



**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
CEYHAN MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**GÜNEŞ-RÜZGAR HİBRİT ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ
(Deney Föyü)**



Hazırlayan
Prof.Dr. Mehmet BİLGİLİ

1. GÜNEŞ-RÜZGAR HİBRİT ENERJİ SİSTEMİ



Fotoğraf 1. Güneş enerjisi PV-kollektörleri



Fotoğraf 2. Rüzgar türbini

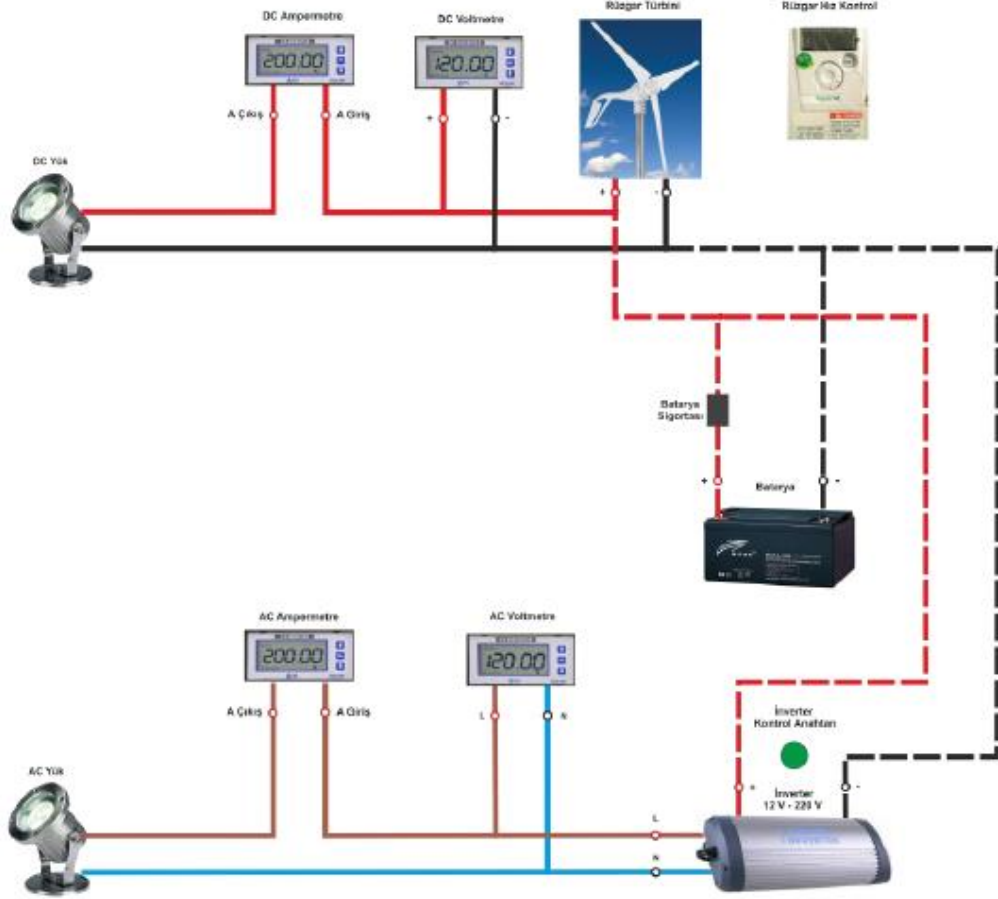


Fotoğraf 3. Güneş-rüzgar hibrid enerji üretim sistemi



Fotoğraf 4. Güneş-rüzgar hibrid enerji üretim kontrol panosu

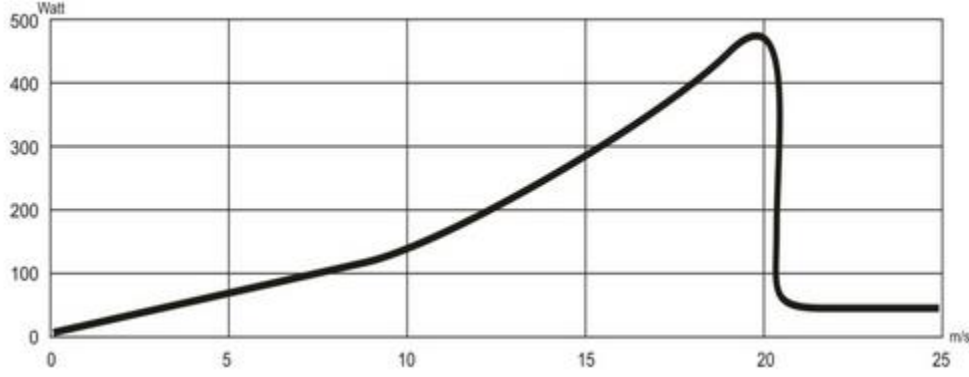
2. RÜZGÂR TÜRBİNİ EĞİTİM SETİ



Şekil 1. Devre şeması



Şekil 2. Kullanılan rüzgâr türbini



Şekil 3. Güç-rüzgar hızı eğrisi

Tablo 1. Teknik özellikler

RÜZGAR TÜRBİNİ	
Maksimum Kapasite	500 Watt
Devreye Girme Rüzgâr Hızı	3 m/s
Optimum Rüzgâr Hızı	12,5 m/s
ROTOR	
Kanat Sayısı	3
Rotor Çapı	103 cm
KANAT	
Kanat Malzemesi	PP + 30% Fiber + cam elyafi
Kanat Uzunluğu	50 cm
Kanat Ağırlığı	220g x 3
JENERATÖR	
Tip	MAGNET <i>Neodymium</i>
Nominal Voltage	12V AC 3 Faz
KONTROL SİSTEMİ	
Regülatör	Var(opsiyonel)

Rüzgar Enerjisi Nedir?

