=eu> (Erişim tarihi: 4 Şubat 2018)
4. <http://www.girisimhaber.com/post/2016/10/03/2015te-Yenilenebilir-Enerjiye-286-Milyar-Dolar-Yatirildi.aspx> (Erişim tarihi: 14 Şubat 2018)
5. World Energy Outlook 2004-International Energy Agency
6. World Energy Assessment Overview 2004 update- United Nations Programme, United Nation Department of Economics and Social Affairs, World Energy Council
7. <http://molekulerbiyolojiyegenetik.org/turkiyenin-temiz-enerji-devrimi/> (Erişim tarihi: 21 Şubat 2018)
8. http://www.enerjienstitüsü.com/elektrik_fiyatları (Erişim tarihi: 8 Mart 2018)
9. <http://www.gunesenerjisi firmalari.gen.tr/gaziantep.html> (Erişim tarihi: 26 Şubat 2018)
10. Bilgili referans ve değerler ilem rüzgar türbinlerinin hız tahminleri 2007
11. Renewable Energy World, 9 (3), May-June 2006
12. <http://www.ieapvpsuk.org.uk/exchange/UK%20IEA%20PVPS%20NSR%202004%20vUK.pdf> (Erişim tarihi: 18 Kasım 2017)
13. http://www.ekpaa.gr/documents/NCESD-GR_EnergyEnvironmentBusiness.pdf#search=%22photovoltaics%20in%20greece%22 (Erişim tarihi: 21 Aralık 2017)
14. http://www.itdg.org/docs/technical_information_service/wind_electricity_generation.pdf#search=%22main%20principles%20of%20wind%20turbines%22 (Erişim tarihi: 29 Aralık 2017)
15. <http://www.bwea.com/pdf/bwea-annual-review-2005.pdf> (Erişim tarihi: 4 Ocak 2018)
16. http://www.oxfordenergy.org/pdfs/comment_0605.pdf#search%22wind%20capacity%20in%20UK%22 (Erişim tarihi: 9 Ocak 2018)

17. <http://www.bhc.gr/periodiko-bhc/periodiko-14/anemogennitries.html> (Erişim tarihi: 12 Ocak 2018)
18. <http://www.clear-skies.org/CaseStudies/Documents/2121485.pdf#search=%22SPECIFICATIONS%20OF%20A%20DUCTED%20WIND%20TURBINE%22> (Erişim tarihi: 15 Ocak 2018)
19. <http://www.worldcoal.org/> (Erişim tarihi: 20 Ocak 2018)
20. <http://www.iea-pvps.org/pv/glossary.htm#STC> (Erişim tarihi: 23 Ocak 2018)
21. <http://www.in.gr/news/article.asp?lngEntityID=713443> (Erişim tarihi: 28 Ocak 2018)
22. [https://www.buyutec.net/299-enerji-nedir-enerji-cesitleri-nelerdir/\(enerji nedir\)](https://www.buyutec.net/299-enerji-nedir-enerji-cesitleri-nelerdir/(enerji%20nedir)) (Erişim tarihi: 17 şubat 2018)
23. <http://molekulerbiyolojivegenetik.org/turkiyenin-temiz-enerji-devrimi/> (Erişim tarihi: 21 şubat 2018)
24. <http://www.gunesenerjisi firmalari.gen.tr/gaziantep.html> (Erişim tarihi: 26 şubat 2018)
25. http://www.normenerji.com.tr/menu_detay.asp?id=9629 (Erişim tarihi: 3 Mart 2018)
26. http://www.enerjienstitüsü.com/elektrik_fiyatları (Erişim tarihi: 8 Mart 2018)
27. <https://www.yenienerji.com/haberler/> (Erişim tarihi: 11 Mart 2018)
28. çorlu rüzgar enerjisi Tepe Enerji Santrali, 20 Mart - 25 Nisan 2018 tarihli alınan veriler

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, Adı : SEVDİM, RAMAZAN ERDİ
Uyruğu : TC
Doğum tarihi ve yeri : 06.04.1992/GAZİANTEP
Medeni hali : BEKAR
Telefon : 05412752015
Faks : -
e-mail :

**Eğitim**

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans		
Lisans	KARA HARP OKULU	2015
Lise	MALTEPE ASKERİ LİSESİ	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
---	---	---

Yabancı Dil

İNGİLİZCE

Yayımlar

-

Hobiler

Futbol, Gitar, Doğa ve Su Sporları

A

Abstract · 25, 66, 68
 Alıntılar · 14
 Alt Bölümler · 10
 APA · 35, 45
 Araştırma · 30
 Arial · 6

B

Bakınız · 23
 Baskı · 36, 42
 başlık · 10, 15, 20, 29, 31, 34, 40,
 47
 bölüm · 6, 31, 47

C

CD · 3
 Cilt · 8

Ç

çizelge · 4, 19, 20, 21, 23, 25, 28,
 47, 81
 Çizelge · 9, 27, 70, 71, 72, 73, 74,
 75, 76, 77

D

Dipnot · 18
 Dizin · 50
 Doğrudan aktarma · 15
 Dolaylı aktarma · 16

E

EKLER · 6, 20, 47, 49, 51, 69
 Eşitlik · 20, 21
 Etik · 9, 25

F

Format · 4, 5
 formül · 20, 25

G

Giriş · 2, 4, 5, 9, 29, 31, 80
 Görüntü · 4
 grafik · 4, 20, 25

H

Harita · 9

Haritalar · 27

İ

İlk kontrol · 3
 indis · 6
 İspat · 11

K

Kabul ve Onay · 25
 Kaynak · 11
 Kenar Boşlukları · 7
 Key Words · 25, 65, 66
 Kılavuz · 1

L

Lemma · 11
 literatür · 11, 14, 29

N

Numaralandırılma · 9, 11, 20

O

Onay · 2, 9
 Ondalık Sayılar · 19

Ö

Özet · 10, 25, 64, 68
 Özgeçmiş · 10, 49, 69, 76

P

patent · 5
 pdf · 1, 3, 4
 program · 4, 47
 punto · 6, 9, 10, 18, 24, 25, 26

R

Referans · 5, 18
 resim · 2, 4, 20, 21, 28, 47
 Resimle · 27
 Resimlemelerin Açıklamaları · 21

S

savunma · 1
 sembol · 25, 40
 simge · 6, 25, 28
 Simgeler ve kısaltmalar · 28, 75
 Simgeler ve Kısaltmalar · 9, 19

Sonuç ve öneriler · 31

Ş

şekil · 4, 20, 21, 23, 25, 28, 47
 Şekil · 27, 68, 71
 Şekille · 9, 27

T

Tanım · 11, 19
 Teşekkür · 9, 10, 26, 67, 68, 70,
 71, 73, 74
 Tetkik · 75
 Times New Roman · 6

U

Unvan · 34

Y

yazar · 13, 14, 15, 16, 34, 38, 42



ĞELİŐİM ĞELİŐMEKTİR..