Havanın bir akışkan olduğunu hayal etmek oldukça zor. Çünkü hava görünmez. Sıvılardan farklı olarak hava daha çabuk hareket eder ve bulunduğu ortamın her yerini kaplar. Havanın hızlı yer değiştirmesi ile içindeki parçacıkların hareketi de hızlı olur. Havanın bu özelliğini kinetik enerjiye dönüştürme işlemine Rüzgar Enerjisi adı verilir. Aynı mantıkla su gibi sıvı maddelerin yer değiştirme özelliğini kullanarak enerji elde etmeye de hidro elektrik adı verilmektedir ve üretilen merkeze Hidro Elektrik Santrali denilir. Rüzgar enerjisinden elektrik üreten merkezlere de Rüzgar Santrali denilmektedir.

Rüzgar Santralleri kurulduktan sonra pervaneler rüzgarın (havanın) hareketiyle bağlı oldukları şaftı döndürür. Uygun bir jeneratör ile de bu hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgar enerjisi güneşin doğmasıyla başlar. Gece oluşan soğuk hava tabakasının yere yakın bölümleri, güneşin ışınlarıyla hemen ısınmaya başlar. Fizik derslerinden de hatırlayacağınız üzere ısınan hava genişler ve yükselir. Bu anda atmosferdeki soğuk hava tabakası yere doğru iner. Sıcak ve soğuk havanın yer değiştirmesiyle de rüzgar oluşur.

Rüzgar türbini en basit anlamda bir rüzgar türbini 3 bölümden oluşur.

1. Pervane Kanatları: Rüzgar estiği zaman pervanenin kanatlarına çarparak onu döndürmeye başlar. Bu sayede rüzgar enerjisi ile kinetik(hareket) enerjisi elde edilmiş olur. Pervaneler rüzgar estiğinde aynı yönde döncecek şekilde tasarlanmışlardır.

2. Şaft: Pervanelerin dönmesiyle ona bağlı olan şaft da dönmeye başlar. Şaftın dönmesiyle de motor içinde hareket oluşur ve motorun çıkışında elektrik enerji sağlanmış olur.

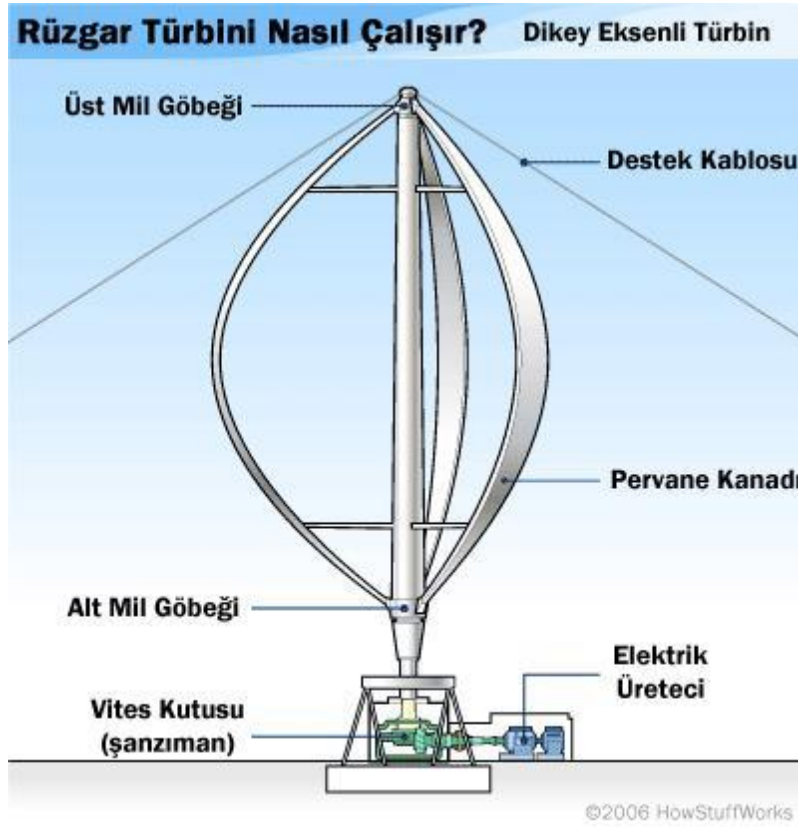
3.Jeneratör(Üreteç): Oldukça basit bir çalışma yöntemi vardır. Elektromanyetik indüksiyon ile elektrik enerjisi üretilmiş olur. Küçük oyuncak arabalardaki elektrik motoruna benzer bir sistemdir. İçinde mıknatıslar bulunur. Bu mıknatısların ortasında da ince tellerle sarılmış bir bölüm bulunur. Pervane şaftı döndürdüğü zaman motor içindeki bu sarım bölgesi, etrafındaki mıknatısların ortasında dönmeye başlar. Bunun sonucunda da alternatif akım (AC) oluşur.

Günümüzde kullanılan rüzgar türbinleri, tarlalarda kullanılan yel değirmenlerinden daha karmaşık bir yapıdadır. Ülkemizde yel değirmenleri pek yaygın kullanılmaz. Şimdi modern rüzgar türbinlerini tanımaya devam edelim.

Rüzgar Türbinleri Nasıl Çalışır?

Modern Rüzgar Türbin Teknolojisi

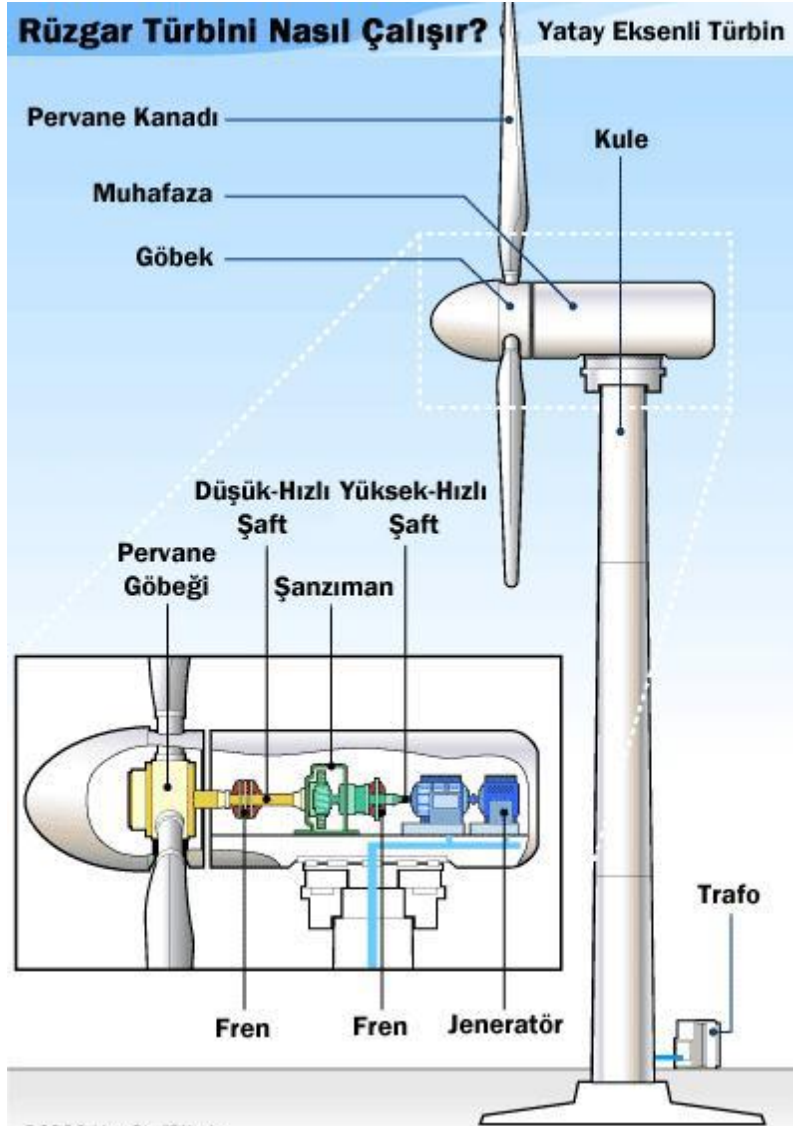
Rüzgar Türbinleri günümüzde iki farklı tasarımla karşımıza çıkıyor. Bunlardan birincisi alttaki fotoğrafta gördüğümüz gibi dikey eksen etrafında dönebilen tasarım.



Şekil 4. Dikey eksenli rüzgar türbini

VAWTs yani "Vertical Axis Wind Turbine" (Düsey Eksenli Rüzgar Türbini) olarak adlandırılır. Düsey eksenini yere dik olacak şekilde tasarlanmıştır. Daima rüzgarın geleceği yöne göre ayarlanır. Yatay ekseninin rüzgara göre ayarlanmasına gerek yoktur. Genelde ilk hareket olarak elektrik motoruna ihtiyaç duymaktadır. Türbin yardımcı tellerle ekseninden sabitlenmiştir. Deniz seviyesine yakın yerlerde daha az rüzgar aldığından cihazın verimi düşük olmaktadır. Ancak tüm gerekli donanımlar yer seviyesinde olması bir avantaj olsa da, tarım arazileri için olumsuz etkisi fazla olmaktadır.

Diğer önemli tasarım ise Yatay Eksenli Rüzgar Türbini (HAWTs) "Horizontal Axis Wind Turbine" olarak adlandırılır. Dönme eksenini yere paralel olarak tasarlanmıştır. Bir elektrik motoru yardımıyla rüzgar yönüne göre pervanenin yönü ayarlanabiliyor. Yapısal olarak bir elektrik motorundan farklı değildir. Verimli olarak çalışabilmesi için deniz seviyesinden yaklaşık 80 metre yüksekte olması gereklidir.



Şekil 5. Yatay eksenli rüzgar türbini

Rotor Blades (Pervane kanatları) : Rüzgar enerjisini dönme hareketine çevirmeye yarar.

Shaft (Şaft) : Dönme hareketini üretece iletir.

Gear Box (Dişli Kutusu): Pervaneyle şaftın aralarındaki hızı arttırıp, üretece daha hızlı bir hareket iletilmesine yardımcı olur.

Generator (Üreteç) : Dönme hareketinden elektrik enerjisi üreten bölüm.

Breaks (Frenler) : Aşırı yüklenme ve bir sorun olduğunda pervaneyi durdurmaya yarar.

Electrical Equipment (Elektrik Donanımı) : Üretilen elektrik enerjisini ilgili merkezlere iletilmesini sağlar.

Rüzgar enerjisinin avantajları:

1. Rüzgar enerjisi yeni bir keşif değil. Kinetik enerjiyi (Rüzgar) kullanarak mekanik enerji üretmek için bilinen en iyi metottur. Binlerce yıldan buyana Persler ve daha sonra Romalılar su çekmek ve tahıl öğütmek (un yapımı) için Yel değirmenlerini kullanıyordu.
2. Rüzgar enerjisinin yenilenebilir enerji denemesindeki mana, Gezegenimizde devamlı olarak rüzgar üretildiği ve bu enerjinin sonsuz olduğu, insanların bunu sisteme aktararak kullanmasının önünde bir engel olmadığıdır.

3. Rüzgar enerjisi ucuzdur. Üretici, dağıtım ağı ve kurulum yeri gibi faktörlerde göz önüne alındığında ortalama 4-6 cent/kwh (USA) aralığında mal edilebiliyor.
4. Kömürle elektrik üretimi yerine Rüzgar Enerjisi kullanımı, çevreye salınan gazların azalmasına ve dolayısıyla daha fazla çevreye katkı demektir.
5. Rüzgar dünyanın her yerinde mevcuttur, belki bazı ülke veya yerler daha fazla rüzgar alır ama genelde her yerde kullanılabilir. Doğal Gaz, petrol, kömür gibi enerji elde etmek için nakli gerekmez, bu nedenle en ucra köşelere bile kurulabilir.
6. Genel olarak rüzgar çiftlikleri kömür santrallerine göre daha az yer kaplarlar. her ne kadar bazı insanlar Rüzgar Türbinlerine karşı olsalar da evlerinin arkasında bir kömür santrali isteyende kesinlikle olmayacaktır.
7. Rüzgar türbinleri her ortama uyabilir ve tarım alanlarını, hayvan alanlarını kullanabilir. Rüzgar türbinlerinin tek başına olmasına gerek yoktur, bulunduğu alanı paylaşabilir.
8. Rüzgar enerjisi, Şebekenin olmadığı yerlerde, dağlarda ve üçüncü dünya ülkelerinde kurularak bölgeye elektrik verilmesinde avantaj sağlar.
9. Rüzgar Türbinleri sadece Ticari amaçla kullanılmıyor ve kullanılması da gerekmiyor, aynı zamanda evlerin ihtiyaçları içinde kullanımı hızla artıyor.

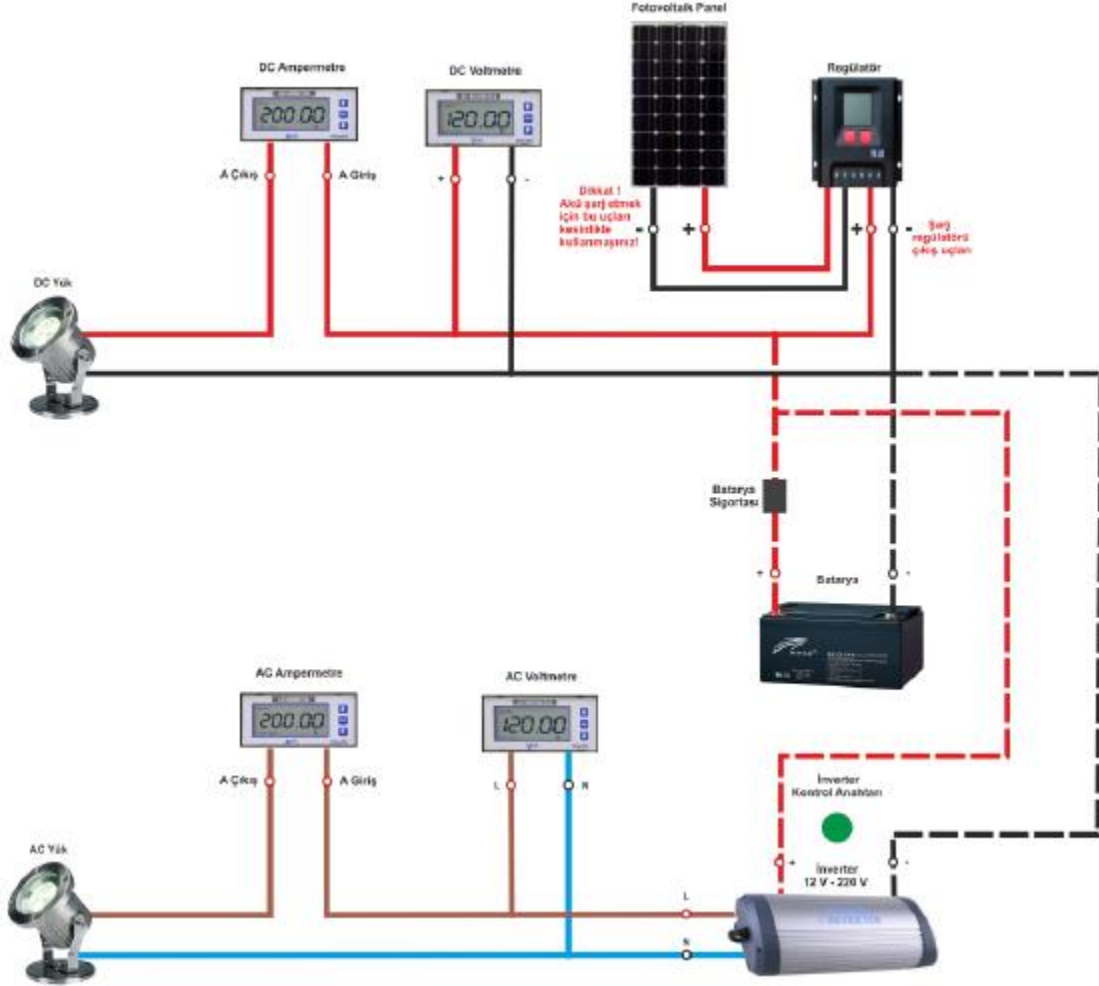


Şekil 6. Bir rüzgar santrali

Rüzgar Türbinlerinin dezavantajları:

1. Rüzgar enerjisi kesintisiz veya dengeli bir enerji kaynağı değildir, bu nedenle şebekeye dengesiz bir güç sağlar. Rüzgarın çok kuvvetli estiği bölgelerde ve zamanlarda örneğin Amerika körfez bölgesi gibi kasırgaların çok olduğu bölgelerde Türbinler zarar görebilir.
2. Bazı insanlara göre manzaralarını bozmaktadır. Görüntüleri iyi değildir.
3. Rüzgar gücü her bölgede ve ülkede aynı değildir. Bu nedenle daha doğru ölçümlerle yapılan rüzgar haritalarına ihtiyaç vardır.
4. Her ne kadar Devlet sübvansiyonları (teşvikleri), vergi indirimleri (Bazı ülkelerde) desteklese de ilk yatırım maliyetinin yüksek oluşu ve yatırım geri dönüşü bir sorundur.
5. Genelde yerleşim bölgelerinden uzaklarda oluşu şebekeye bağlantı problemini oluşturur.
6. Rüzgar türbinlerinde üretilen enerjiyi stoklamak için akü, hidrojen veya başka sistemlerin kullanılması için daha çok araştırma ve geliştirmeler yapılması gerekiyor.
7. Bazı çevreciler büyük kapasiteli Rüzgar Türbinlerinin, göçmen kuşların uçuş yollarını değiştireceğini düşünüyorlar.
8. Rüzgar türbini türüne bağlı olarak oluşan gürültü nedeniyle yakınlarında yaşamak veya çalışma zorluğu bir faktör olabilir.
9. Rüzgar enerjisi ile elektrik üretim maliyetleri düşse de halen fosil kaynaklı yakıtlarla üretimin düşük maliyetlerine göre bir avantaj elde etmiş değil.
10. Büyük kapasiteli rüzgar santralleri 2-3 km çevresindeki alanda TV sinyallerinin bozulmasına neden olabilir.

2. GÜNEŞ HÜCRESİ EĞİTİM SETİ



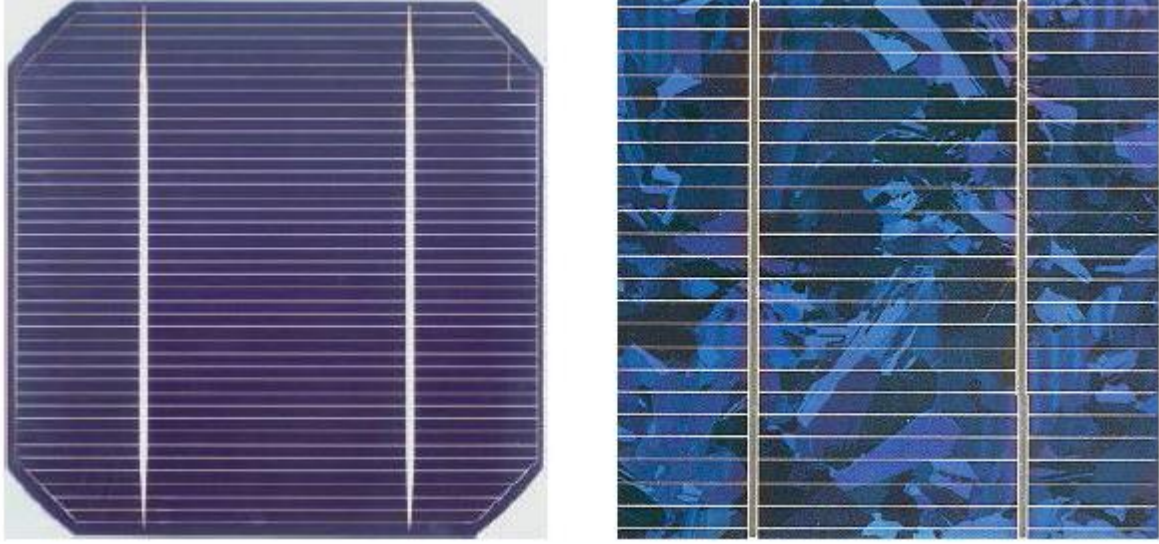
Şekil 7. Devre şeması



Şekil 8. Kullanılan PV-kollektörleri (2 adet 150 Watt güçte)

Güneşten Elektrik Üretimi (Fotovoltaik Paneller)

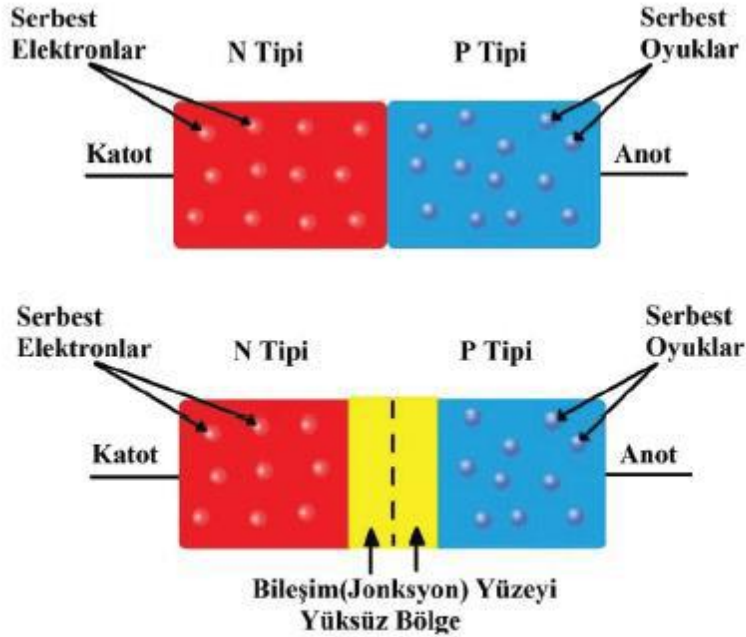
Güneş enerjisinden farklı yöntemlerle elektrik üretimi mümkün olmakla birlikte, bu konuda teknolojisi en gelişmiş yöntem, güneş panelleri (fotovoltaik paneller) vasıtasıyla enerji üretilmesidir. Bu teknolojide güneş ışınlarının panel yüzeyine ulaşması ile yarıiletken malzemeler kullanılarak enerji dönüşümü sağlanmaktadır.



Şekil 9. Fotovoltaik paneller

Güneş Pillerinin Çalışma Prensibi

Fotovoltaik etki, Güneş Pillerinin güneş ışınlarını elektrik enerjisine dönüştürdüğü basit bir fiziksel işlemdir. Güneş ışığı, foton veya güneş enerjisi parçacıklarından oluşur. Güneş ışığından gelen fotonlar farklı dalga boylarından oluşmaktadır ve bu farklı dalga boylarına karşılık gelen çeşitli miktarda enerji içerirler.

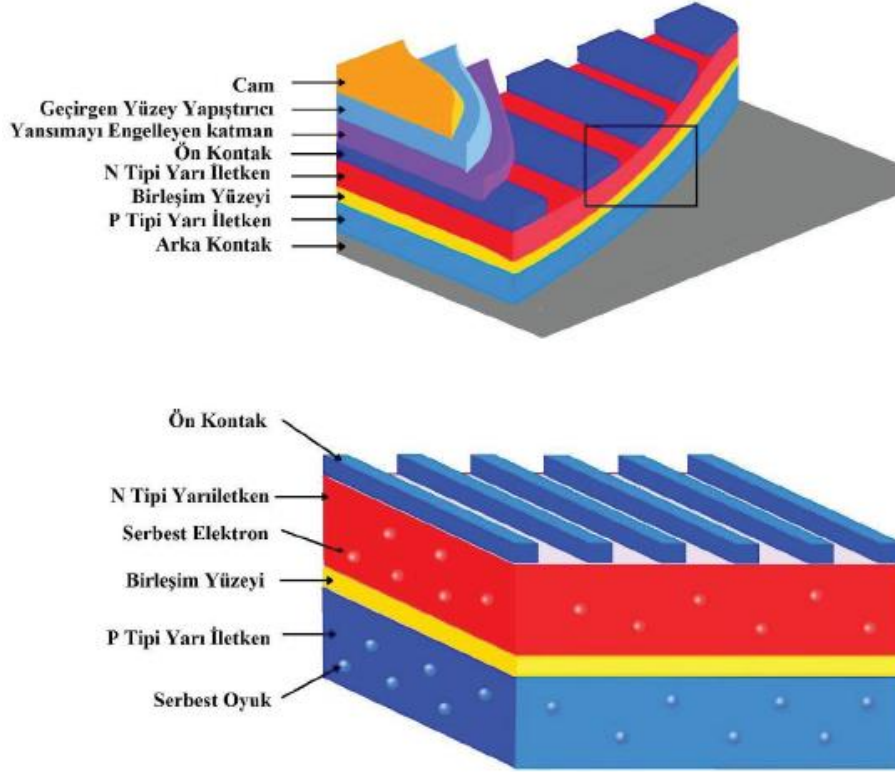


Şekil 10. Bir yarıiletkente P-N eklemenin gösterimi

Fotonlar PV yüzeyine çarptığı zaman oluşabilecek üç muhtemel durum vardır. Foton yansiyabilir, absorbe edilebilir ya da direk olarak geçebilir. Sadece absorbe edilen fotonlar elektrik üretebilir. Bu durumda fotonun enerjisi çarptığı hücredeki elektrona transfer edilir. Elektron, elde ettiği bu enerji ile normal pozisyonundan kaçarak bir elektrik devresindeki akımın bir parçasını oluşturarak güneş ışığını elektrik enerjisine çevirmiş olur.

Güneş Pillerinin Yapısı

Bir PV hücresi içerisindeki elektrik alanı meydana getirmek için, iki ayrı yarı iletkenleri birlikte sıkıştırılmıştır. Saf yarı iletken malzemeler elektriği ne iyi iletir ne de kötü iletir. Bunun sebebi, değerlik bandındaki elektron sayısı sınırlıdır. Saf bir yarı iletkenin elektron ve oyuk sayısı artırılarak iletkenliği artırılabilir. Bu durum saf bir yarı iletken katkısı eklenerek oluşturulur. Katkı maddesi eklenerek oluşturulan iki tip yarı iletken vardır. Bunlar pozitif (p) ve negatif (n) tip yarı iletkenlerdir. Bir PV hücresi, pozitif (p) ve negatif (n) tip yarı iletken malzemeden oluşur.





Şekil 11. Bir güneş hücresinin katmanlarının gösterimi

Güneş Pili Türleri

Üretiminde kullanılan malzemelere göre güneş pillerinin değişik türleri mevcuttur. Tabloda güneş pilleri türleri ile ilgili karşılaştırmalar verilmiştir.

Tablo 2. Güneş pilleri türleri

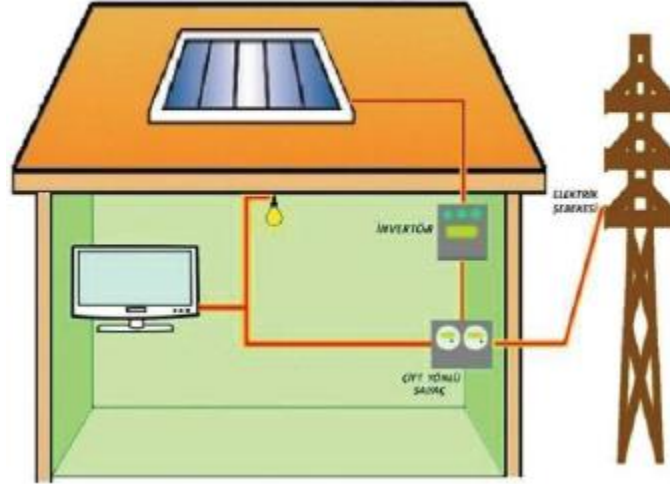
	Tek kristalli 	Çok Kristalli 	İnce Film 
Avantajları	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek dereceli silikondan yapıldığı için en yüksek verimlilik Yer kazanımı, ince film güneş pillerinin ürettiğininin 4 katına kadar üretim yapabilir En uzun ömür, 25 yıl garanti Düşük ışınım durumlarında en iyi performans 	<ul style="list-style-type: none"> İmalat süreci daha basit ve ucuzdur Tek kristalli hücrelerle kıyaslandığında daha az atık silikon vardır 	<ul style="list-style-type: none"> Seri üretim daha basit, potansiyel olarak kristal esaslı hücrelere göre daha ucuz Homojen görüntüleri görsel olarak daha estetikdir Bir çok yeni uygulama alanına sebebiyet verecek şekilde esnek imal edilebilirler Yüksek sıcaklıklar ve gölgeleme güneş paneli performansını daha az etkiler Yer problemi olmayan durumlarda önce film güneş panellerini kullanmak avantajlıdır
Dezavantajları	<ul style="list-style-type: none"> En pahalı hücrelerdir Eğer güneş paneli kısmi olarak gölge, kir veya kar ile kaplanırsa tüm devre kesilebilir (elektrik üretimi durabilir) Tek kristal silikon imalatı için The Czochralski yöntemi kullanılmaktadır. Çok büyük silindirik silikon bloklar halinde üretilmektedirler. Bu silindir blokların dört köşesi silikon alttaşı yapımı için kesilir. Önemli miktarda silikon atık haline gelir 	<ul style="list-style-type: none"> Düşük silikon saflığı yüzünden, çok kristalli hücreler tek kristalli güneş hücreleri kadar verimli değildirler. Düşük yer verimi Parçalı mavi görünümüne sahip çok kristalli güneş hücrelerine göre, tek kristalli ve ince film güneş hücreleri daha düzgün bir yapıya sahip olduklarından estetik olarak daha güzel görünürler 	<ul style="list-style-type: none"> Genel olarak konutlarda kullanım için çok uygun değildirler. Ucuzdurlar ancak çok fazla yere ihtiyaç duymaktadırlar. Düşük yer verimi demek PV ekipmanlarının fiyatlarının artacağı anlamına gelmektedir (örn. destek malzemesi ve kablolar) Tek kristalli ve çok kristalli hücrelere göre daha hızlı degrade olurlar. Bu yüzden daha kısa süreli garantiler ile satılırlar

	Tek kristalli 	Çok kristalli 	Amorf 	CdTe 	CIS/CIGS 
Tipik modül verimi	%15-20	%13-16	%6-8	%9-11	%10-12
En iyi araştırma hücresi verimi	%25,0	%20,4	%13,4	%18,7	% 20,4
1 kWp için gerekli alan	6-9 m ²	8-9 m ²	13-20 m ²	11-13 m ²	9-11 m ²
En düşük fiyat	0,75 \$/W	0,62 \$/W	0,69 \$/W		
Sıcaklık dayanımı	Yüksek sıcaklıklarda performansı %10-15 düşmektedir	Tek kristalli hücrelere göre sıcaklık dayanımı daha azdır	Yüksek sıcaklıklara dayanabilir	Diğerleriyle kıyaslandığında göreceli olarak performans üzerinde etkisi daha azdır	
İlave detaylar	En eski ve en yaygın kullanılan hücre teknolojisidir	İmalat aşamasında daha az silikon atığı vardır	Kristal esaslı güneş hücrelerine göre daha hızlı performans kaybı olmaktadır		
			Piyasada bulunması zordur		

Güneş Pili Sistemleri

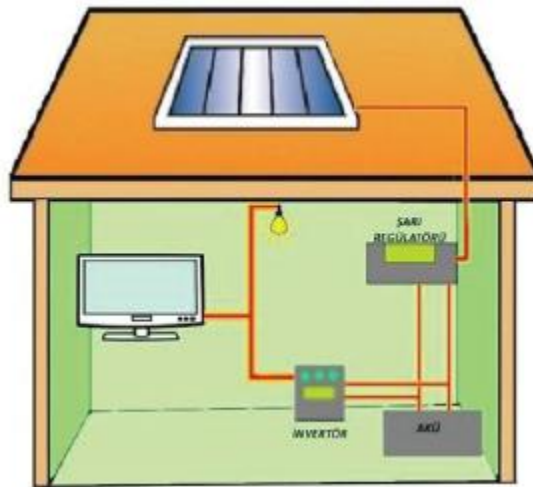
Güneş Pili Sistemleri insanların elektrik enerjisine ihtiyacının olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülü uygulamalara bağlı olarak, inverterler, akümülatör, regülatör gibi kontrol cihazları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte oluşturulur. Güneş pili sistemi uygulamaları pili sistemi Uygulamaları iki ana gruba ayrılabilir;

1) Şebeke Bağlantılı Sistemler (On Grid): Şebeke bağlantılı güneş pili sistemler büyük güç sistemleri (santral boyutunda) şeklinde olabileceği gibi binalarda küçük güçlü sistemler şeklinde de karşımıza çıkabilir. Küçük güçlü sistemlerde elde edilen enerji, kurulu olduğu sistemin elektrik enerjisi gereksinimini karşıladıktan sonra fazla olan elektrik enerjisi, elektrik şebekesine satılır. Yalnız bu durumda üretilen DC elektrik AC ye çevrilerek şebekeye uygun hale getirilir. Yeterli elektrik enerjisini üretilmediği durumda ise şebekeden elektrik enerjisi alınır. Bu sistemlerde depolama olmadığı için akü grubuna gerek yoktur.



Şekil 12. Şebeke Bağlantılı Sistemler (On Grid)

2) Şebekeden Bağımsız Sistemler (Off-Grid): Güneş panellerinde elde edilen güç sistemin gereksinimini karşılar, fazla gelen enerji ise akülerde depo edilir. Depo edilen bu enerji güneş enerjisinin yetersiz kaldığı zaman, özellikle gece boyunca kullanılır. Akünün aşırı şarj ve deşarj durumlarında zarar görmesini engellemek için regülatör kullanılır. Sistemlerde regülatörün görevi ise akünün durumuna bakarak ya sistemin akım çekmesini durdurur ya da güneş pilinden gelen akımı keser.



Şekil 13. Şebekeden Bağımsız Sistemler (Off-Grid):

Neden Güneş Enerjisi Kullanmalıyız?

Güneş Enerjisi ile çalışan sistemlerinin yaygınlaştırılabilmesi için bu sistemler hakkında yeterli bilgiye sahip olmak gerekmektedir. Doğal olarak her enerji kaynağında ve üretim sisteminde olduğu gibi güneş enerjisi sistemlerinin de avantajları ve dezavantajları vardır. Bu amaçla avantaj ve dezavantajlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Avantajları

- Fosil yakıtların tükenmeye başladığı dünyamızda diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi güneş enerjisi de sonsuz, yenilenir ve sınırsız enerji kaynağıdır. Bu güneş enerjisinin en önemli avantajıdır.
- Küresel ısınmanın giderek arttığı bir ortamda güneş enerjisinden enerji elde ederken karbon salınımı meydana gelmemektedir. Çevreyi kirlletici atıkları olmayan, çevre dostu, gerektiğinde enerji ihtiyacına bağlı olarak kolayca değiştirilebilen sistemlerdir.
- Güneş enerjisinin bir diğer çevreci özelliği de çalışırken ses çıkarmadığından gürültü kirliliğine neden olmamaktadır.
- Güneş enerjisi yakıt maliyeti gerektirmeden sıcak su, ısınma, soğutma, endüstriyel uygulamalar, elektrik üretimi gibi birçok uygulamayı sağlamaktadır.
- Güneş enerjisi sistemleri enerji ihtiyacına göre kolay kurulabilir sistemlerdir. Ayrıca enerji ihtiyacının artması durumunda hızlı ve kolay bir şekilde sistemler genişletilebilir.
- Güneş enerjisi sistemlerinde üretim ve kurulum maliyetlerinden sonra kullanımda çok fazla bakım maliyeti oluşturmamaktadır. Güneş enerjisi ile çalışan sistemler kolaylıkla taşınır kurulabilir. Elektrik şebeke hattı bulunmayan ya da şebeke hattının götürülmesinin pahalı olduğu kırsal yörelerde güneş pillerinin kullanımı daha ekonomik olabilmektedir.
- Güneş sistemlerinin ilk kurulum ve üretim maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen uzun dönemde düşünüldüğünde fosil yakıtlara göre başlangıçtaki ödenen maliyetin geri dönüşümü vardır.
- Güneş pili, dayanıklı, güvenilir ve uzun ömürlüdür. Her ev, kendi enerjisini çatısına kurduğu güneş pilleri ile karşılayabilir. Böylece iletim ve enerjiyi taşıma maliyetleri ve kayıpları ortadan kalkmaktadır.

Dezavantajları

- En önemli dezavantajı fotovoltaik panellerin ve takip sistemli toplaçların üretim ve kurulum maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Ancak teknolojik gelişmeler ile enerji giderek yaygınlaşmakta ve maliyette düşmektedir.
- Güneş enerjisi sistemlerinin verimi güneşin durumuna bağlıdır. Bulutlu havalar, çevre kirliliği, güneşin yönü bazı sistemlerde verimi direkt etkilemektedir.
- Özellikle elektrik üretimi yapan toplaç tiplerinde gölgelemeyi önlemek için geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinin gece enerji sürekliliği sağlayabilmesi için depolama sistemlerine ihtiyaç duyar.
- Güneş Pillerinin verimleri düşüktür.(%15 civarı).
- Binalarda kullanılan güneş toplaçları görünüm ve yer açısından bazı sorunlara yol açabilmektedir.
- Fotovoltaik hücrelerde kullanılan yarıiletken maddeler kullanım ömrü bittikten sonra çevre kirliliğine neden olabilmektedirler.
- Güneş enerjisi teknolojisi ulaşım amaçlı uygulamalar için henüz yeterli verime sahip değildir. Gelişmekte olan bir teknolojidir.

ARAŞTIRMA

- 1) Türkiye, Avrupa ve Dünyada elektrik üretiminde rüzgar enerjisi kurulu gücün durumunu ve gelişimini anlatınız.
- 2) Türkiye, Avrupa ve Dünyada elektrik üretiminde güneş enerjisi kurulu gücün durumunu ve gelişimini anlatınız.
- 3) Rüzgar türbinlerinde Betz limiti nedir? Açıklayınız.